

Mejoramiento de los procesos de Gestión de Inventarios del centro de distribución El
Diamante de Distraves S.A.S

Jairo Esteban Niño Villarreal

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Director

Jorge Andrés Rueda Serrano

Magister en Gerencia de negocios

Codirector

Javier Eduardo Arias

Magister en Administración de negocios

Universidad Industrial de Santander
Facultad de ingenierías Físico-mecánicas
Escuela de Estudios Industriales y Empresariales
Bucaramanga

2026

Tabla de Contenido

	Pág.
1. Planteamiento del Problema	17
2. Objetivos.....	20
2.1 Objetivo general.....	20
2.2 Objetivos específicos	20
3. Diagnóstico inicial	21
3.1 Metodología de diagnóstico.....	21
3.2 Reconocimiento del área.....	21
3.2.1 Recepción de productos	22
3.2.2 Organizar y custodiar inventario.....	22
3.2.3 Gestión de picking	23
3.2.4 Cargar vehículos	24
3.3 Metodología de las entrevistas.....	24
3.4 Resultado de las entrevistas	28
3.5 Análisis cuantitativo.....	29
3.6 Reconocimientos de causas – entrevistas para trocado.....	31
3.6.1 Causas de trocado en la recepción de producto	32
3.6.2 Causas de trocando en la gestión de picking	34
3.6.3 Cargue de vehículos.....	35
3.7 Mapa de riesgos – relación mapa de procesos	36
3.8 Diagrama Ishikawa Trocado.....	39

3.9	Árbol del problema Trocado.....	40
3.10	Reconocimiento de causas – Para producto faltante.....	42
3.10.1	Causas	42
3.10.2	Análisis cuantitativo de producto faltante.....	43
3.10.3	Procesos logísticos que tienen mayor riesgo de dejar pasar canastas con faltante.	44
3.10.4	Mapa proceso producto faltante recepción	44
3.10.5	Mapa proceso producto faltante picking.....	45
3.10.6	Mapa proceso producto faltante Cargue	46
3.10.7	Mapa de riesgo faltante de producto	46
3.11	Conclusión	47
4.	Marco de Referencia	48
4.1	Marco de antecedentes.....	48
4.2	Marco Teórico.....	48
4.2.1	Gestión de inventarios.....	49
4.2.2	Cadena de suministro	49
4.2.3	Indicadores de gestión logística	49
4.2.4	Centro de distribución.....	49
4.2.5	Producto faltante	50
5.	Metodología	50
5.1	Contexto del Proceso	50
5.1.1	Actividades para desarrolladas	50
5.1.2	Resultados	51
5.2	Investigación de problemas tratados	51

5.2.1	Actividades desarrolladas	51
5.2.2	Resultados	51
5.3	Visualización de Resultados	51
5.3.1	Actividades desarrolladas	51
5.3.2	Resultados	52
5.4	Formulación del Plan de Mejoramiento.....	52
5.4.1	Actividades desarrolladas	52
5.4.2	Resultados	52
6.	Plan de mejoramiento	52
6.1	Propuesta 1	54
6.2	Propuesta 2.....	57
6.2.1	Restricciones técnicas y consideraciones operativas del sistema de visión artificial ...	60
6.3	Propuesta 3	61
6.4	Propuesta 4.....	65
6.5	Propuesta 5.....	67
7.	Análisis de factibilidad	70
7.1	Validación técnica Propuesta 1	70
7.2	Validación técnica Propuesta 2	75
7.3	Validación técnica Propuesta 3	80
7.4	Validación técnica Propuesta 4	85
7.5	Validación técnica Propuesta 5	88
8.	Indicadores de rendimiento.....	91
8.1	Indicador para faltante de producto	93

8.1.1	Índice de Faltante por Discrepancia Física (IFF).....	93
8.1.2	Índice de Faltante Interno (IFI).....	94
8.1.3	Índice de faltante externo (IFE).....	95
8.1.4	Índice Global de Faltante (IGF).....	96
8.2	Indicador para trocado de producto	98
8.2.1	Índice de Trocado por Discrepancia Física (ITF).....	98
8.2.2	Índice de Trocado Interno (ITI).....	99
8.2.3	Índice de Trocado Externo (ITE).....	100
8.2.4	Índice Global de Trocado (IGT).....	101
8.3	Conclusión en indicadores	102
9.	Diseño de capacitaciones al personal encargado	103
9.1	Capacitación propuesta 1	103
9.2	Capacitación propuesta 2	105
9.3	Capacitación propuesta 3	106
9.4	Capacitación propuesta 4	109
9.5	Capacitación propuesta 5	111
10.	Conclusiones.....	113
11.	Recomendaciones	115
11.1	Recomendación 1.....	115
11.2	Recomendación 2.....	115
11.3	Recomendación 3.....	115
12.	Alcance del proyecto y limitaciones para la implementación	116

Lista de Tablas

Tabla 1. Pareto de cantidad de producto trocado	30
Tabla 2. Índice de correlación.....	31
Tabla 3 responsable del seguimiento	53
Tabla 4 Estimación de inversión (CAPEX) y gastos operativos (OPEX) por propuesta	53
Tabla 5, Rango de error	55
Tabla 6 Tabla comparativa propuesta 1	57
Tabla 7 Estimación costos de implementación Propuesta 2	59
Tabla 8 Toneladas de producto entrante	67
Tabla 9 Cálculo de capacidad por segmento y nivel de bloque C y D	68
Tabla 10 Cantidad detectada por la propuesta	73
Tabla 11 Cantidad de Alarmas.....	73
Tabla 12 Comparación escenarios propuesta.....	74
Tabla 13 Parámetros del sistema actual	76
Tabla 14 Comportamiento sistema actual.....	76
Tabla 15 Parámetros del sistema propuesto.....	77
Tabla 16 Comportamiento sistema propuesto.....	77
Tabla 17 Comparación tiempos promedios	78
Tabla 18 Parámetros de sensibilidad.....	78
Tabla 19 Cálculo de sensibilidad según eficiencia del diseño.....	79
Tabla 20 Parámetros de Escenario	82
Tabla 21 Resultado de simulación	82

Tabla 22	Tabla de contingencia	83
Tabla 23	Frecuencias esperadas.....	84
Tabla 24	Estimación tiempos de ciclo	85
Tabla 25	Parámetros	86
Tabla 26	Estimación eventos diarios	86
Tabla 27	Capacidad disponible.....	87
Tabla 28	Ejemplo de contingencia.....	88
Tabla 29	Coordenadas de cada bloque.....	89
Tabla 30	Coordenadas entrada/salida	89
Tabla 31	Distancia entre bloques y la salida.....	89
Tabla 32	Esfuerzo realizado Escenario 1	90
Tabla 33	Asignación Propuesta 5	91
Tabla 34	Esfuerzo realizado Escenario 2.....	91
Tabla 35	Explicación etapas de capacitación.....	104
Tabla 36	Explicación etapas de capacitación con asistencia IA	106
Tabla 37	Explicación etapas de etiquetado.....	109
Tabla 38	Explicación etapas verificación	111
Tabla 39	Explicación etapas zonificación.....	112

Lista de Figuras

Figura 1 Metodología de diagnóstico	21
Figura 2 Recepción de producto	22
Figura 3 Gestionar y ubicar producto	23
Figura 4 Gestionar picking.....	23
Figura 5 Cargar vehículos.....	24
Figura 6 Muestra de los problemas eje	28
Figura 7 Ajuste de faltante y sobrante por trocado en Tn por mes	29
Figura 8 Pareto Materiales vs Cantidad en Tn.....	30
Figura 9 Mapa proceso riesgo recepción	36
Figura 10 Mapa riesgo recepción.....	36
Figura 11 Mapa proceso riesgo picking.....	37
Figura 12 Mapa de riesgo Picking y cargue.....	38
Figura 13 Diagrama Ishikawa.....	39
Figura 14 Diagrama de árbol	40
Figura 15 Productividad Personal 2023 - 2024.....	41
Figura 16 Ajustes Inventario Millones de pesos.....	43
Figura 17 Ajuste Inventario Faltante Tn 2023 - 2024.....	44
Figura 18 Mapa riesgo recepción.....	44
Figura 19 Mapa riesgo picking	45
Figura 20 Mapa proceso riesgo cargue vehículos.....	46
Figura 21 Mapa de riesgo	47

Figura 22 Ejemplo de verificación hecha con IA	60
Figura 23 Etiqueta verde – Estiba completa	62
Figura 24 Etiqueta amarilla – Estiba incompleta.....	63
Figura 25 Etiqueta roja – Estiba mixta	63
Figura 26 Diagrama de flujo propuesta 5 en recepción	66
Figura 27 Diagrama de flujo propuesta 5 en Cargue de vehículos	66
Figura 28 Diseño de zonificación	69
Figura 29 Fórmula de estado real.....	71
Figura 30 Fórmula asignación peso de estiba.....	72
Figura 31 Fórmula de detección comparativa con tablas propuestas	72
Figura 32 Fórmula de prueba funcionamiento de propuesta	72
Figura 33 Gráfico de sensibilidad del diseño.....	79
Figura 34 Formula de asignación.....	82
Figura 35 Asignación aleatoria de almacén congelado.....	90
Figura 36 Comparación explicada	103
Figura 37 Ejemplo etiqueta verde.....	108
Figura 38 Ejemplo etiqueta amarilla.....	108
Figura 39 Ejemplo etiqueta roja.....	109
Figura 40 Registro fotográfico del incidente ocurrido en las instalaciones del centro de distribución EL Diamante de Distraves S.A.S.....	116

Lista de ecuaciones

Ecuación 1 Índice de faltante por Discrepancia Física (IFF).....	93
Ecuación 2 Índice de Faltante Interno (IFI).....	94
Ecuación 3 Índice de faltante externo (IFE)	96
Ecuación 4 Índice Global de Faltante (IGF).....	97
Ecuación 5 Índice de Trocado por Discrepancia Física (ITF)	98
Ecuación 6 Índice de Trocado Interno (ITI)	99
Ecuación 7 Índice de Trocado Externo (ITE).....	100
Ecuación 8 Índice Global de Trocado (IGT)	101

Lista de Apéndices

Apéndice 1 los apéndices están adjuntos y pueden visualizarlos en la base de datos de la biblioteca

UIS

Apéndice A. Descripción de la entidad

Apéndice B. Certificado de asistencia a sustentación

Apéndice C. Carta empresarial

Apéndice D. Afiliación ARL

Apéndice E. Certificado práctica

Apéndice F. Tabla de mapas de riesgo

Apéndice G. Entrevistas a personal operativo y administrativo

Resumen

Título: Mejoramiento de los procesos de gestión de inventarios del centro de distribución El Diamante de Distraves S.A.S

Autor: Jairo Esteban Niño Villarreal

Palabras clave: gestión de inventarios, trocado de producto, faltantes, logística.

Descripción:

En el centro de distribución El Diamante, se evidencian problemáticas asociadas al trocado y faltante de producto, las cuales generan desajustes operativos e insatisfacción en el cliente final. El presente proyecto tuvo como objetivo diagnosticar las causas de estas desviaciones y formular propuestas de mejora orientadas a fortalecer la gestión de inventarios en el área de productos congelados. Se desarrolló un diagnóstico con enfoque mixto, combinando análisis cuantitativo de datos históricos con análisis cualitativo mediante entrevistas al personal operativo y administrativo, así como herramientas de ingeniería como diagramas de Ishikawa y evaluación de procesos críticos. A partir de los hallazgos, se diseñaron propuestas relacionadas con estandarización de etiquetado, control por pesaje, asistencia tecnológica, protocolos de contingencia y zonificación inteligente del almacenamiento. Las propuestas fueron validadas mediante simulaciones técnicas y análisis de factibilidad operativa, incorporando escenarios bajo incertidumbre, estimaciones de capacidad, evaluación de tiempos de proceso y análisis de sensibilidad económica. Este enfoque permitió cuantificar el impacto esperado sobre la reducción de errores, la carga operativa y el desempeño del sistema logístico. Los resultados evidencian la viabilidad técnica de las mejoras y su potencial para reducir errores operativos, fortalecer la trazabilidad y mejorar la confiabilidad del inventario frente al sistema SAP.

*Trabajo de Grado

** Facultad de ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director Jorge Andrés Rueda Serrano Magister en Gerencia de negocios. Codirector Javier Eduardo Arias Magister en Administración de negocios

Abstract

Title: Improvement of Inventory Management Processes at the El Diamante Distribution Center of Distraves S.A.S.

Author: Jairo Esteban Niño Villarreal

Keywords: inventory management, product mix-ups, shortages, logistics.

Description:

At the El Diamante distribution center, operational issues related to product mix-ups and shortages have been identified, generating inefficiencies and customer dissatisfaction. This project aimed to diagnose the root causes of these deviations and to formulate improvement proposals to strengthen inventory management within the frozen products area. A mixed-method diagnostic approach was applied, combining quantitative analysis of historical data with qualitative assessment through interviews with operational and administrative staff, supported by engineering tools such as Ishikawa diagrams and critical process evaluation. Based on the findings, improvement proposals were developed, including labeling standardization, weight-based control systems, technological assistance, contingency protocols, and intelligent warehouse zoning. These proposals were technically validated through simulation models and operational feasibility analysis, incorporating uncertainty scenarios, capacity estimations, process time evaluation, and economic sensitivity analysis. This approach allowed the quantification of the expected impact on error reduction, operational workload, and overall system performance. Results demonstrate the technical feasibility of the proposed improvements and their potential to enhance traceability, reduce operational errors, and increase inventory reliability within the SAP system.

*Degree Project

** Faculty of Mechanical and Physical Engineering. School of Industrial and Business Studies. Advisor: Jorge Andrés Rueda Serrano, Master in Business Management. Co-advisor: Javier Eduardo Arias, Master in Business Administration.

Introducción

"El control de inventarios es el corazón de una cadena de suministro eficiente; cualquier fallo en este sistema puede resultar en pérdidas significativas y desajustes operativos" (Vollmann, 2005). En este sentido, la literatura resalta la relevancia crítica de una gestión adecuada; sin embargo, en el caso de la empresa objeto de estudio, el impacto financiero no puede ser dimensionado con precisión, aunque sí se evidencian desajustes operativos que afectan la eficiencia del proceso. Esta situación resulta especialmente relevante para el centro de distribución EL Diamante; una de las instalaciones clave en la operación logística de la empresa que maneja aproximadamente 2000 toneladas de producto al mes. En este caso, la gestión de inventarios no solo trata de mantener el flujo adecuado de productos a lo largo de la cadena de suministro; sino también aplica directamente al nivel de servicio al cliente. Las operaciones en este centro de distribución se caracterizan por el alto volumen de producto y la amplia variedad de referencias, lo que aumenta la probabilidad de errores. Actualmente, dos problemáticas afectan significativamente la calidad de los procesos logísticos en la organización: trocado de producto y faltante de producto. Ambos generan insatisfacción en el cliente debido a la recepción de un pedido diferente al solicitado. El cambio de productos se origina por deficiencias en la organización del almacenamiento, fallos en la captura y registro manual de la información, asociados a errores humanos y a la falta de verificación operativa, así como problemas en la identificación del producto. Estas causas son abordadas de manera complementaria mediante la estandarización del etiquetado y los mecanismos de identificación, así como mediante propuestas de organización física del almacenamiento, como la zonificación, orientadas a reducir errores operativos y tiempos de búsqueda. Adicionalmente, el área de congelados presenta una restricción de capacidad física

que condiciona la operación; no obstante, dicha limitación no constituye el foco del presente estudio, sino un condicionante bajo el cual se plantean las propuestas de mejora. El organismo faltante, por otro lado, no solo es de responsabilidad de la logística sino también de producción; sin embargo, en este documento, se estudiarán solo las acciones que logística puede implementar para abordar esta cuestión. En el caso del centro de distribución El Diamante, las condiciones de operación, por ejemplo, la alta tasa de rotación del personal y las deficiencias en el control y aseguramiento del cumplimiento de los métodos y procesos establecidos, entre otros, se identifican como factores críticos que condicionan la operación y que deben ser considerados en el diseño de las propuestas de mejora. Si bien la rotación de personal constituye una condición estructural relevante en la operación, el presente proyecto no aborda sus causas organizacionales, sino que plantea propuestas orientadas a reducir la dependencia del conocimiento individual y facilitar la curva de aprendizaje del personal operativo, contribuyendo así a la sostenibilidad de la operación en el tiempo. El proyecto buscará como objetivo principal discernir las causas y los efectos de los problemas de trocado y faltante en el producto, así como plantear mejoras para elevar la eficiencia y minimizar el riesgo de repetición de las causas. Para esto, se realizarán diversas actividades entre las que se encuentran entrevistas al personal, revisión de los datos históricos de los problemas, diagramas de Ishikawa y de problemas hasta una evaluación de riesgos de los procesos críticos. El beneficio para la empresa no se limita a la solución de los problemas detectados, sino que, además, permitirá establecer mecanismos de control y contención operativa que contribuyan a la estabilización del stock y al fortalecimiento del flujo de los productos, reduciendo la ocurrencia de errores y sus impactos en la operación. De esta manera, se incrementaría la capacidad de ganar para enfrentar un mercado cada vez más competitivo. El documento incluye un diagnóstico inicial con enfoque mixto, en el que el análisis cuantitativo permite delimitar el comportamiento general

del sistema y descartar relaciones causales directas, mientras que el análisis cualitativo, basado en entrevistas al personal operativo y administrativo, aporta los elementos explicativos necesarios para comprender las causas del problema y las conclusiones que llevarían a las propuestas específicas de mejora para este centro. Este enfoque proporciona elementos de análisis que orientan la toma de decisiones, a partir de información disponible y supuestos razonables definidos en el marco del proyecto.

1. Planteamiento del Problema

El centro de distribución El Diamante enfrenta un reto importante en su operación logística: el trocado de producto y los faltantes. Son dos situaciones que se presentan de manera recurrente en la operación; no obstante, debido a la naturaleza de los registros disponibles, el análisis se centra en el impacto volumétrico de los eventos y no en la frecuencia de ocurrencia por pedido y que, al final, terminan impactando de forma directa la exactitud en la entrega de mercancías a los clientes. En el día a día, estos problemas se evidencian tanto en la confusión o mezcla de referencias durante actividades como el picking, el almacenamiento o el despacho, como en la diferencia entre las cantidades registradas y las que en realidad están disponibles, generalmente asociada a fallas en los controles de inventario. Todo esto, en conjunto, genera efectos negativos para la empresa. Ahora bien, hay que considerar que la operación en El Diamante se caracteriza por el manejo de grandes volúmenes de producto y una amplia variedad de referencias, lo que configura un escenario operativo con mayor exposición al riesgo de error, asociado a la manipulación manual, la identificación visual y la gestión simultánea de múltiples referencias. Esta situación se vuelve aún más compleja cuando, si bien la organización cuenta con un sistema de gestión de inventarios, la operación depende en gran medida de procesos manuales de captura y verificación de la información, lo que genera una desconexión entre el flujo físico del producto y el registro en el sistema, limitando la capacidad de respuesta ante un entorno operativo de alta complejidad. En ese contexto, si bien existen mecanismos de identificación y control en la operación, su aplicación no es consistente ni suficiente para asegurar una correcta correspondencia entre producto, referencia y registro en el sistema, lo que facilita la ocurrencia de errores operativos, ya sea intercambiando referencias similares o ubicando los productos sin una asignación clara de espacios ni un esquema

de agrupamiento definido. Además, los faltantes no siempre se originan en un mismo punto del proceso, aunque sí terminan reflejándose en la salida del producto. En particular, en categorías sensibles como los productos congelados, la debilidad en el control y aseguramiento del cumplimiento de los procedimientos estandarizados de pesaje y verificación durante la recepción y el despacho hace que estas diferencias pasen desapercibidas. Con el tiempo, esta situación da lugar a un ciclo de errores en los inventarios, afectando la confiabilidad de las existencias y, en consecuencia, la capacidad de cumplir de manera oportuna con los pedidos de los clientes. El impacto de estas fallas es amplio. La confusión entre referencias y los faltantes en inventario se traducen en devoluciones recurrentes de producto, mayores reclamos y una pérdida de eficiencia operativa. Las causas no responden a un solo factor. Por el contrario, incluyen deficiencias en la comunicación operativa entre el personal, identificadas como factores de menor criticidad en el análisis de riesgos, pero que contribuyen a la ocurrencia de errores cuando se combinan con fallas en la ejecución de los controles, la ausencia de procesos estandarizados, la ejecución de actividades manuales críticas, como el pesaje y la identificación, sin una revisión sistemática y obligatoria, incrementa la probabilidad de errores operativos y limitaciones en la identificación visual del producto, asociadas a las condiciones físicas propias del inventario congelado. A esto se suman condiciones laborales como la alta rotación de personal y las jornadas extensas, percibidas por el personal como un factor que puede afectar la concentración durante la operación.

Todo lo anterior da lugar a un escenario un escenario con ineficiencias operativas puntuales que afectan determinados procesos del sistema logístico, donde cada error pone de manifiesto la ausencia de información operativa estandarizada y accesible en el piso, lo que obliga al personal (independientemente de su experiencia) a operar con base en supuestos individuales, limitando la escalabilidad y la robustez del sistema y la sostenibilidad de la operación. Por esta razón, el

planteamiento del problema se centra en comprender los factores operativos asociados al trocado y al faltante de producto en El Diamante. No basta con mirar solo la operación en sí; también entran en juego las condiciones organizacionales y laborales que, terminan influyendo en la forma en que se ejecutan los procesos. Al analizar estos factores en conjunto, se abre una oportunidad clara para proponer mejoras que ayuden a optimizar las actividades y a corregir las deficiencias detectadas, fortaleciendo así el sistema de gestión de inventarios. En ese caso, el proyecto se orienta a revisar la situación actual con una mirada más práctica que teórica. Para lograrlo se recurre a distintas herramientas de diagnóstico, como entrevistas con el personal que vive la operación día a día, el análisis de datos históricos y la aplicación de metodologías como el diagrama de Ishikawa y el árbol de problemas. Lo interesante de esto es que estas herramientas no solo permiten identificar dónde están las fallas, sino también entender por qué se repiten y qué impacto real tienen en la operación. Con base en estos insumos, se busca finalmente estructurar un plan de acción que ayude a reducir los errores asociados al trocado y a los faltantes y, poco a poco, mejorar la eficiencia en la gestión de inventarios de manera sostenida.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Desarrollo de un plan de mejoramiento en los procesos de gestión de inventarios, del centro de distribución El Diamante de Distraves S.A.S.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico del estado actual del sistema logístico del centro de distribución Diamante de Distraves S.A.S.
- Formular un plan de mejoramiento para los procesos de gestión de inventarios del centro de distribución de Distraves S.A.S.
- Validar técnicamente las propuestas de mejora formuladas, mediante la construcción de escenarios simulados que permitan evaluar su impacto esperado sobre los procesos de gestión de inventarios
- Formular actualización el sistema de indicadores logístico que permita evaluar y controlar el plan de mejoramiento en los procesos de gestión de inventarios del centro de distribución Distraves S.A.S
- Realizar diseño de capacitaciones al personal encargado, orientado al uso de las metodologías de las mejoras formuladas.

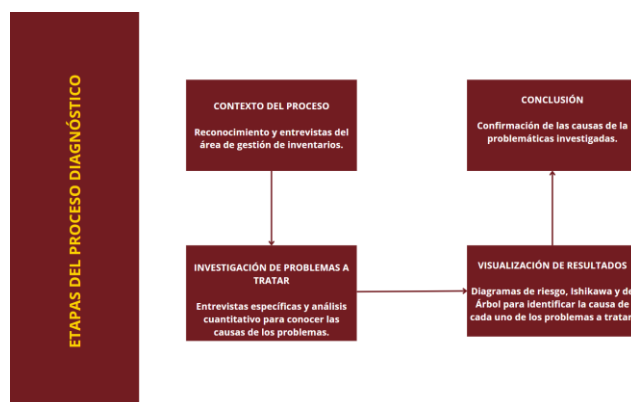
3. Diagnóstico inicial

3.1 Metodología de diagnóstico

Con el propósito de identificar las principales falencias en la gestión de inventarios, se desarrolló un diagnóstico estructurado en cuatro etapas: definición del contexto, identificación de problemas, análisis de resultados y conclusiones. Inicialmente, se caracterizó la situación actual mediante entrevistas y observación directa, priorizando las problemáticas de mayor impacto en costos y eficiencia. Posteriormente, se analizaron sus causas específicas utilizando herramientas como diagramas de riesgo, Ishikawa y árbol de problemas, complementadas con análisis cuantitativos de información extraída del sistema SAP y de los indicadores del área. Finalmente, se consolidaron y validaron las causas comprobadas de las desviaciones identificadas. Esta secuencia metodológica se resume en la Figura 1.

Figura 1

Metodología de diagnóstico



3.2 Reconocimiento del área

Para comprender los procesos de la organización, se realizó un mapa de proceso para cada uno de los sistemas pertinentes a la gestión de inventario, estos abarcan desde la recepción de

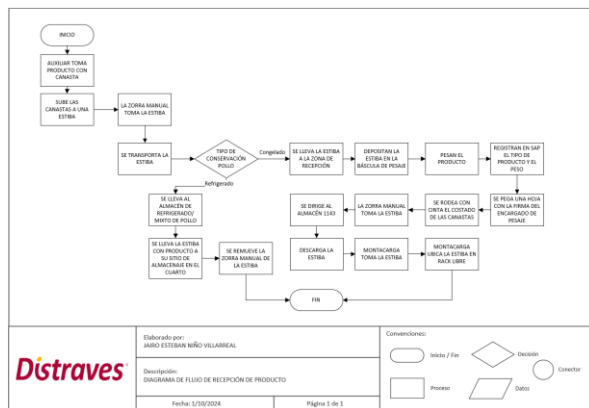
producto, organizar y custodiar inventario, gestión de picking y cargue de vehículos como se detallan a continuación

3.2.1 Recepción de productos

El proceso inicia con la recepción de productos terminados provenientes de producción, entregados en canastas que los auxiliares agrupan en estibas. Estas se trasladan a los almacenes según su requerimiento de conservación: refrigerados (entre 5 °C y -2 °C) o congelados (entre -18 °C y -25 °C). Posteriormente, las estibas son pesadas y se genera una nota con la referencia, lote y cantidad de canastas. Finalmente, los productos se almacenan en el área correspondiente, ya sea en racks o en cuartos de temperatura mixta para congelados.

Figura 2

Recepción de producto



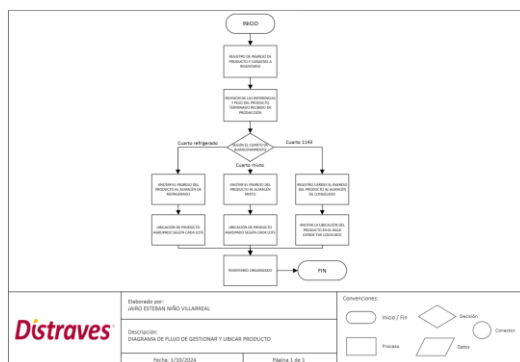
3.2.2 Organizar y custodiar inventario

Este proceso abarca desde el registro de entrada del producto en el almacén hasta su ubicación en el espacio correspondiente, considerando la temperatura de conservación. Si el producto es congelado, se dirige al almacén “1143”, que cuenta con racks, o al área “mixta”, cuya temperatura se ajusta según la demanda de almacenamiento. En caso de que sea necesario

almacenar una mayor cantidad de productos congelados que refrigerados, o viceversa, el auxiliar de logística determinará el lugar más adecuado para su depósito.

Figura 3

Gestionar y ubicar producto

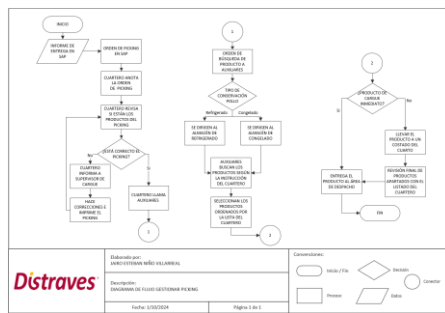


3.2.3 Gestión de picking

Este proceso comienza con la solicitud de pedido realizada por los planeadores de distribución, lo que da lugar a la generación del documento de búsqueda o picking, que detalla la cantidad de producto, la referencia, el lote y el vehículo asignado para su transporte. A continuación, un auxiliar logístico, conocido como cuartero, junto con otros auxiliares, se encarga de identificar y separar las referencias solicitadas. En ocasiones, las referencias separadas se colocan a un costado del cuarto, o bien, los auxiliares encargados de la separación las trasladan directamente para el cargue inmediato.

Figura 4 Gestionar picking

Gestionar picking

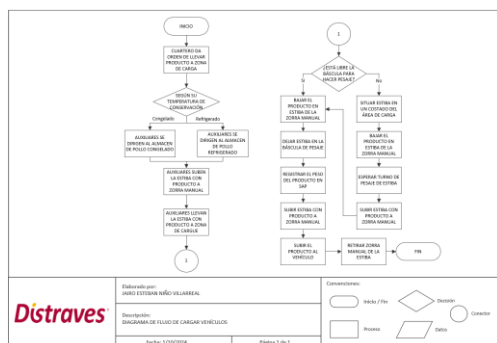


3.2.4 Cargar vehículos

Este proceso comienza con la orden de búsqueda del producto para el cargue, ya sea que el producto haya sido previamente apartado en el almacén o que se traslade directamente desde el picking a los muelles de carga. Una vez en la zona de despacho, el producto se pesa en una báscula de piso y se registra en el sistema SAP, detallando el tipo de producto, la referencia, el peso y el lote. Esto marca su salida del almacenamiento y el inicio de su ruta de distribución.

Figura 5

Cargar vehículos



3.3 Metodología de las entrevistas

Las entrevistas se desarrollaron bajo un enfoque semiestructurado, que combina una guía temática definida con flexibilidad para profundizar según las respuestas del entrevistado. Este formato permitió obtener información operativa, percepciones y propuestas de mejora de personal

con experiencia directa en el proceso. La metodología facilitó una comprensión integral de la problemática sin limitar las respuestas a esquemas cerrados, garantizando la recolección de información relevante para el análisis.

Las preguntas utilizadas fueron:

- ¿Cuáles son los problemas que enfrenta el manejo de inventario?
- ¿Qué te gustaría cambiar?

La duración de las entrevistas osciló entre 4 y 15 minutos, según la disponibilidad y profundidad de las respuestas. Las preguntas abordaron los aspectos clave del manejo de inventarios. La primera permitió identificar los principales problemas del proceso, mientras que la segunda recogió la percepción del entrevistado sobre oportunidades de mejora. Esta estructura facilitó la obtención de información general y específica, alineada con las necesidades reales del sistema. Se hicieron dos rondas de entrevista, está siendo la primera, y la segunda detallada en el apartado 5.6 Reconocimientos de causas – entrevistas para trocado y el apartado 5.10 Reconocimiento de causas – Para producto faltante.

Las personas entrevistadas en la primera fase fueron: Coordinador de cedi máster, Supervisor de inventarios y operaciones, Auxiliares de logística y Supervisor de despachos. A continuación, se muestra un resumen de lo más relevante comentado en las entrevistas.

- Entrevista a Coordinador de CEDI Máster

No existe una asignación fija por referencia de producto, lo que genera desorden en el almacén al agrupar en una misma fila varias referencias de distintos lotes. Esta situación es evidente en el CEDI Máster y aún más grave en los almacenes externos, donde incrementa los tiempos de despacho por la complejidad y demora en picking y cargue. El desorden también provoca errores de registro conocidos como troque, en los que en SAP se registra la salida de una

referencia, pero en realidad se despacha otra, ocasionando envíos equivocados a clientes o CEDIs. Esto genera desajustes en el inventario, con faltantes o sobrantes que requieren constantes ajustes. A ello se suma la falta de control en la recepción, pues se confía plenamente en los reportes de producción sin verificar exhaustivamente la cantidad recibida, lo que deriva en descuadres entre el sistema y el inventario real. Finalmente, la alta rotación de auxiliares logísticos, poco familiarizados con los productos, empaques y condiciones de almacenamiento, agrava aún más esta problemática.

- Entrevista a Supervisor de Inventarios

En la entrevista con el supervisor de inventarios se identificó que los faltantes provienen principalmente de producción, ya que las canastas entregadas a logística suelen estar incompletas, lo que genera discrepancias en lo reportado al cliente. El control del problema es limitado porque no hay suficiente personal ni tiempo para revisar cada canasta, lo que afecta la precisión del inventario. Los faltantes ocurren con mayor frecuencia en productos congelados, ya que, a diferencia de los refrigerados (que producción pesa y registra en SAP), no reciben este control previo. Además, su seguimiento es deficiente, pues los inventarios se realizan solo cada tres meses, mientras que en los refrigerados se hacen con mayor regularidad.

- Entrevista a Inspector de Inventario y Operaciones

Durante la entrevista con el inspector de inventarios y operaciones quedó claro que llevar un control adecuado de los inventarios no es una tarea sencilla. A diario ingresan grandes volúmenes de producto, superando las 100.000 aves, distribuidas en múltiples referencias, lo que vuelve el proceso particularmente complejo. En ese contexto, los errores se presentan tanto en el área de producción como en logística, la falta de personal suficiente complica aún más la verificación precisa de las cantidades por canasta. El inspector señaló que, en muchos casos, los

productos llegan al área de logística de manera incompleta. Aunque existen distintas variables que pueden explicar esta situación, desde su punto de vista el principal reto está en la imposibilidad práctica de controlar cada canasta de forma individual. Encima de eso, también se mencionó que el peso de los productos no es uniforme, lo cual dificulta establecer un peso estándar por estiba para cada referencia. A pesar de reconocer estas limitaciones, el inspector admitió que hasta el momento no se han implementado medidas concretas para reducir estos efectos ni para mejorar de manera significativa el control de inventarios.

- Entrevista a Auxiliar Logístico

Durante la entrevista con los auxiliares encargados de la recepción se hizo evidente la dificultad que existe para determinar con precisión la cantidad de productos que trae cada canasta. Ellos mismos comentaron que, en muchos casos, no conocen el número exacto que debería contener cada una, lo que genera incertidumbre y complica su trabajo desde el inicio. Aunque están familiarizados con la mayoría de las referencias, no siempre logran identificar con claridad cuándo hay cantidades faltantes, lo que representa un reto constante en las tareas de verificación. En algunas ocasiones sí han detectado canastas con cantidades visiblemente menores a lo esperado. Sin embargo, estas diferencias suelen pasar desapercibidas, principalmente porque no existe un proceso de control que sea realmente sistemático y eficiente. A esto se suma la presión por mantener la fluidez en la recepción y el almacenamiento, lo que exige trabajar con rapidez en una labor de carácter físico que, después de varias horas, termina generando agotamiento. Con frecuencia, además, deben realizar horas extras para responder a la alta demanda, y las condiciones de frío en los almacenes hacen que el trabajo sea aún más exigente, a algo a lo que no todos logran adaptarse con facilidad. Como resultado, el conteo de productos por canasta se convierte en un

proceso poco eficiente y, en ocasiones, claramente insuficiente para garantizar un control adecuado.

- Entrevista a Supervisora de despachos

La supervisora indicó que en la zona de despachos se presentan con frecuencia errores en la identificación de productos debido a la amplia variedad de referencias disponibles. El personal encargado de los pesajes rara vez verifica si el producto corresponde al solicitado en el picking, lo que genera confusiones, ya que muchas referencias cuentan con empaques similares. Esta falta de precisión ocasiona el “trocado” de productos y, en algunos casos, la falta de revisión de las estibas causa el despacho de canastas incompletas, teniendo menos producto que el que debería. Como resultado, se presentan constantes quejas de los cedis y ocasionales reclamos hechos por los clientes que piden seguidamente producto.

3.4 Resultado de las entrevistas

Entre las problemáticas mencionadas se pueden destacar las siguientes tres que se muestran en la Figura 6

Muestra de los problemas eje

Figura 6

Muestra de los problemas eje

PROBLEMAS EJE		
Problemática de espacio principalmente congelado	Trocado de producto	Faltante de producto

Este proyecto enfocará sus esfuerzos en el diagnóstico y la búsqueda de soluciones para mitigar el trocado de producto y los faltantes de producto, ya que su resolución tendrá un impacto inmediato y significativo en la eficiencia y precisión operativa.

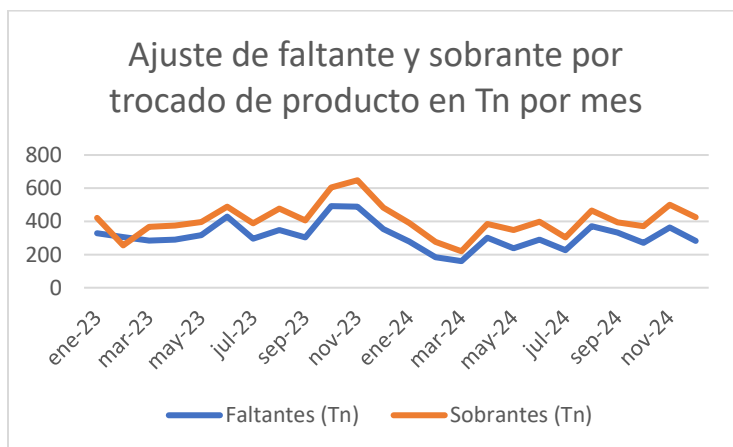
3.5 Análisis cuantitativo

- Ajustes por faltantes: se realizan cuando hay ausencia de producto de una referencia específica. En este caso, el ajuste consiste en modificar manualmente las cantidades en el sistema para que coincidan con el inventario físico.
- Ajustes por sobrantes: son análogos a los faltantes, pero en sentido opuesto. Estos ajustes se aplican cuando se registra más producto del que realmente existe físicamente, reduciendo las cantidades en el sistema para lograr la conciliación con el inventario físico.

Las gráficas que detallan estos ajustes se presentan a continuación, evidenciando las tendencias y el impacto de estas discrepancias en el sistema de inventarios.

Figura 7

Ajuste de faltante y sobrante por trocado en Tn por mes



Considerando la cantidad de producto que se maneja, resulta pertinente analizar cuáles referencias o materiales son más afectados por ajustes relacionados con este problema. Para ello, se ha elaborado un diagrama de Pareto que identifica los productos que ingresan con mayor frecuencia al almacenamiento de congelado. Asimismo, se presentan tablas que detallan la cantidad de producto, expresada en toneladas, que ha sido clasificada como trocado durante el período comprendido entre enero de 2023 y septiembre de 2024.

Figura 8

Pareto Materiales vs Cantidad en Tn

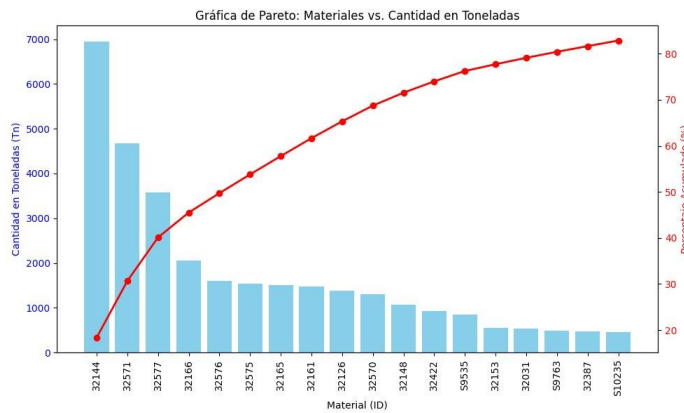


Tabla 1

Pareto de cantidad de producto trocado

Material	Faltantes(Tn)	Sobrantes(Tn)	Porcentaje	Acumulado
31445	2051,03	93,94	29,19%	29,19%
32006	783,83	20,78	11,16%	40,34%
32008	466,6	64,59	6,64%	46,99%
32009	402,68	64,37	5,73%	52,75%
32011	315,21	23,68	4,49%	57,20%
32013	262,91	39,03	3,74%	60,94%
32030	244,18	7,01	3,48%	64,42%
32031	227,55	25,52	3,24%	67,66%
32038	178,85	22,12	2,55%	70,20%
32126	170,92	153,21	2,43%	72,64%
32128	150,92	45,7	2,15%	74,78%
32129	125,83	49,61	1,79%	76,57%
32130	122,83	1,58	1,79%	76,57%
32131	113,85	0,41	1,62%	79,94%
32134	108	76,01	1,54%	81,48%
32136	105,05	47,21	1,50%	82,98%

El análisis gráfico revela que la referencia "32144" es la que presenta mayores incidencias de trocado, tanto en sobrantes como en faltantes, y coincide con ser la referencia con mayor volumen de entrada al almacén. Este dato inicial podría sugerir una relación directa entre el volumen ingresado y la probabilidad de ajustes. Sin embargo, al observar más a fondo, se identifican excepciones significativas que desafían esta correlación aparente. En donde con las demás referencias del trocado como "32006" o "32008" no coinciden con los productos con mayor entrada. Por lo que no necesariamente el trocado depende de la cantidad de entrada sino por distintos factores, para analizar esto se realizó un análisis de correlación para confirmar esto:

Tabla 2

Índice de correlación

Coeficiente	
de	-0,0129
correlación	

Para evaluar la relación entre las cantidades ingresadas y los ajustes hechos, se realizó un análisis de correlación. Los resultados confirman que no existe una correlación estadísticamente significativa entre estas variables. Esto implica que las causas del trocado de producto no radican únicamente en los volúmenes manejados, sino en otros factores, como posibles errores humanos, deficiencias en los procesos de registro o fallas en la gestión de inventarios. Este hallazgo abre la puerta a investigar aspectos operativos más específicos que podrían estar influyendo en la ocurrencia de los ajustes, los cuales se abordarán en los análisis posteriores.

3.6 Reconocimientos de causas – entrevistas para trocado

Para entender el origen del trocado, se realizaron entrevistas dirigidas especialmente a los auxiliares logísticos, el coordinador del cedi máster, el inspector de inventarios y operaciones, pero

específicamente se enfocaron en los auxiliares responsables de las áreas de recepción de producto, organización y custodia de inventarios, gestión de picking y cargue de vehículos, en donde se muestra un resumen en el inciso 5.3 Metodología de las entrevistas (entrevistas completa anexada en el apéndice G Sesión 2 entrevista). El objetivo fue identificar causas y deficiencias que incrementan el riesgo de trocado. Para reducir el sesgo de autoevaluación, cada grupo analizó procesos de otras áreas: a recepción se le consultó sobre fallas en picking y cargue, y a picking sobre posibles errores en la recepción. Aunque algunos reconocieron debilidades propias, estas fueron menos profundas que las señaladas por otros grupos. Este enfoque permitió obtener una visión más objetiva de las oportunidades de mejora, minimizando el sesgo asociado a la autoevaluación. La pregunta diseñada fue: ¿Cuál considera usted la causa del trocado de producto en (el proceso ajeno al que este desempeña)?

3.6.1 Causas de trocado en la recepción de producto

1. Saldos agrupados con otras referencias

En la recepción, producción entrega los productos a logística, donde se organizan en estibas de 35 canastas. Cuando no se completa la estiba, el remanente o saldo se agrupa con otras referencias, lo que puede generar confusiones en lotes y referencias. Aunque existe un espacio marcado para almacenar estos saldos, a veces no se sigue el procedimiento, lo que provoca mezclas de productos y errores en el control.

2. Información incompleta para los auxiliares

Además, la información sobre los productos en la recepción no se comparte de manera consistente con los auxiliares. En algunos casos, la lista de referencias se coloca en un lugar visible, pero generalmente solo se presenta al inicio de la jornada, lo que genera desinformación durante

el proceso de recepción. Este desconocimiento incrementa el riesgo de confusiones y de trocado de productos.

3. Ubicación cercana de referencias similares

Un ejemplo típico ocurre cuando dos referencias, como A y B, se colocan en estibas adyacentes. Si los auxiliares se distraen o no verifican adecuadamente, pueden colocar productos de la referencia B en la estiba de la referencia A, especialmente cuando los empaques de ambas referencias son visualmente similares. Esta situación aumenta significativamente el riesgo de error.

4. Falta de comunicación en los cambios de turno

Otro desafío surge durante los cambios de turno. Cada auxiliar conoce la ubicación de los productos que ha recibido, pero al no existir una comunicación efectiva en el relevo, el auxiliar entrante puede desconocer dónde se encuentran ciertos productos, lo que incrementa las posibilidades de mezclas entre estibas de referencias diferentes.

5. Uso confuso de etiquetas de colores

Un error común está relacionado con el uso de etiquetas. Aunque se emplean etiquetas de colores para identificar las canastas según su lote, ocasionalmente se mezclan lotes antiguos con nuevos. Esto puede provocar que productos con fechas de caducidad distintas sean cargados en los vehículos de distribución, generando problemas de trazabilidad y posibles incumplimientos en la gestión de inventarios.

6. Falta de revisión en pesaje inicial de producto congelado

En la recepción de producto congelado, cada estiba se pesa y se documenta su referencia, lote y cantidad de canastas, asegurándola con cinta antes de entrar al cuarto frío. Sin embargo, en esta etapa no se verifica si la estiba contiene realmente las referencias indicadas o saldos no reportados, lo que puede generar errores como productos trocados. Una vez dentro, las estibas se

ubicar en racks con registro manual de la ubicación, pero sin un orden definido, lo que limita la eficiencia en el almacenamiento y recuperación de productos.

7. Mezcla en líneas de productos del almacén

En varias ocasiones, colocando los productos en los almacenes, el auxiliar colocaba referencias en líneas de productos donde ya estaban ubicadas otro tipo de referencia, de modo que muchas veces el almacén no termina teniendo un agrupamiento sino se acaba mezclando unas referencias con otras, lo que abre más el riesgo a errores.

3.6.2 Causas de trocando en la gestión de picking

1. Falta de un área designada para el picking

El proceso de picking es gestionado por los "cuarteros" y los "auxiliares". Los cuarteros se encargan de identificar las referencias requeridas y dirigir a los auxiliares para buscar y trasladar los productos a la zona de carga. Sin embargo, actualmente no se cuenta con un área específica para colocar el picking, lo que dificulta el orden en el almacén. Esta carencia aumenta el riesgo de trocado, ya que no se dispone de un filtro adicional para separar los productos destinados a entrega de aquellos destinados a almacenamiento.

2. Acceso limitado al documento de picking

El documento de picking está en posesión exclusiva del inspector de cargue, lo que obliga al cuartero a tomar notas manuales para indicar a los auxiliares qué productos buscar. Este procedimiento incrementa la probabilidad de errores o confusiones al transcribir las referencias y lotes, afectando la precisión del proceso.

3. Instrucciones múltiples y riesgo de confusión

En ocasiones, los cuarteros deben dar instrucciones simultáneas a varios auxiliares, lo que puede generar confusiones. Esto resulta en la selección errónea de productos o la toma de estibas equivocadas, afectando la eficiencia y exactitud del picking.

4. Similitud de empaques y condiciones del almacenamiento

La gran variedad de referencias, combinada con empaques visualmente similares, complica la identificación de los productos. En los cuartos de almacenamiento, la formación de cristales o hielo en los productos añade una dificultad adicional para distinguir las referencias. Este problema incrementa significativamente el riesgo de trocado, especialmente bajo condiciones de alta demanda o presión.

5. Limitación en el uso de etiquetas

Aunque se utilizan etiquetas para clasificar las referencias, el sistema actual es insuficiente. Solo se dispone de cinco etiquetas para identificar más de 50 referencias, lo que reduce considerablemente la efectividad de esta herramienta para mitigar confusiones y garantizar una correcta identificación de los productos.

6. Falta de revisión

Se ha evidenciado que no es común por parte de los auxiliares o cuarteros la revisión del correcto de las referencias causa de esto es el apuro y cansancio por llevar los productos a la zona de carga, y sin esta revisión puede llevar productos trocados sin darse cuenta.

3.6.3 Cargue de vehículos

El cargue de vehículos es el último filtro para asegurar entregas correctas, pero pocas veces se revisan a fondo las referencias del almacén. Aunque el inspector puede detectar discrepancias al comparar el peso con los datos de SAP, este control depende de su experiencia y no siempre es

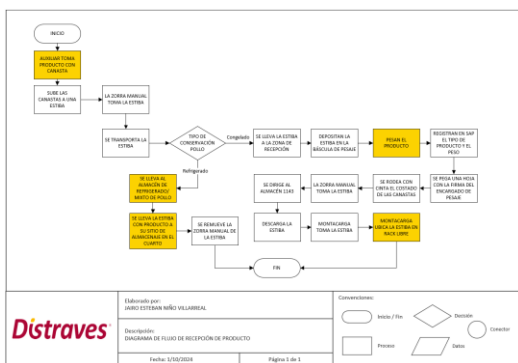
suficiente. Además, la revisión de cada canasta resulta tediosa por el alto volumen de estibas, lo que aumenta el riesgo de errores y retrasa el proceso logístico.

3.7 Mapa de riesgos – relación mapa de procesos

La tabla de análisis de riesgo de recepción relaciona no solo la causas encontradas en las entrevistas, sino en qué parte de los mapas de proceso se encuentra esa deficiencia, como se identifica en este nuevo gráfico.

Figura 9

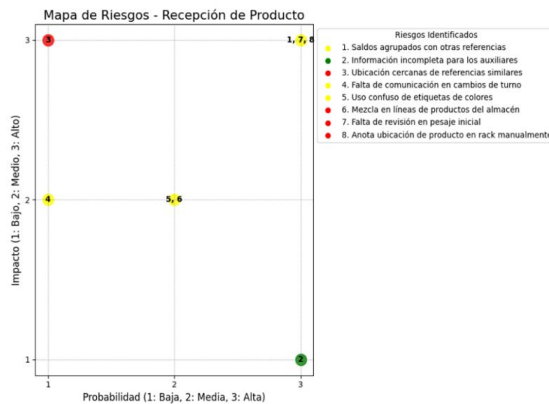
Mapa proceso riesgo recepción



La identificación de la falencia en este proceso radica en gran medida a que cada una de estas actividades se hacen de forma manual, marcando sobre todo la ubicación de producto en el sitio disponible en el almacén tanto en refrigerado como en congelado, sin importar tener racks o no, dejando todo a criterio del auxiliar, lo que lo hace susceptible a errores.

Figura 10

Mapa de riesgo recepción



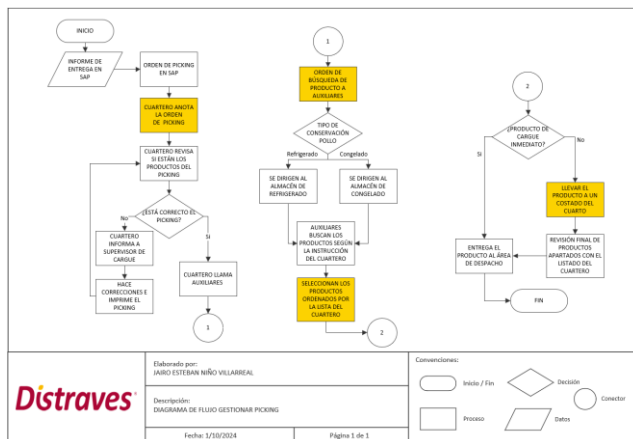
El diagrama muestra que los riesgos más críticos en la recepción son la falta de revisión en el pesaje inicial y la anotación manual de ubicaciones, ambos con alta probabilidad e impacto. Otros riesgos, como la información incompleta para los auxiliares, tienen menor incidencia y no requieren atención inmediata, lo que indica que no todos los problemas demandan la misma urgencia de intervención.

Gestión de picking – Cargue de vehículos

En este proceso podemos destacar principalmente la notación del picking de forma manual, y las confusiones y errores que se puedan cometer por los auxiliares a la hora de seleccionar el producto, lo que se hace de igual manera de forma manual, y en cuanto al cargue de vehículos, su principal falencia está en el momento de dejar la estiba en la báscula de pesaje, por el hecho de omitir en la mayoría de los casos la respectiva revisión para verificar las referencias que se van a transportar.

Figura 11

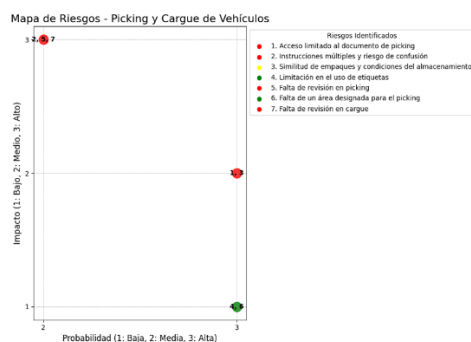
Mapa proceso riesgo picking



El diagrama evidencia que los principales riesgos se encuentran en las etapas relacionadas con la falta de revisión y la ambigüedad en los procedimientos. Riesgos como acceso limitado al documento de picking (riesgo 1), instrucciones múltiples y riesgo de confusión (riesgo 2), falta de revisión en picking (riesgo 5) y falta de revisión en cargue (riesgo 7) destacan en la zona roja, lo que indica una alta probabilidad y un impacto significativo en los procesos operativos. Por otro lado, riesgos de menor impacto como la limitación en el uso de etiquetas (riesgo 4) y la falta de un área designada para picking (riesgo 6), aunque presentes, no representan un nivel de criticidad inmediata y pueden abordarse con menor prioridad.

Figura 12

Mapa de riesgo Picking y cargue

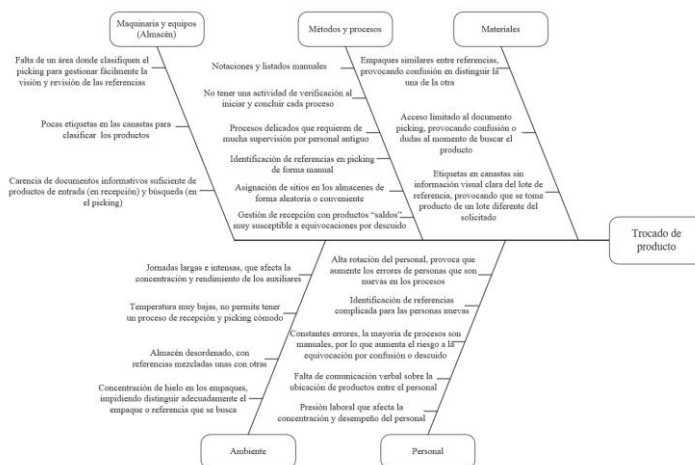


3.8 Diagrama Ishikawa Trocado

Sabiendo las causas detectadas por las personas involucradas en estos procesos, mas un análisis de riesgo que posee cada una de las causas, se procedió a revisar por distintos puntos de vista causas que se habían comentado y las que me percaté por medio de observación directa, se relacionó todas estas por medio de un diagrama Ishikawa que permite tener una visión más amplia y ordenada de las problemáticas.

Figura 13

Diagrama Ishikawa



El diagrama de Ishikawa permite estructurar las causas del trocado de producto desde múltiples dimensiones, evitando explicaciones aisladas y facilitando la identificación de áreas críticas. El análisis se organizó en cinco categorías: maquinaria y equipos, métodos y procesos, materiales, ambiente y personal, todas interrelacionadas e influyentes en la eficiencia operativa. En maquinaria y equipos se evidencian deficiencias en la delimitación de espacios, escasez de herramientas de identificación y falta de documentación accesible. En métodos y procesos, predomina la dependencia de actividades manuales y la ausencia de verificaciones sistemáticas,

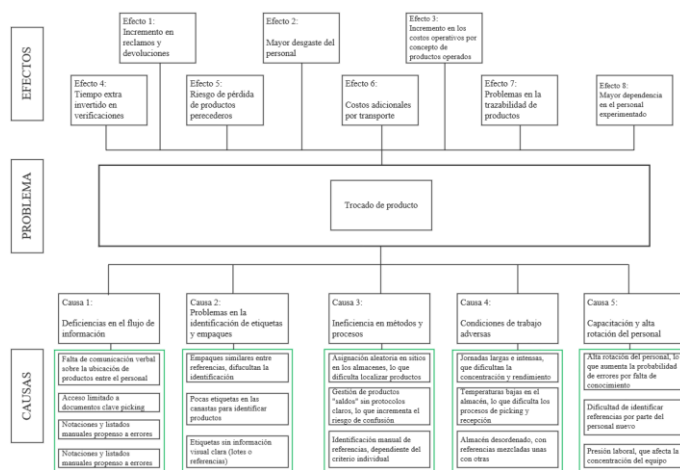
junto con asignaciones aleatorias de ubicación. En materiales, los empaques similares y la falta de etiquetado adecuado favorecen errores de selección. El ambiente laboral, caracterizado por bajas temperaturas y desorden, afecta el desempeño, mientras que la alta rotación y la presión operativa incrementan la probabilidad de error humano. En conjunto, el trocado no responde a una causa aislada, sino a la interacción de fallas en procesos, recursos, entorno y gestión del personal.

3.9 Árbol del problema Trocado

Relacionando estas causas con sus efectos se procedió a realizar un diagrama de árbol del problema, con el fin de ampliar la conexión entre las causas y los efectos que trae el trocado de producto a la organización.

Figura 14

Diagrama de árbol



El diagrama de árbol del problema muestra que el trocado de producto en el almacén se origina en deficiencias operativas y organizacionales que generan impactos logísticos y financieros. Las principales causas incluyen fallas en el flujo de información, limitaciones en el acceso a documentos de picking, uso de listados manuales, dificultades en la identificación de etiquetas y

empaques, alta dependencia de procesos manuales e ineficiencias en el almacenamiento por la ausencia de protocolos estandarizados. A estos factores se suman condiciones laborales adversas, como jornadas extensas, bajas temperaturas y desorden en el almacén, que afectan la concentración y el rendimiento del personal. Actualmente se cuenta con un indicador que permite medir la productividad “Productividad personal” en donde teniendo en cuenta la cantidad de toneladas de producto reales dividida entre la cantidad de personal por las horas que trabajadas al mes más la horas extra nos dejan ver la cantidad de toneladas que ellos pudieron operar al final del mes.

Figura 15

Productividad Personal 2023 – 2024



Finalmente, la alta rotación del personal y las deficiencias en la capacitación agravan el problema, ya que los empleados nuevos tienden a cometer más errores debido a su falta de familiaridad con los procesos. En términos de efectos, el diagrama identifica una serie de consecuencias negativas derivadas del problema, como el incremento en los reclamos y devoluciones, el desgaste del personal y el aumento de los costos operativos. En conclusión, este diagrama enfatiza cómo las deficiencias en la gestión de información, los métodos operativos y las

condiciones laborales se combinan para originar el problema del trocado de producto y exacerbar sus efectos.

3.10 Reconocimiento de causas – Para producto faltante

Siguiendo con el curso del análisis, las entrevistas realizadas tuvieron como objetivo identificar y comprender a profundidad las causas detrás de los despachos de productos con faltantes, es decir, el envío incompleto de pedidos. A diferencia de entrevistas previas, esta fue de carácter estructurada y focalizada, dirigida a roles específicos dentro del área logística, seleccionados por su participación directa en los procesos críticos relacionados con el problema. Los participantes incluyeron al supervisor de inventarios y operaciones, al inspector de inventarios y al auxiliar logístico. La pregunta central planteada fue: "¿Cuál es la causa de los faltantes de producto?" Las respuestas obtenidas evidenciaron similitudes con las causas detectadas en trocado de producto, pero destacaron un mayor énfasis en problemas relacionados con la recepción de mercancía. En particular, se identificó que, en algunos casos, producción entrega referencias incompletas a logística, lo que genera faltantes al momento de preparar los despachos (Entrevistas detalladas en los Apéndices, Sesión 3 entrevistas).

3.10.1 Causas

El análisis de las entrevistas indicó que la principal causa de los faltantes es la entrega incompleta de producto por parte de producción, especialmente en congelados, donde no se realiza pesaje previo. Aunque las canastas deberían contener cantidades estandarizadas, en ocasiones presentan unidades inferiores a las registradas. Si bien esta causa excede el alcance del proyecto, también se identificaron limitaciones en logística, particularmente en la verificación precisa del contenido de cada canasta, lo que dificulta la detección temprana de faltantes. A diferencia del trocado, los faltantes no tienen compensación posible, generando insatisfacción y afectación del

servicio. Por ello, el análisis se centra en las actividades logísticas críticas con mayor riesgo, priorizando medidas que reduzcan su ocurrencia y eviten entregas incompletas al cliente.

3.10.2 *Análisis cuantitativo de producto faltante*

La empresa mide su desempeño con 40 índices, entre ellos el “Ajustes Inv (MM)”, que refleja el costo mensual de los productos faltantes en inventario. Este se calcula comparando las existencias físicas con los registros en SAP y cuantificando la diferencia en valor monetario. El indicador incluye pérdidas por trocado, canastas incompletas y mermas, lo que permite dimensionar su impacto financiero en el tiempo.

Figura 16

Ajustes Inventario Millones de pesos



Se evidencia una tendencia ligeramente ascendente en el costo de los ajustes de inventario, aunque con una relación débil entre las variables ($R^2=0.191$), lo que indica la influencia de factores no considerados. Entre ellos destacan errores de registro, fallas en el control de inventario y variaciones logísticas, así como factores externos como la demanda, proveedores o condiciones de almacenamiento. El análisis resalta la necesidad de profundizar en las causas internas para reducir el impacto financiero, mientras que los gráficos muestran altas cantidades de producto ajustado

por faltante, sin un patrón claro en el tiempo, pero con un promedio de ajuste por faltante mensual de 37.368,83 toneladas, con su variación mostrada en el siguiente gráfico:

Figura 17

Ajuste Inventario Faltante Tn 2023-2024



3.10.3 Procesos logísticos que tienen mayor riesgo de dejar pasar canastas con faltante.

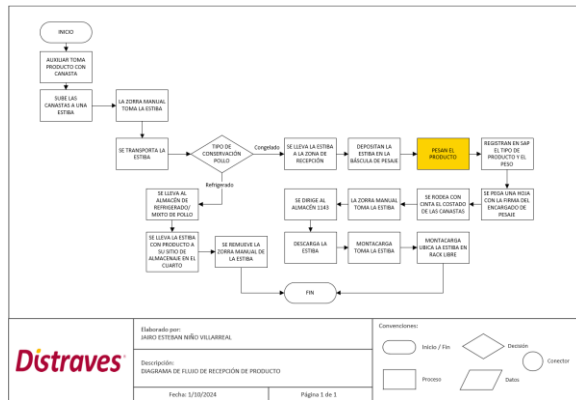
Teniendo en cuenta las entrevistas nos percatamos que es muy difícil y poco eficiente contar canasta por canasta si hay alguna faltante, es por eso por lo que en solo en tres partes hay mayor probabilidad de identificar si las hay o no, estas partes son en la recepción de producto, en el picking y en cargue, son en actividades específicas que se identifican a continuación:

3.10.4 Mapa proceso producto faltante recepción

A diferencia del trocado, los faltantes solo pueden detectarse durante el pesaje de las estibas. Sin embargo, en la recepción no existe una etapa para validar esta información: el auxiliar pesa la estiba, registra el dato y lo ingresa al sistema sin comprobar la cantidad real de producto. Como consecuencia, las diferencias pasan desapercibidas en esta fase del proceso.

Figura 18

Mapa riesgo recepción

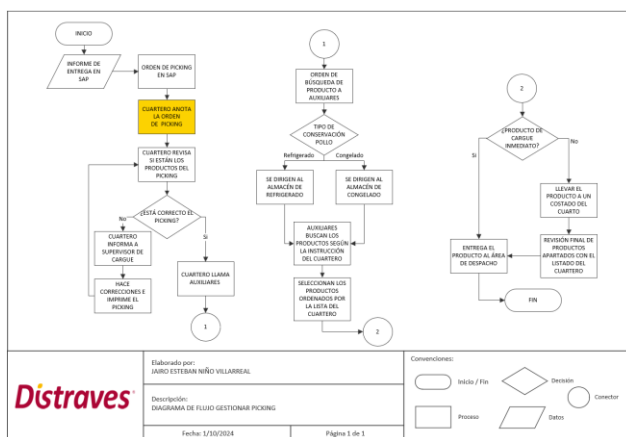


3.10.5 Mapa proceso producto faltante picking

En esta actividad, el proceso de verificación funciona como un filtro, pero su aplicación resulta difícil para el auxiliar. Aunque el cuartero revisa la existencia de los productos y lotes solicitados por el área de picking, no verifica si las canastas están completas. Esta omisión elimina una posible barrera de control para evitar el despacho de productos faltantes. Si bien se reconoce la dificultad que implicaría para el auxiliar realizar esta revisión de manera precisa, su ausencia deja abierta la posibilidad de que productos incompletos lleguen hasta el cliente.

Figura 19

Mapa proceso riesgo picking

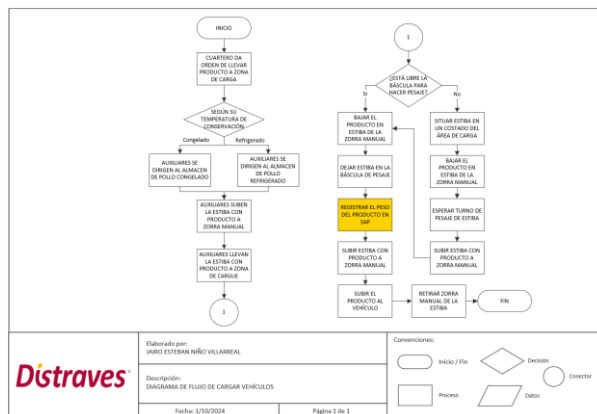


3.10.6 Mapa proceso producto faltante Cargue

En el cargue de vehículos ocurre una situación similar a la recepción: el inspector pesa los productos, pero no siempre verifica que el peso corresponda al número exacto de canastas previstas. Aunque el peso puede variar dentro de un rango aceptable, la falta de este control impide detectar faltantes antes del despacho, lo que genera entregas incompletas. Si bien no evita que producción entregue canastas con faltantes, permitiría a logística corregirlos antes de la salida, reduciendo el impacto en la satisfacción del cliente y la imagen de la empresa.

Figura 20

Mapa proceso riesgo cargue vehiculos



3.10.7 Mapa de riesgo faltante de producto

Teniendo en cuenta lo dicho anteriormente podemos encontrar que a la hora de evaluar cada uno de los riesgos de estas actividades y la probabilidad de que suceda lo vemos con mayor claridad en la Figura 21

Mapa de riesgo. El mapa de riesgos evidencia que la falta de producto en la recepción se debe principalmente a la omisión en la verificación de las canastas. Se identificaron tres riesgos: dos con alta probabilidad e impacto, y uno con alta probabilidad, pero impacto moderado. En

conjunto, el análisis muestra que la ausencia de controles en esta etapa incrementa significativamente los faltantes, afectando la operación logística y la satisfacción del cliente.

Figura 21

Mapa de riesgo



3.11 Conclusión

El análisis evidencia que, aunque el trocado y el faltante tienen causas operativas distintas, ambos se desarrollan en un entorno logístico de alto volumen, alta dependencia de procesos manuales y debilidades en los controles. El trocado genera simultáneamente un faltante y un sobrante en el sistema, reflejados en el indicador “Ajustes Inv (MM)”, lo que dificulta diferenciar entre errores compensables y faltantes puros. Desde la gestión de inventarios, el faltante no compensable representa mayor riesgo al afectar directamente la disponibilidad y el nivel de servicio. Actualmente no existe un indicador específico que distinga entre trocado y faltante puro, lo que limita el seguimiento preciso. Además, la magnitud operativa —con volúmenes diarios cercanos a 100.000 aves— dificulta la verificación manual. Si bien parte del faltante se origina en producción, logística es responsable de asegurar entregas completas. En consecuencia, se requiere no solo implementar medidas preventivas, sino también establecer indicadores diferenciados que permitan cuantificar y gestionar ambos problemas de forma independiente.

4. Marco de Referencia

4.1 Marco de antecedentes

El trabajo de grado “Plan de mejoramiento de los procesos en el área de urgencias de la Fundación Cardiovascular de Colombia” buscó optimizar el área mediante un diagnóstico en cuatro etapas, uso de herramientas de análisis y entrevistas al personal. Con los resultados se diseñaron indicadores y mejoras que redujeron los tiempos de atención en urgencias. (Ortega Pérez, 2023).

En el trabajo de grado titulado “Plan de mejoramiento de los procesos de gestión de inventarios, almacenamiento y alistamiento para la compañía pesquera Del Mar S.A.S”, el diagnóstico se basa en el enfoque propuesto por (Anaya & Polanco, 2005), Se analizaron los procesos de inventario, almacenamiento y alistamiento mediante entrevistas, visitas y validación de datos. Con ello se definieron indicadores de desempeño y se propusieron mejoras para los procesos con menor rendimiento. (Acevedo Bracamonte & Sarmiento López, 2018).

En el libro *The Handbook of Logistics and Distribution Management* aborda los conceptos fundamentales de logística y distribución, explicando cómo las diferentes funciones: como planificación, transporte, almacenamiento, gestión de inventarios y operaciones. Se integran para garantizar un flujo eficiente de productos a lo largo de la cadena de suministro, desde el proveedor hasta el cliente final. (Rushton y otros, 2022)

4.2 Marco Teórico

En este apartado se muestran las principales definiciones teóricas de los recursos que se tuvieron en cuenta durante la realización del proyecto, tomadas de diferentes fuentes que se encuentran debidamente referenciadas.

4.2.1 Gestión de inventarios

Una de las mejores maneras de definir la gestión de inventarios es citando el libro “*Production and Operations Management*” de (Stevenson, 2014) La gestión de inventarios consiste en planificar, controlar y supervisar los niveles de producto para asegurar su disponibilidad en el momento y cantidad adecuados, con el menor costo posible. Su correcta aplicación permite equilibrar la eficiencia operativa con la satisfacción del cliente, optimizando a la vez los costos y el desempeño general de la organización.

4.2.2 Cadena de suministro

De acuerdo con el libro “*Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*” de (Chopra & Meindl, 2016), La cadena de suministro es la red de proveedores, fabricantes, distribuidores, minoristas y clientes que intervienen en satisfacer una demanda. Su gestión eficiente busca coordinar actividades para entregar el producto correcto al cliente adecuado, en el momento preciso y maximizando el valor total.

4.2.3 Indicadores de gestión logística

Según en el libro “*Supply Chain Logistics Management*” de (Bowersox y otros, 2013) los indicadores de la gestión logística son métricas que permiten medir el desempeño las diversas actividades correspondientes al campo, como lo son: transporte, almacenamiento, gestión de inventarios y distribución. Su propósito es evaluar la eficiencia y eficacia de cada uno de estos procesos, permitiendo a la organización identificar deficiencias y diseñar planes de mejora, reducir costos y aumentar la satisfacción del cliente.

4.2.4 Centro de distribución

Según el libro (Rushton & Baker, 2014) Un centro de distribución es una instalación diseñada para la recepción, almacenamiento, selección y envío de productos a su destino, siendo

este punto intermedio entre la producción y el cliente. Su objetivo es facilitar la eficiencia en la logística y mejorar los tiempos de entrega al cliente.

4.2.5 Producto faltante

El producto faltante son diferencias entre las existencias físicas y los registros de inventario, creadas por errores de conteo, fallos en la recepción o despacho, o incluso por hurtos, que representan pérdidas no planificadas y afectan la disponibilidad del inventario. Según con (Lopez & Rodriguez, 2020) “Un producto faltante en inventario es toda aquella unidad que, según los registros, debería estar disponible pero no se encuentra físicamente, afectando tanto el control operativo como el nivel de servicio al cliente.”

5. Metodología

Este proyecto tuvo un enfoque de investigación de campo, teniendo sus etapas mostradas en el flujo del proceso diagnóstico para tener un análisis completo de los problemas y propuestas de soluciones efectivas en el centro de distribución El Diamante de Distraves S.A.S. Las etapas se desarrollan de la siguiente manera:

5.1 Contexto del Proceso

En esta etapa se realizó el reconocimiento general del área de gestión de inventarios. A través de entrevistas con los encargados del proceso y observaciones directas, se busca entender el contexto operativo y los principales problemas.

5.1.1 Actividades para desarrolladas

- Reconocimiento del área de gestión de inventarios.
- Realización de entrevistas con el personal clave.
- Documentación del contexto y levantamiento de información inicial.

5.1.2 Resultados

Se obtuvo un panorama general sobre las operaciones del área de inventarios, identificando los procesos críticos y cumpliendo el primer paso del diagnóstico.

5.2 Investigación de problemas tratados

En esta etapa se investigó los problemas identificados, utilizando entrevistas específicas y herramientas de análisis cuantitativo para determinar las causas raíz.

5.2.1 Actividades desarrolladas

- Aplicación de entrevistas estructuradas con el personal.
- Análisis cuantitativo de datos recolectados.
- Identificación de las causas principales de los problemas.

5.2.2 Resultados

Confirmación de las problemáticas clave mediante un análisis detallado, estableciendo las bases para su resolución.

5.3 Visualización de Resultados

En esta etapa se utilizaron herramientas como diagramas de Ishikawa, análisis de riesgos y diagramas de árbol para representar gráficamente las causas de los problemas y priorizar soluciones.

5.3.1 Actividades desarrolladas

- Elaboración de diagramas de Ishikawa para identificar causas principales.
- Creación de diagramas de árbol para clasificar y jerarquizar problemas.
- Identificación de riesgos asociados al proceso actual.

5.3.2 Resultados

Visualización clara y detallada de las causas de los problemas, facilitando la formulación de estrategias de mejora.

5.4 Formulación del Plan de Mejoramiento

A partir de los resultados obtenidos en las etapas anteriores, se diseñó un plan de mejoramiento enfocado en mitigar las problemáticas detectadas y maximizar los procesos.

5.4.1 Actividades desarrolladas

- Consolidación de conclusiones basadas en los análisis previos.
- Diseño del plan de mejoramiento con acciones correctivas.
- Propuesta de actualización de indicadores logísticos.
- Diseño de capacitaciones al personal que influya directamente en los procesos tratados.
- Presentación del plan a gerencia logística.

5.4.2 Resultados

Visualización de problemas y propuestas de mejoramiento por parte de gerencia logística, cumpliendo con los objetivos específicos del proyecto y estableciendo propuestas de medidas sostenibles para el futuro.

6. Plan de mejoramiento

Conociendo las causas de ambos problemas que afectan a la empresa podemos darnos cuenta en el seguimiento de sus procesos que muchas de sus falencias están sujetas a las debilidades en su sistema de revisión, especialmente en procesos donde el riesgo de cometer uno de estos errores aumenta, y es crucial que las medidas de mejora estén sujetas principalmente a este tipo de procesos, por lo que siguiendo este hilo de ideas, las siguientes propuestas están

diseñadas de modo que logre minimizar el riesgo de faltante y trocado así como a su vez crear un sistema de contingencia en caso de detectar alguno de estos. Inicialmente el proceso de recepción tiene como principal riesgo recibir alguna canasta con faltante, por lo que la secuencia de revisión va ligada directamente con las propuestas 6.1 y 6.2, que son especiales para la detección en forma de los faltantes, luego se continua con la propuesta 6.3, donde por medio de su asignación de etiquetado se pretende disminuir el riesgo de confusión visual, y con ello también reducir el trocado de productos, continuando también con un sistema que ayuda a guiar a los operarios en caso de encontrar algún producto faltante o de trocado, en la propuesta 6.4 se busca enseñar qué hacer en caso de que en recepción se detecte alguna faltante o en despacho se vea un trocado, para luego concluir con la propuesta 6.5 donde se dispone a enseñar un orden en el que las estibas según su referencia puedan almacenarse, con el fin una vez más, de evitar el trocado visual de producto. Todas estas propuestas están relacionadas entre sí, para que funcione de forma armoniosa sin interrumpir significativamente la eficiencia diaria de logística, son propuestas sencillas, tres de fácil implementación, en la que si bien, no eliminará completamente los problemas tratados, hará que el riesgo de que sucedan disminuya significativamente. Los responsable del seguimiento se muestran en la Tabla 3

Responsable del seguimiento.

Tabla 3

Responsable del seguimiento

Propuesta	Responsable de implementación
Propuesta 1	Inspector de inventario y operaciones
Propuesta 2	Coordinadora administrativa, Jefe logístico
Propuesta 3	Inspector de inventario y operaciones
Propuesta 4	Inspector de inventario y operaciones
Propuesta 5	Inspector de inventario y operaciones

Tabla 4*Estimación de inversión (CAPEX) y gastos operativos (OPEX) por propuesta*

Propuesta	Concepto	Tipo	Descripción	Cantidad	Costo Unitario (COP)	Costo Total (COP)
Propuesta 1: Control por pesaje	Báscula industrial	CAPEX	Báscula digital para pesaje de estibas (capacidad 1-2 ton)	1	6.500.000	6.500.000
	Adecuación área de pesaje	CAPEX	Señalización y demarcación básica del punto de control	1	800.000	800.000
	Mantenimiento preventivo	OPEX anual	Calibración y mantenimiento básico	1	600.000	600.000
Subtotal						7.900.000
Propuesta 2: Etiquetado estandarizado	Etiquetas plásticas reutilizables	CAPEX	Etiquetas resistentes a frío y humedad	200	6.000	1.200.000
	Marcadores industriales	OPEX	Marcadores borrables resistentes al frío	10	25.000	250.000
	Reposición anual de etiquetas	OPEX anual	Reemplazo por desgaste	1	300.000	300.000
Subtotal						1.750.000
Propuesta 3: Protocolo de contingencia	Diseño de procedimiento	CAPEX	Elaboración y documentación del POE	1	0	0
	Capacitación operativa	OPEX	Jornada interna de capacitación	1	400.000	400.000
Subtotal						400.000
Propuesta 4: Zonificación inteligente	Señalización física	CAPEX	Pintura de piso, cartelería básica	1	1.200.000	1.200.000
	Ajustes menores de layout	CAPEX	Reubicación interna sin obra civil	1	600.000	600.000
Subtotal						1.800.000
Propuesta 5: Propuesta 2: IA (piloto)	Cámara industrial	CAPEX	Cámara para visión artificial en punto de control	1	2.500.000	2.500.000
	Software IA (piloto)	OPEX anual	Licencia o desarrollo básico piloto	1	3.000.000	3.000.000
	Infraestructura TI	CAPEX	PC Industrial / servidor básico	1	4.000.000	4.000.000
Subtotal						9.500.000
Propuesta 2						9.500.000
Total estimado general						21.350.000

las propuestas basadas en mejoras operativas y estandarización (Propuestas 1, 3, 4 y 5) presentan una baja inversión inicial y un impacto significativo en el control del inventario, lo que las convierte en alternativas altamente viables para una implementación progresiva. Por su parte, la Propuesta 2, basada en visión artificial, representa una inversión mayor y se plantea como un proyecto piloto sujeto a validación técnica y económica previa, coherente con las capacidades actuales de la organización.

6.1 Propuesta 1

Al tratar con el problema de faltante se reconocen varios factores que limitan su solución, el principal y mencionado en las entrevistas es que de por sí las canastas llegan a logística con faltante en ellas, sin embargo, es responsabilidad de logística hacer que las entregas a clientes y cedis sean completas, por lo tanto la toma de acciones se debe central principalmente en los procesos en los cuales haya mayor riesgo de dejar pasar un faltante, siguiendo el diagnóstico en la sección 3.10 podemos identificar dichos procesos: Recepción de producto y Cargue de vehículos. Estos lo son debido a que pasa por una revisión física tanto cuando se está recibiendo para almacenaje como para cargue de entregas. En estos procesos se incluye una actividad que refiere al pesaje, y es justo allí en donde se puede considerar un momento de revisión a las canastas para corroborar de que todo esté en orden. En la entrevista 3.3 realizada al Supervisor de Inventarios se comenta que es complejo la revisión de cada canasta teniendo en cuenta lo limitado del personal, es cierta esta afirmación, conociendo también que una estiba llena tiene 35 canastas en ella, y cada canasta puede contener, por ejemplo: 12 alas de pollo por canasta. Para dos o tres auxiliares que estén en el momento de recepción y pesaje se hace complicada esta labor, y más cuando se conoce que las cantidades a recepcionar son considerablemente altas, por lo que se requiere una propuesta que ayude a disminuir el riesgo de pasar canastas con faltante y que no interrumpa los tiempos de la operación, para que de esta forma siga siendo eficiente la recepción y el despacho. La propuesta establece un control de verificación por pesaje en la recepción y despacho, utilizando como referencia el peso promedio por canasta multiplicado por la cantidad transportada en la estiba, más el peso promedio de la estiba. Con ello se define un rango aceptable que permite detectar anomalías sin recurrir a conteos manuales unidad por unidad. El control consiste en comparar el peso real

registrado en báscula con los rangos establecidos, incorporando un margen de tolerancia del 5% para absorber variaciones normales del producto.

Tabla 5

Rango de error

Condición	Rango de Canastas	Margen de error
Semi vacío	11 - 10	5%
Parcial	11 - 21	3%
Semi completo	22 - 30	2%
Completo	31 - 35	1%

Se consideraron estos márgenes de error siguiendo documentación sobre estadística y control de calidad, en especial (Montgomery, 2009) que nos dice *“En los procesos industriales donde se debe minimizar la variación de la medición para detectar pequeñas desviaciones, a menudo se establecen límites de error aceptables entre el 0,5% y el 1% del valor objetivo, dependiendo de la sensibilidad requerida.”* De igual manera citando a la norma ISO (5725-1:1994) - *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results* – Donde menciona *“Para los sistemas de medición industriales, la precisión debe ser tal que el error de medición no exceda el 1 % de la cantidad medida cuando el resultado se utiliza para fines de control de calidad.”* Sabiendo que, a mayor cantidad de canastas, la cantidad de kilogramos trabajados se eleva considerablemente y el poder detectar si alguna canasta tiene faltante se dificulta a mayor cantidad de canastas, siendo el mayor riesgo con 35 canastas, usando el margen de error del 1% para este caso asegura mayor fiabilidad a la hora de revisión. Conociendo igualmente la naturaleza de los productos trabajados (cárnicos) estos poseen la característica de tener peso variable, es por eso que en una estiba que posea menos canastas se tiene un rango de error amplio, contemplando la posibilidad de variaciones, la intención no es medir el peso con exactitud de laboratorio, sino

detectar anomalías significativas en un entorno industrial, donde los volúmenes son altos y los tiempos reducidos. El proceso de verificación consiste en proporcionar a los operarios de pesaje un manual con los rangos aceptables para las 56 referencias de producto congelado. Cada hoja contiene el peso promedio estimado por referencia, calculado a partir de datos estandarizados del área logística. Durante la recepción, el operario consulta el rango correspondiente y compara el peso registrado; si se encuentra fuera del límite, se activa una alerta para revisión detallada según los protocolos definidos en propuestas posteriores. La estandarización del control facilita su aplicación incluso por personal con menor experiencia, reduciendo el impacto de la alta rotación. La siguiente tabla presenta el contenido tipo de una hoja de verificación, ejemplificado con la referencia “32128 – Chuleta Pechuga Cong.”.

Tabla 6*Tabla comparativa propuesta 1*

Referencia		32128		
Descripción de la referencia		Chuleta Pechuga Cong		
	Número canastas	Peso Estimado (kg)	Rango Mín	Rango Máx
	1	20	19,0	21,0
Margen 5%	2	40	38,0	42,0

	10	200	194,0	210,0
	11	220	213,4	231,0
Margen 3%	12	240	232,8	252,0

	21	420	399,0	441,0
Margen 2%	22	440	418,0	462,0
	23	460	437,0	483,0

	30	600	594,0	606,0
	31	620	613,8	626,2
Margen 1%	32	640	633,6	646,4
	33	660	653,4	666,6
	34	680	673,2	686,8
	35	700	693,0	707,0

6.2 Propuesta 2

La principal dificultad que se tiene a la hora de identificar un faltante en la recepción o entrega de producto nace desde el hecho de la complejidad que posee revisar canasta por canasta,

y a la vez tener la necesidad de verificar que cada producto según su referencia esté acorde al estándar establecido. Ante esta dificultad operativa surge la necesidad de incorporar herramientas tecnológicas que permitan acelerar la verificación sin comprometer la precisión del control, y con ayuda de la tecnología actual ese proceso de verificación no se encuentra tan lejos de ser una realidad. En esta propuesta me dispongo a compartir un sistema de verificación volumétrica mediante visión 3D asistida por inteligencia artificial (IA). Siguiendo casos como con (Photoneo, 2024) (inspección 3D continua y control de palletización) que describe casos donde un escáner 3D realiza inspección continua del pallet tras cada colocación, comparando la nube de puntos escaneada con el “plan teórico” y detectando discrepancias de colocación o faltantes. Este sistema sería instalado en el área de logística y se utilizaría justo en la recepción, sin intervenir los procesos de producción, lo que hace viable su aplicación desde el alcance logístico del proyecto, pero a diferencia de lo usado con Photoneo, este sistema tendría una asistencia con (IA), ayudando así a los operarios encargados de la recepción a identificar cuáles son las canastas que poseen faltante. Sería una solución que ayude a complementar la propuesta 6.1. Este cumpliría con los siguientes procesos principales:

- Estación de escaneo: se define un punto fijo en el área de recepción, donde se colocará cada estiba antes de ser almacenada. La estiba debe contener canastas de una misma referencia. Será colocada justo después de ser pesada, luego de haber revisado la opción 6.1 Propuesta 1, se requiere así pues el primer caso es un filtro contra faltantes masivas, donde el lugar del error se puede validar con un vistazo al peso, luego de esa validación, se examinaría con mayor exactitud cada estiba, pues en caso de que haya una discrepancia en la comparación del peso que se hace en la Propuesta 1, es difícil identificar en qué canasta se encuentra dicha faltante, sin embargo, luego

pasar al proceso de escáner permite conocer en cuál canasta se encuentra el problema, con esto se pretende disminuir el riesgo de faltante y agilizar la recepción significativamente.

- Captura visual 3D: con ayuda de una cámara de profundidad o escáner volumétrico (por ejemplo, Intel RealSense o sensor LIDAR industrial) colocada en un soporte elevado para capturar una imagen tridimensional de toda la estiba. El operario deberá ubicar la estiba justo debajo de esta donde se encontrará su rango de visión, una vez capturada la imagen procederá la asistencia con IA para el análisis pertinente.

- Análisis mediante IA: un software previamente entrenado analiza la imagen volumétrica de la estiba y compara el volumen visible de cada canasta contra un patrón de referencia almacenado. Si se detecta una anomalía volumétrica significativa (una canasta con menor altura, forma irregular o vacíos, una cantidad de unidades incompletas para la referencia que debiera tener la canasta), se genera una alerta, si una canasta está completa la imagen mostrará la asignación en color verde, en caso de que no, la identificará de color rojo, permitiendo al operario revisar con detalle esa canasta específica.

- Retroalimentación al operario: la alerta indica qué canasta específica debe ser verificada manualmente, sumado con la Propuesta 5, ayuda al operario revisar y corregir el error antes de que la canasta entre al almacenamiento y sea futuramente despachada.

La asistencia visual con IA se plantea como prueba piloto para evaluar su viabilidad técnica, operativa y económica antes de una posible implementación a mayor escala. El presupuesto estimado incluye cámaras básicas, adecuación mínima del espacio, uso de infraestructura informática existente y desarrollo conceptual del sistema. Bajo estas condiciones, el costo del piloto oscila entre \$6.500.000 y \$9.800.000 COP, valor considerado razonable para una validación tecnológica inicial, como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 7*Estimación costos de implementación Propuesta 2*

Concepto	Descripción	Costo estimado (COP)
Cámaras de visión	Cámaras IP o industriales de resolución media, adecuadas para ambientes de frío (2 unidades)	\$1.200.000 – \$1.800.000
Soportes y adecuación	Soportes, cableado, protección básica y adecuación del punto de inspección	\$300.000 – \$500.000
Equipo de cómputo	Computador con capacidad de procesamiento suficiente para pruebas piloto (reutilizable si la empresa dispone de uno)	\$3.000.000 – \$4.000.000
Desarrollo / configuración del piloto	Configuración de librerías open source y desarrollo conceptual del sistema de detección (prototipo funcional)	\$2.000.000 – \$3.500.000
Capacitación operativa	Capacitación al personal logístico sobre uso del sistema y protocolo de acción	\$300.000 – \$600.000
Costo total estimado del piloto		\$6.800.000 – \$10.400.000

6.2.1 Restricciones técnicas y consideraciones operativas del sistema de visión artificial

La implementación de visión artificial en almacenamiento de congelados presenta limitaciones técnicas derivadas de superficies reflectantes, humedad y recubrimientos plásticos, que pueden afectar la calidad de imagen y la precisión del análisis volumétrico. Por ello, el sistema se plantea como herramienta de apoyo y pre-filtrado, no como mecanismo autónomo de validación. Las alertas generadas señalarían posibles anomalías para verificación manual, reduciendo omisiones. Asimismo, se contempla un esquema de continuidad operativa que garantice el flujo de recepción ante fallos tecnológicos. En caso de indisponibilidad del sistema, el proceso continuaría bajo el procedimiento manual vigente, evitando interrupciones y asegurando que la tecnología funcione como una capa adicional de control y no como un punto único de falla.

Figura 22

Ejemplo de verificación hecha con IA



6.3 Propuesta 3

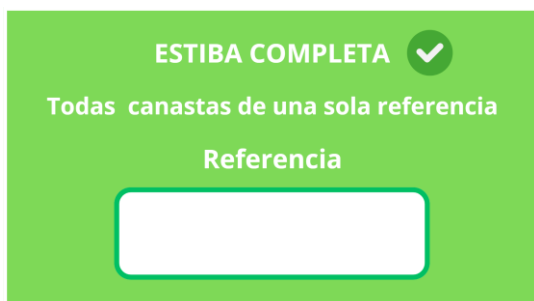
En las observaciones y entrevistas realizadas podemos notar el parentesco que se tienen los empaques de una referencia a otra, como menciona en la sección 3.2.1 donde habla de la confusión que posee las etiquetas de asignación que poseen, suelen confundirse lotes y referencias, sumado a lo que se habla en la sección 3.6.2, donde expone la similitud que se tienen en los empaques de la empresa, siendo la gran mayoría del mismo color y diseño similar, no ayudando tampoco las condiciones frías del almacén, provocando que los empaques se recubran de escarcha haciendo que sea más difícil identificar unos de otros, todas estas causas solo ocasionan que el riesgo de trocar los productos aumente significativamente, pues el error de confusión por parte de los operarios estaría presente por cada orden de pedido realizado. En respuesta a esta problemática, se propone la implementación de un sistema visual estandarizado de etiquetas, fácil de aplicar, entender y mantener, que clasifique las estibas según su contenido utilizando tres etiquetas codificadas por colores. Se busca con esto mejorar el sistema de etiquetado que se tiene actualmente, pero a diferencia de estas, crear una clasificación manual en los que por medio de la simple observación de colores se pueda tener una imagen de confianza al conocer las referencias y cantidad de canastas que posea cada estiba dispuesta a almacenar, este es un sistema que no solo puede ser aplicado a la sección de productos congelados sino también los de refrigerado, lo que

ayuda a reducir el riesgo de trocado por causa de confusión del operario a cargo del picking y despacho. Las etiquetas serán asignadas en el momento de la recepción y pesaje de productos, será hecha justo después de haber hecho las respectivas validaciones propuestas en las secciones 6.1 y 6.3, en donde luego de que el operario descarte la posibilidad de que la estiba tenga faltantes significativas o ninguna faltante, clasifique cada una de estas con su respectiva etiqueta para posteriormente ser almacenada. La descripción del diseño y uso de cada etiqueta son:

Etiqueta verde – Estiba completa: Se utiliza cuando la estiba contiene exactamente todas las 35 canastas de una sola referencia. La etiqueta cuenta con un espacio visible para escribir la referencia correspondiente. Esta es la etiqueta de mayor confianza, pues así el personal de recepción asegura asignando esta marca que es una estiba meramente de la referencia escrita, así también confirma que es una que no tiene tampoco problemas de faltante, de esta forma, los operarios de picking y despacho al buscar los productos del almacén, sin importar lo confuso de los empaques, siguiendo las instrucciones de la etiqueta pueden reconocer la referencia buscada y además, asegurarse la cantidad de producto que esta posee.

Figura 23

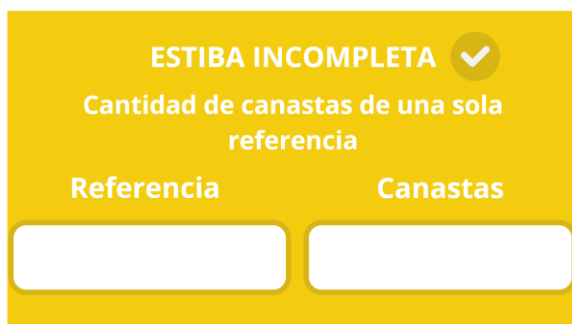
Etiqueta verde – Estiba completa



Etiqueta amarilla – Estiba incompleta (una sola referencia): Aplica cuando la estiba contiene menos de 35 canastas, pero todas corresponden a una única referencia. La etiqueta permite anotar tanto la referencia con el número exacto de canastas. Esta clasificación se diseña de esta forma debido a que no siempre se puede conseguir que una estiba tenga la cantidad de canastas necesarias para utilizar todo el espacio posible, pero con esta asignación permite saber que, si bien la estiba no está al máximo de su capacidad, todas las canastas que posee son de una misma referencia, permitiendo dar confianza y agilizar el picking.

Figura 24

Etiqueta amarilla – Estiba incompleta



ESTIBA INCOMPLETA ✓

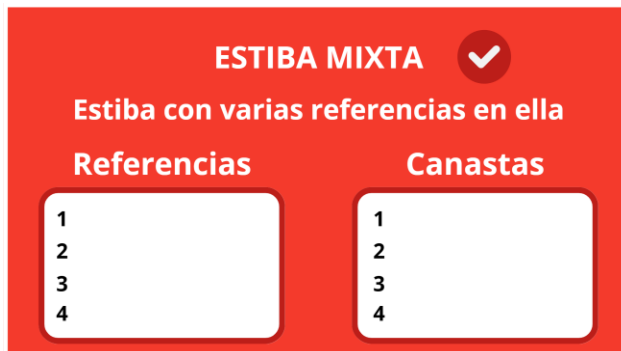
Cantidad de canastas de una sola referencia

Referencia	Canastas
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Etiqueta roja – Estiba mixta: Esta etiqueta se utiliza cuando una estiba contiene canastas de distintas referencias. Permite registrar hasta cuatro referencias y la cantidad de canastas de cada una. Dado que, por limitaciones de espacio, esta práctica es común en el almacén y aumenta el riesgo de trocado, la etiqueta roja actúa como una advertencia visual. Su uso alerta al personal de picking y despacho para extremar el cuidado en la selección del producto, reduciendo así la probabilidad de errores.

Figura 25

Etiqueta roja – Estiba mixta



Las etiquetas serán reutilizables, plastificadas en material resistente al frío y diligenciadas con marcador borrable, lo que permite flexibilidad sin generar sobrecostos. Se espera una reducción significativa de errores de trocado al ofrecer una guía visual clara, ahorro de tiempo en identificación y picking, mejora en la trazabilidad y apoyo en la capacitación del personal nuevo. La propuesta presenta alta factibilidad y bajo costo al no requerir inversión tecnológica, sino optimización de recursos existentes. Las etiquetas estarán fabricadas en material liviano, resistente y reutilizable, como polipropileno expandido (PP) o PVC flexible, adecuado para condiciones de frío extremo y manipulación frecuente.:

- Flexibilidad y durabilidad: permite que la etiqueta se pliegue o doble sin romperse, facilitando su instalación y retiro en estibas sin necesidad de adhesivos permanentes.
- Resistencia a bajas temperaturas y humedad: ideal para el cuarto de congelado, ya que el material no se agrieta ni se deforma con el frío.
- Superficie apta para escritura y borrado: compatible con marcadores tipo pizarra, permitiendo escribir, borrar y reutilizar la etiqueta fácilmente.
- Espesor recomendado: entre 0.5 mm y 1 mm, para garantizar rigidez sin perder flexibilidad.
- Acabado plastificado o mate antirreflejo: para que sea legible en diferentes condiciones de iluminación y no se desluzca con el uso.

- Sistema de sujeción: cada etiqueta incluirá una solapa plegable o gancho lateral que se podrá enganchar fácilmente en el marco de la estiba, sin necesidad de cinta adhesiva, clavos o grapas. Este diseño facilita la implementación rápida del sistema, asegura uniformidad visual y mantiene bajo el costo de producción y mantenimiento del material.

6.4 Propuesta 4

Cuando en el proceso de recepción nos encontramos con el problema de faltante o en el cargue de vehículos hallamos que era posible trocar los productos necesitamos contar con un protocolo que ayude al personal a encargarse de dichos asuntos sin interrumpir los procesos, se sabe gracias a lo descrito en la sección 3.10.1 donde gracias a las limitaciones logísticas de cara al personal hace poco viable revisar canasta por canasta que se esté recibiendo de producción si estas tienen el producto completo, o revisar si las estibas a despachar para cargue de vehículo tengan otras referencias de producto que no correspondan a la orden solicitada. En las propuestas hechas como lo son: 6.1, 6.2 y 6.3 habla sobre opciones para reducir la posibilidad de que algunos de estos errores sucedan, sin embargo, no ofrecen un procedimiento cuando se detecte el error, es por eso que en la presente se propone un procedimiento que ayude al personal a tomar acción cuando se detecte algún faltante o trocado en los procesos de recepción y cargue de vehículos.

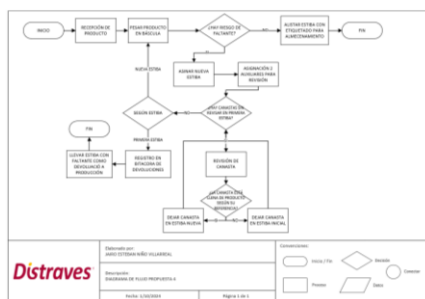
Recepción de Producto

El protocolo de contingencia se activa cuando el operario de pesaje detecta un peso fuera del rango permitido para una referencia. En este caso, se emite una alerta y la estiba se traslada a un área lateral para revisión, sin afectar el flujo normal de recepción. Si se cuenta con asistencia por IA (propuesta 8.2), se revisan únicamente las canastas señaladas y se devuelven a producción las que presenten faltantes. En caso contrario, se realiza una inspección manual, separando las canastas completas de las incompletas. La estiba con producto conforme se valida nuevamente en

báscula y continúa a inventario, mientras que la estiba con faltantes se devuelve a producción debidamente identificada. Este procedimiento permite controlar inconsistencias sin generar cuellos de botella y asegura que solo producto conforme ingrese al almacén.

Figura 26

Diagrama de flujo propuesta 5 en recepción

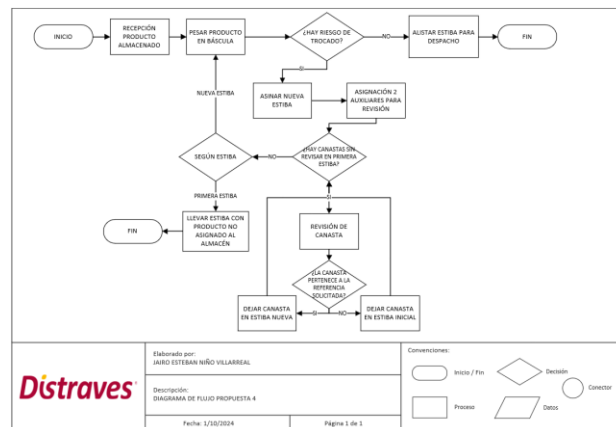


Cargue de vehículos

Durante el proceso de cargue, el control se enfoca en prevenir casos de trocado, asumiendo que las estibas ya fueron validadas en recepción. El control se apoya en el sistema visual de etiquetas, que permite identificar estibas con posibles riesgos. Si el auxiliar de despacho detecta una discrepancia entre la orden de picking y la estiba, o identifica una etiqueta roja, se activa el protocolo de revisión. La estiba se traslada a una zona lateral para verificación sin afectar el despacho general. En caso de confirmarse el trocado, se corrige, se reetiqueta y se reincorpora al flujo de despacho. Este procedimiento actúa como un control final antes de la salida del producto, reduciendo errores y fortaleciendo la trazabilidad y confiabilidad del inventario.

Figura 27

Diagrama de flujo propuesta 5 en Cargue de vehículos



6.5 Propuesta 5

Analizando el problema de trocado nos damos cuenta de que sus causas, a diferencia del problema de faltante, si están directamente relacionadas con el área de logística, donde en el diagnóstico podemos ver procesos con espacios que aumentan el riesgo a trocar los productos. En la entrevista 7 de la sección 3.6.1 podemos notar que una de las causas del trocado es la falta de asignación de espacios para cada referencia en el almacén, esto sumado a la similitud que hay en los empaques de cada referencia hace que aumente el riesgo de confusión y, por ende, al trocado del producto. Se propone un diseño de asignación fija de referencias en el almacén de congelados, orientado a reducir el riesgo de trocado y mejorar la eficiencia operativa. Aunque la empresa opera bajo el sistema PEPS, la alta variedad de referencias exige priorizar aquellas de mayor rotación mediante ubicaciones específicas. Para ello, se identificaron los productos con mayor volumen de ingreso aplicando el principio de Pareto (80/20). Como soporte, se estimó la entrada promedio anual de producto y se distribuyó en 313 días hábiles —excluyendo domingos— para calcular la carga diaria en toneladas, cuyos resultados se presentan a continuación.

Tabla 8

Toneladas de producto entrante

Referencia	Entrada diaria (Tn)	Porcentaje
32144	22,22	22,81%
32571	14,91	15,30%
32577	11,44	11,74%
32166	6,67	6,74%
32576	5,09	5,22%
32575	4,93	5,06%
32165	4,82	4,95%
32161	4,72	4,84%
32126	4,43	4,55%
32570	4,14	4,25%
32148	3,4	3,49%
32422	2,98	3,06%
S9535	2,73	2,80%
32153	1,78	1,83%
S9763	1,58	1,62%
Total	97,43	100%

El almacén está conformado por cinco bloques (de la A a la E), cada uno con cuatro niveles de estantería vertical, lo que permite un aprovechamiento escalonado del espacio. Bajo esta reorganización:

- Los bloques C y D estarán destinados en su totalidad a las 18 referencias Pareto.
- Los bloques B y E se asignarán a las referencias restantes, de menor volumen y rotación.
- El bloque A, por ser el más alejado de la entrada, se reservará como zona de respaldo: estibas mixtas, sobrestock o productos de salida poco frecuente.

las referencias que representan el mayor volumen de movimientos (aproximadamente el 20% de los productos que generan cerca del 80% de la operación). Estas referencias serán reubicadas en las zonas más cercanas a la entrada/salida del cuarto, es decir, en los bloques C y D del layout, para facilitar su acceso, reducir recorridos y acelerar los despachos.

Conociendo la cantidad de entradas en el almacén es momento de organizarlas según el bloque asignado, para esto primeramente se debe identificar la capacidad que posee el almacén:

Tabla 9

se diseña dentro del espacio físico existente, sin requerir ampliaciones ni modificaciones estructurales del área de almacenamiento. Este diseño, que puede ajustarse en caso de cambios futuros en la demanda, se convierte en una herramienta visual clave para la implementación práctica de la zonificación.

7. Análisis de factibilidad

7.1 Validación técnica Propuesta 1

En consideración a las problemáticas relacionadas en la entrevista 3.3 hecha al supervisor de inventarios, donde manifiesta “*El control del problema es limitado porque no hay suficiente personal ni tiempo para revisar cada canasta, lo que afecta la precisión del inventario*” refiriéndose directamente a los faltante de producto. A raíz de esto se planteó en el capítulo 6.1 la propuesta relacionada a un control de verificación de pesaje la recepción y despacho de los productos, utilizando como referencia el peso promedio de las canastas por cada tipo de material. En dicho capítulo se planteó la estructura y la utilidad de esta, sin embargo, en el siguiente apartado se comprobará la efectividad de las tablas de verificación. Para esto se seguirá con el ejemplo usado por la Tabla 6

Tabla comparativa propuesta 1, donde se usa la referencia “32128 Chuleta Pechuga Cong”. La validación técnica se realizó mediante una simulación Monte Carlo con generación de datos sintéticos, bajo distintos escenarios de variabilidad y proporción de estibas con faltantes, con el fin de evaluar el desempeño del sistema de verificación por pesaje bajo condiciones de incertidumbre operativa. Para este caso se generó un set de datos sintéticos con 1000 de estos generados en Excel siguiendo una desviación estándar típica de la industria del dos y tres por ciento dependiendo del caso tratado, todo ello siguiendo los siguientes parámetros:

- Los mil datos hacen referencia a 1000 estibas con 35 canastas del producto “32128”.

La tabla comparativa es la mostrada en Tabla 6

- *Tabla comparativa propuesta 1*, donde posee un rango mínimo permitido de 693 kg y máximo de 707 kg.

Siendo la función principal esperada de este sistema que sea capaz de detectar las faltantes ocurrentes, se diseñó la simulación de los 1000 datos de tal forma que se sepa previamente si dicha estiba tiene faltante o no, para luego ser pasada la tabla y conocer una de las cuatro posibles opciones las cuales son:

- Detección correcta: la estiba realmente tiene una faltante y el sistema la detecta como anomalía.
- Aceptación correcta: una estiba está completa y el sistema la acepta sin generar alerta.
- Falsa alarma: la estiba está completa pero el sistema la marca como anomalía.
- Error (no detectado): la estiba realmente tiene una faltante pero el sistema la admite como válida.

Para este fin primero se realizó el diseño del estado real de la estiba, se logró programando una función condicional que nos muestre con una probabilidad del 50% (valor asignado para la consideración del experimento en su primera escena) de si una estiba está completa o no.

Figura 29

Fórmula de estado real

`=SI(ALEATORIO()<=0,5;"Con faltante";"Completa")`

Luego se consideró el valor del peso de la estiba, para esto se tuvo en cuenta la desviación estándar del 3%, que, multiplicado por los 700 kg promedios del producto, nos da una cantidad de 21 kg. Uniendo entonces la fórmula del estado real junto con la distribución normal tendremos una asignación aleatoria aceptable de cada una de las estibas simuladas.

Figura 30

Fórmula asignación peso de estiba

```
=INV.NORM(ALEATORIO();SI(D3="Completa";700;660);21)
```

Teniendo ya el peso de las estibas a estudiar es hora de pasar a la detección del sistema, para esto se planteó con una ecuación condicional sencilla teniendo en cuenta los rangos mínimo y máximos mencionados anteriormente, dando para cada estiba uno de tres resultados posibles, ya sea: Faltante detectado, Sobrante detectado o Peso aceptado. Sabiendo que es únicamente comparando el peso de la estiba con los rangos de la propuesta de mejoramiento.

Figura 31

Fórmula de detección comparativa con tablas propuestas

```
=+SI(B3<$G$3;"Faltante detectado";SI(B3>$H$3;"Sobrante detectado";"Peso aceptado"))
```

Luego de conocer que el sistema genera o no alerta debemos saber si es efectivo el mensaje declarado, de esa manera comparamos el resultado arrojado por la comparación de las tablas con el resultado que previamente conocemos (pues desde el principio sabemos si existe o no faltante en la estiba) consiguiendo esto con la siguiente ecuación.

Figura 32

Fórmula de prueba funcionamiento de propuesta

```
=+SI(Y(D3="Con faltante";C3="Faltante detectado");"Detección correcta";SI(Y(D3="Con faltante";C3="Peso aceptado");"Error (no detectado)";SI(Y(D3="Completa";C3="Peso aceptado");"Aceptación correcta";"Falsa alarma"))))
```

De esta forma el sistema nos dará información importante de la estiba detectada como faltante o no y si esta tenía realmente una faltante. Haciendo la simulación tenemos los siguientes datos:

- Con los 1000 datos el sistema detectó los siguientes faltantes, sobrantes y aceptados.

Tabla 10*Cantidad detectada por la propuesta*

Cantidad detectada		
Cantidad Faltante	645	64,50%
Cantidad Sobrante	204	20,40%
Cantidad Aceptada	151	15,10%

- De esas cantidades detectadas se distribuyen como alarmas.

Tabla 11*Cantidad de Alarmas*

Cantidad Alarma		
Detección correcta	468	46,80%
Aceptación correcta	126	12,60%
Falsa alarma	381	38,10%
Error (no detectado)	25	2,50%

Con una Detección correcta de 468 estibas, sumadas a las que no detectó correctamente que son 25 dándonos:

$$Tasa\ de\ detección = \frac{468}{468 + 25} * 100 = 94.92\%$$

Concluyendo entonces que bajo las condiciones del experimento el sistema detecta el 94.92% de los faltantes, siendo una buena factibilidad de este. Sin embargo, para dar mayor rigor a la experimentación se realizó el mismo protocolo de fórmulas, pero con los valores de estado real y desviación estándar diferentes.

- Escenario 2: estado real con una probabilidad del 30% a que salga una faltante y con una desviación del 3% con 21kg de diferencia.
- Escenario 3: estado real con una probabilidad del 30% a que salga una faltante y con una desviación del 3% con 14 kg de diferencia.

Todo ello arrojó los siguientes datos de identificación:

Tabla 12

Comparación escenarios propuesta

Escenario	% Faltante asumido	σ (%)	% Alertas Correctas	Tasa Detección
Conservador	50%	3%	46,90%	94,92%
Moderado	30%	3%	30,50%	96,52%
Estable	30%	2%	28,10%	99,65%

Al reducir la proporción de estibas con faltante al 30% manteniendo la misma variabilidad (escenario moderado), se observa un incremento en la tasa de detección hasta el 96,52%, acompañado de una disminución en el porcentaje de alertas correctas, lo que indica una mejora en el equilibrio entre capacidad de detección y carga operativa. Finalmente, en el escenario estable, donde además de mantener la proporción de faltantes se reduce la variabilidad del proceso al 2%, el sistema presenta su mejor desempeño, alcanzando una tasa de detección del 99,65% y el menor porcentaje de alertas correctas. Este comportamiento confirma que la efectividad del sistema está

altamente influenciada por la estabilidad del proceso productivo, y que la reducción de la variabilidad contribuye significativamente a mejorar el desempeño del control por pesaje.

7.2 Validación técnica Propuesta 2

Considerando la entrevista realizada en el apartado 3.3 realizada al auxiliar logístico donde declara “Como resultado de las condiciones y dificultades, el conteo de productos por canasta se convierte en un proceso poco eficiente y, en ocasiones, claramente insuficiente para garantizar un control adecuado.” Señalando así el conteo del producto que contiene cada canasta para conocer si tiene todo el producto que este debería tener o registra algún faltante. Sabiendo también que la cantidad de producto en la recepción es considerable mostrando cantidades como las señaladas en la Tabla 1

Pareto de cantidad de producto trocado, se requiere de una ayuda tecnológica que permita detectar de forma sencilla si una canasta está incompleta o no, todo ello explicado con más detalle en el capítulo 6.2. Pero este ocupa una preocupación siendo si los tiempos de verificación pueden afectar significativamente la eficiencia logística diaria, para lo cual a continuación se diseñó una validación que permita conocer la conveniencia de la propuesta. Para el planteamiento de la validación se simuló una serie de eventos discretos utilizando Excel en donde se compararon el flujo de recepción actual comparado con el propuesto. En donde el planteamiento tuvo la siguiente situación: Se simula un escenario en donde se tenga una recepción de 30 estibas programadas, realizando el respectivo proceso de verificación teniendo en cuenta tiempo de servicio (asignado así mediante la visualización hecha físicamente en el almacenamiento de la empresa) y tiempo de espera formalizados en una tabla manejando parámetros específicos. Si bien los tiempos de llegada y servicio se modelan de forma determinista para facilitar la comparación directa entre escenarios,

estos valores corresponden a promedios observados del proceso real, por lo que la simulación permite evaluar el impacto relativo de la propuesta sobre la capacidad y congestión del sistema.

Tabla 13

Parámetros del sistema actual

Parámetros del sistema actual	
Tiempo promedio de servicio (mn)	4
Tiempo de llegadas (mn)	5
Número de estibas simuladas	30

Tabla 14

Comportamiento sistema actual

Estiba	Tiempo de llegada	Inicio de servicio	Fin de servicio	Tiempo de espera	Tiempo en el sistema
1	0	0	4	0	4
2	5	5	9	0	4
3	10	10	14	0	4
4	15	15	19	0	4
5	20	20	24	0	4
...
...
28	135	135	139	0	4
29	140	140	144	0	4
30	145	145	149	0	4

En este modelo, cada estiba representa una entidad que ingresa al sistema cada cinco minutos, mientras que el servicio corresponde al pesaje y registro del producto, con un tiempo promedio de cuatro minutos por estiba estimado mediante observación directa. Las variables de llegada, inicio y fin de servicio describen la dinámica del sistema, donde el tiempo de espera corresponde a la diferencia entre llegada e inicio de atención, y el tiempo en sistema a la duración total del proceso. Dado que el tiempo de servicio es menor que el intervalo entre llegadas, no se generan colas ni esperas, manteniéndose un tiempo constante de cuatro minutos

por estiba. Esto indica que la capacidad actual es suficiente para atender el flujo sin congestión.

Para el escenario propuesto se consideran los siguientes parámetros:

Tabla 15

Parámetros del sistema propuesto

Parámetros del sistema propuesto	
Tiempo promedio de servicio (mn)	6
Tiempo de llegadas (mn)	5
Número de estibas simuladas	30

En este caso el tiempo promedio de servicio se suma el servicio hecho por la observación con IA, suponiendo esta de dos minutos, obteniendo así los seis minutos observados en el parámetro, los 4 minutos usados normalmente más los dos minutos de duración añadida por verificación con IA.

Tabla 16

Comportamiento sistema propuesto

Estiba	Tiempo de llegada	Inicio de servicio	Fin de servicio	Tiempo de espera	Tiempo en el sistema
1	0	0	6	0	6
2	5	6	12	1	7
3	10	12	18	2	8
4	15	18	24	3	9
...
...
27	130	156	162	26	32
28	135	162	168	27	33
29	140	168	174	28	34
30	145	174	180	29	35

Los resultados evidencian la formación progresiva de colas, dado que el tiempo de servicio es superior al tiempo entre llegadas. A medida que avanza la simulación, el tiempo de espera aumenta de forma acumulativa, alcanzando valores de hasta 29 minutos para la última estiba simulada. Este comportamiento es consistente con la teoría de colas y demuestra que la incorporación del escaneo volumétrico, bajo un escenario de alta carga operativa, incrementa la

utilización del servidor y genera tiempos de espera significativos que deben ser gestionados operativamente. Si comparamos los tiempos promedios de cada uno de los casos obtenemos lo siguiente:

Tabla 17

Comparación tiempos promedios

Indicador	Escenario actual	Escenario propuesto
Tiempo promedio espera (mn)	0	14,5
Tiempo promedio en sistema (mn)	4	20,5
Máxima espera (mn)	0	29

En el escenario actual no se presentan tiempos de espera y el tiempo promedio en el sistema corresponde al tiempo de servicio (4 minutos), lo que indica capacidad suficiente sin congestión. En el escenario propuesto, que incorpora inspección volumétrica mediante visión artificial, el tiempo de servicio aumenta a 6 minutos por estiba, superando el intervalo entre llegadas (5 minutos) y generando tiempos de espera promedio de 14,5 minutos y un tiempo en sistema de 20,5 minutos, con esperas máximas de 29 minutos. Aunque se forman colas bajo alta carga operativa, el sistema mantiene un comportamiento estable. Adicionalmente, a partir de los “Ajustes Inv (MM)” para 2023–2024 (\$290.564.929) y un faltante total de 896,85 toneladas, se estimó un costo de \$323.983,86 por tonelada y aproximadamente \$226.788,71 por estiba promedio (0,7 toneladas). Estos valores se utilizaron como base para el análisis de sensibilidad de la propuesta.

Tabla 18

Parámetros de sensibilidad

Parámetros	
Estibas procesadas/Año	12.000,00
% Estibas con faltante (p)	5%
Costo estiba con faltante (Cf)	\$ 226.788,71
Costo operativo anual	\$ 136.073.223,15

En este análisis se considera un volumen anual de 12.000 estibas procesadas, un porcentaje de estibas con faltante del 5% y un costo promedio por estiba con faltante de \$226.788,71. El costo operativo anual del sistema se estima en \$136.073.223,15.

Tabla 19

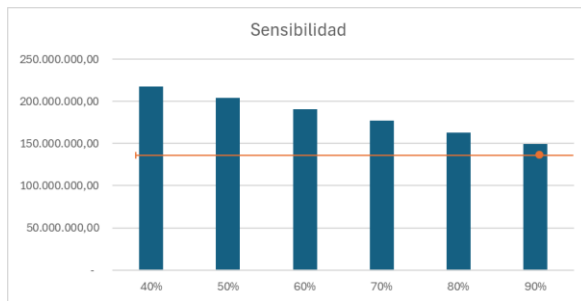
Cálculo de sensibilidad según eficiencia del diseño

Eficiencia cámara (%)	Faltantes no detectados	Costo anual faltantes	Costo total con cámara
40%	360	81.643.933,89	217.717.157,04
50%	300	68.036.611,57	204.109.834,72
60%	240	54.429.289,26	190.502.512,41
70%	180	40.821.966,94	176.895.190,09
80%	120	27.214.644,63	163.287.867,78
90%	60	13.607.322,31	149.680.545,46

Los resultados muestran que, para niveles de eficiencia de detección inferiores al 90%, el costo total del escenario con cámara supera el costo del escenario base, debido al peso del costo operativo del sistema. No obstante, a partir de una eficiencia cercana al 90%, el costo total con cámara se aproxima al costo del escenario sin inspección, evidenciando el umbral mínimo de eficiencia requerido para que la propuesta sea económicamente comparable con la operación actual.

Figura 33 Gráfico de sensibilidad del diseño

Gráfico de sensibilidad del diseño



La barra azul representa el costo total anual bajo el escenario con cámara, el cual corresponde a la suma del costo residual de los faltantes no detectados y el costo operativo del sistema. La línea horizontal en color naranja representa el costo anual del escenario base sin inspección volumétrica, asociado exclusivamente a los faltantes no detectados en la operación actual. Este comportamiento demuestra que la viabilidad económica de la propuesta depende de alcanzar niveles adecuados de eficiencia de detección y refuerza la importancia de gestionar tanto el desempeño técnico del sistema como su integración operativa. El análisis permite evaluar el riesgo económico de la inversión bajo distintos escenarios de desempeño, superando la evaluación determinista inicial y aportando robustez al proceso de toma de decisiones.

7.3 Validación técnica Propuesta 3

Teniendo en cuenta lo descrito con la sección 3.3 en la entrevista a la supervisora de despacho quien menciona *“errores en la identificación de productos debido a la amplia variedad de referencias disponibles”* y también en el apartado 3.6.1 en el numeral 5 *“Aunque se emplean etiquetas de colores para identificar las canastas según su lote, ocasionalmente se mezclan lotes antiguos con nuevos. Esto puede provocar que productos con fechas de caducidad distintas sean cargados en los vehículos de distribución”* y en el 3.6.2 en el numeral 4 dice *“La gran variedad de referencias, combinada con empaques visualmente similares, complica la identificación de los productos.”* Todo esto trayendo la necesidad de un mejor planteamiento de identificación visual

para el reconocimiento de producto en el almacén, si bien, teniendo ya un sistema de “etiquetas” estas no cumplen este fin objetivamente, pues son simplemente cinta de color que marca el lote de la estiba, pero no posee la información necesaria para reducir el riesgo que se propone en el capítulo 6.3. Sin embargo, para probar que este diseño sea capaz de reducir la carga cognitiva o el error humano se plantea la siguiente: Dado que la Propuesta 3 no pudo ser implementada físicamente en el centro de distribución por restricciones operativas ajenas al alcance del proyecto, la validación técnica del sistema visual de etiquetas se realizó mediante un escenario simulado. En este tipo de ejercicios, propios de la ingeniería industrial cuando se evalúan sistemas bajo incertidumbre, es necesario definir parámetros de comportamiento humano que representen de manera razonable la realidad operativa, sin pretender una precisión experimental de laboratorio. En particular, el proceso de identificación visual de referencias fue modelado como un evento probabilístico binario (acierto / error), donde la probabilidad de identificación correcta depende del nivel de carga cognitiva visual asociado al diseño del sistema de información en el piso operativo. Este enfoque es consistente con principios ampliamente aceptados en ergonomía y factores humanos, según los cuales la complejidad visual, la similitud entre estímulos y la ausencia de señales distintivas incrementan la probabilidad de error humano.

- Escenario A, Método actual: Se asignó una probabilidad de identificación correcta del 80 % (20 % de error), representativa de un sistema con información disponible pero visualmente limitada, debido a factores como empaques similares, códigos de difícil lectura, bajas temperaturas y presión operativa. Este valor refleja de manera razonable el nivel de errores observados en la operación real.
- Escenario B Sistema de etiquetas por color: Se asignó una probabilidad de identificación correcta del 90 % (10 % de error), representativa de la mejora esperada mediante señales

visuales discriminantes, como la codificación por colores, orientadas a reducir la carga cognitiva y facilitar la identificación. Este valor refleja un sistema mejor diseñado, aunque aún sujeto a variabilidad humana propia de entornos operativos reales.

Tabla 20

Parámetros de Escenario

Escenario	Prob. Identificación correcta
Método actual	85%
Etiquetas por color	95%

Con esto en cuenta se planteó una cantidad de 1000 tareas donde se compara la actividad de acierto con el método actual y el método propuesto, esto se planteó en Excel con una función lógica de asignación binaria.

Figura 34

Fórmula de asignación

```
=+SI(ALEATORIO(<= $B$2;"Correcto";"Error")
```

Tabla 21

Resultado de simulación

	Aciertos	Errores
Método actual	843	157
Etiquetas por color	953	47

Obteniendo que:

$$\text{Método actual} = \frac{157}{1000} * 100 = 15.7\%$$

$$\text{Etiquetas por color} = \frac{47}{1000} * 100 = 4.7\%$$

$$\text{Reducción} = \frac{15.7\% - 4.7\%}{15.7\%} = 70.06\%$$

Concluyendo que reduce la tasa de error de identificación en un 70 % frente al método actual, bajo las condiciones del experimento simulado.

Se definieron las siguientes hipótesis estadísticas:

Se realizó un experimento controlado en un escenario simulado, comparando el método actual de identificación con el sistema de etiquetas por color. Los resultados se modelaron como una variable binaria (acierto/error), permitiendo evaluar la relación entre el método utilizado y el desempeño mediante una prueba de independencia χ^2 . Esta prueba fue seleccionada por su adecuación al análisis de frecuencias en variables categóricas discretas.

- Hipótesis nula (H_0):

El método de identificación y el resultado del proceso son independientes; es decir, la tasa de error es igual para el método actual y para el sistema de etiquetas por color.

- Hipótesis alternativa (H_1):

El método de identificación y el resultado del proceso no son independientes; es decir, el sistema de etiquetas por color modifica significativamente la tasa de error frente al método actual.

Tabla 22

Tabla de contingencia

Método de identificación	Aciertos	Errores	Total
Método actual	843	157	1000
Etiquetas por color	953	47	1000
Total	1796	204	2000

Las frecuencias esperadas se calcularon bajo el supuesto de independencia entre las variables, utilizando la expresión para obtener las frecuencias esperadas de la Tabla 22

Tabla de contingencia:

$$E_{ij} = \frac{(Total\ fila_i)(Total\ columna_j)}{Total\ general}$$

Tabla 23

Frecuencias esperadas

Método de identificación	Aciertos (A)	Errores (E)
Método actual	898	157
Etiquetas por color	953	47

El estadístico χ^2 se calculó mediante la expresión:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

Donde O_{ij} corresponde a las frecuencias observadas en E_{ij} a la frecuencias esperadas. Al sustituir los valores obtenidos, se obtuvo un estadístico χ^2 aproximado de 66, con 1 grado de libertad, determinado a partir de la expresión $(filas - 1) (columnas - 1)$ obtenemos que Para un nivel de significancia del 5 %, el valor crítico de χ^2 con 1 grado de libertad es 3,84. Dado que el valor calculado del estadístico χ^2 es considerablemente mayor que el valor crítico, se rechaza la hipótesis nula. De manera equivalente, el valor p asociado al estadístico es menor a 0,001, lo que confirma la significancia estadística del resultado. Concluyendo que existe una asociación estadísticamente significativa entre el método de identificación utilizado y la ocurrencia de errores en el proceso. En términos operativos, el sistema visual de etiquetas por color reduce de forma

significativa la probabilidad de error de identificación frente al método actual, bajo las condiciones del experimento simulado.

7.4 Validación técnica Propuesta 4

En esta propuesta al igual que con la 7.2 nace del apartado 3.3 realizada al auxiliar logístico donde declara “*Como resultado de las condiciones y dificultades, el conteo de productos por canasta se convierte en un proceso poco eficiente y, en ocasiones, claramente insuficiente para garantizar un control adecuado.*” Pero en este caso no a la acción de identificar el faltante o trocado, sino de tener acciones correctivas una vez encontrado alguno de esos problemas. El procedimiento de decisión es sencillo y completamente operativo, todo ello explicado en el capítulo 6.4, sin embargo, en ese inciso se identificó estimación de tiempos del ciclo de trabajo junto con un análisis de capacidad, todo ello para validar que el sistema no se convierte en un cuello de botella.

Tabla 24

Estimación tiempos de ciclo

Nº	Micro-actividad	Descripción	Tiempo estimado (min)
1	Detener operación	Se detiene descarga de esa estiba	0,5
2	Traslado a zona de contingencia	Movimiento con estibador	2
3	Asegurar estiba	Separación física + señalización	1
4	Conteo ciego unitario	Conteo canasta por canasta	6
5	Registro en formato	Diligenciamiento POE	2
6	Reubicación / corrección	Ajuste físico o devolución	2,5
7	Liberación de muelle	Continuar operación	0,5
	Suma		14,5

Los tiempos asociados a cada micro actividad del protocolo de contingencia fueron estimados a partir de la memoria operativa de la práctica empresarial, considerando las condiciones reales de operación del centro de distribución, tales como las distancias de desplazamiento, el tipo

de manipulación requerida, las condiciones de temperatura del área de congelados y la interacción manual del personal con la mercancía. Dado que no fue posible realizar mediciones cronométricas directas durante la operación real, se optó por una estimación ingenieril razonada, práctica común en estudios de simulación y análisis de capacidad cuando se evalúan escenarios hipotéticos o futuros.

Para conocer la estimación en tiempo debemos partir de parámetros fijos que nos ayudan a los cálculos del experimento como se muestran a continuación:

Tabla 25

Parámetros

Parámetros	
Promedio peso estiba kg	705,5
Entradas Kg año	24.072.390,89
Estibas anuales	34.121,04
Estibas diarias	94,0

El peso promedio de una estiba se consigue en los datos de cada referencia de producto congelado que tiene la empresa, dando el valor de 705.5kg como peso promedio, a su vez, conociendo la entrada de producto al año es posible calcular la cantidad de estibas manejadas anualmente, y con ello diariamente para fines del ejercicio.

Tabla 26

Estimación eventos diarios

Estimación eventos diarios	
Estibas recibidas por día	94
Tasa de error detectado	4%
Eventos de contingencia por día	4
Carga diaria(mn)	58

Conociendo la cantidad de estibas manejadas diariamente y con una tasa de error detectado del 4% se puede conocer que las estibas que ameritan los eventos de contingencia tienen una cantidad de 4, por lo tanto, la carga diaria de estos eventos es igual a los eventos por día multiplicado por la suma del tiempo del ciclo Tabla 24

Estimación tiempos de ciclo que nos da 14.5 minutos nos da como resultado una carga diaria de 58 minutos. Para la estimación de la tasa de error detectado se conoce gracias al capítulo 7.1 la cual fue diseñada deliberadamente con un enfoque conservador y de alta sensibilidad, privilegiando la detección temprana de posibles anomalías sobre la minimización de alarmas. La propuesta genera un volumen elevado de alarmas iniciales, la mayoría resueltas mediante verificaciones rápidas sin requerir la activación completa del protocolo de contingencia. Para la validación técnica se adoptó una tasa conservadora del 4 % de estibas que requieren intervención completa, representativa de los casos críticos que no pueden resolverse con controles rápidos. Este valor permite evaluar la viabilidad del sistema sin subestimar la carga operativa ni afectar el flujo normal de recepción. A partir de ello se compara la capacidad actual con los tiempos de contingencia.

Tabla 27

Capacidad disponible

Capacidad disponible	
Recurso	Valor
Auxiliares disponibles	2
Tiempo por auxiliar(mn/día)	480
Capacidad total	960
Utilización	6,04%

Identificando entonces que con dos auxiliares tienen una disponibilidad diaria de 960 minutos, si dividimos ese valor con el cargo operativo diario de 58 minutos nos damos cuenta de que se está usando solamente el 6.04% de capacidad de los dos auxiliares encargados para dichas tareas, siendo este una cifra aceptable en consideración.

Tabla 28

Ejemplo de contingencia

Ejemplo	
Tiempo normal cargue (mn)	45
Tiempo adicional por contingencia	14,5
Tiempo total de contingencia	59,5
Impacto promedio ponderado	45,58

El ejemplo ilustra el impacto del protocolo de contingencia sobre el tiempo de cargue. En condiciones normales, un vehículo tipo doble troque ocupa el muelle durante 45 minutos; con contingencia, se adicionan en promedio 14,5 minutos, alcanzando 59,5 minutos por evento. Dado que esta situación ocurre en el 4 % de las estibas, el promedio ponderado resulta en una ocupación de 45,58 minutos por estiba, es decir, un aumento inferior a un minuto. Esto indica que la activación ocasional del protocolo no afecta significativamente el nivel de servicio ni la programación de descargas.

7.5 Validación técnica Propuesta 5

Teniendo en cuenta lo visto en la entrevista 3.3 realizada al coordinador del cedi máster donde menciona *“No existe una asignación fija por referencia de producto, lo que genera desorden en el almacén al agrupar en una misma fila varias referencias de distintos lotes.”*

Caso que se pudo comprobar haciendo estudio en físico durante la práctica. Situación que fue reflejada como una de las causantes en el Diagrama Ishikawa Trocado. Para dar solución a esto se propuso en el capítulo 6.5 una asignación específica de las referencias Pareto para el almacén de congelado, donde su funcionalidad en ahorro de distancia y orden será comprobada en el presente capítulo. Para este propósito se plantean dos escenarios, el primero en el cual los productos Pareto estén de manera aleatoria en el almacén (como aseguraban en las entrevistas) y el segundo donde se tiene el diseño de la propuesta 5 también teniendo en cuenta el porcentaje de participación de cada referencia Pareto señalada en la Tabla 8

Toneladas de producto entrante. Con ello se parte del diseño del layout diseñado por el Software Visio donde podemos encontrar las coordenadas asignadas a cada uno de los bloques y las coordenadas asignadas a la salida del almacén. También usando el método de distancia *Manhattan* podemos saber la distancia en metros de cada bloque a la salida:

Tabla 29

Coordenadas de cada bloque

Centros por bloque	X	Y
Bloque A	22,58	13,67
Bloque B	17,01	13,67
Bloque C	14,1812	13,67
Bloque D	8,5838	13,67
Bloque E	5,78	13,67

Tabla 30

Coordenadas entrada/salida

Coordenadas del muelle	
X	11,41
Y	24,945

Tabla 31

Distancia entre bloques y la salida

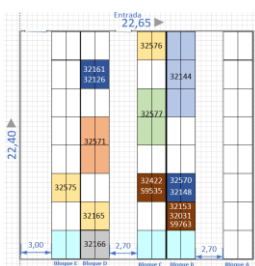
Distancia (Manhattan)			
Bloque	Diferencia X	Diferencia Y	Distancia (metros)
Bloque A	11,17	11,275	22,445
Bloque B	5,6	11,275	16,875
Bloque C	2,7712	11,275	14,0462
Bloque D	2,8262	11,275	14,1012
Bloque E	5,63	11,275	16,905

Con estos datos se plantean ambos escenarios.

- Escenario 1, asignación aleatoria:

Figura 35

Asignación aleatoria almacén congelado



Conociendo el posicionamiento de cada una de las referencias Pareto y el porcentaje de participación correspondiente con la Tabla 8

Toneladas de producto entrante podemos conocer la cantidad de esfuerzo que realiza un auxiliar para trasladar los productos.

Tabla 32

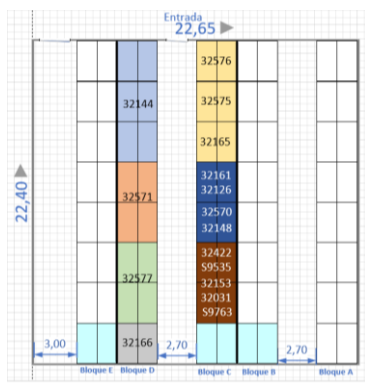
Esfuerzo realizado Escenario 1

Bloque	% De uso Escenario Actual	Distancia	Esfuerzo
Bloque A	0%	22,445	0,00
Bloque B	36%	16,875	6,03
Bloque C	23%	14,0462	3,21
Bloque D	36%	14,1012	5,13
Bloque E	5,1%	16,905	0,86
	Total		15,22

- Escenario 2, asignación propuesta:

Tabla 33

Asignación Propuesta 5



Nota: elaboración propia

Igualmente comparando con la misma proporción del Pareto obtenemos:

Tabla 34

Esfuerzo realizado Escenario 2

Bloque	% De uso Escenario Propuesta	Distancia	Esfuerzo
Bloque A	0%	22,445	0,00
Bloque B	0%	16,875	0,00
Bloque C	43%	14,0462	6,10
Bloque D	57%	14,1012	7,98
Bloque E	0%	16,905	0,00
Total			14,08

El esfuerzo logístico total fue de 15,22 unidades relativas en el escenario base y de 14,08 en el escenario con zonificación inteligente, lo que representa una reducción de 1,14 unidades (7,49 %). Este resultado evidencia una disminución en los recorridos internos sin modificar el volumen ni la distribución de la demanda. Adicionalmente, la asignación fija de referencias reduce el riesgo de confusión durante el picking y, en consecuencia, la probabilidad de trocado.

8. Indicadores de rendimiento

Actualmente, el área de logística cuenta con múltiples indicadores, pero solo uno se relaciona directamente con los problemas abordados en este proyecto: “Ajustes de Inventario en millones de pesos”, el cual compara el inventario físico con los registros en SAP. Aunque un valor elevado indica deficiencias en la gestión de inventarios, este indicador es demasiado general, ya que no distingue entre faltantes, sobrantes ni errores por trocado. Esta limitación dificulta el análisis de causas y la toma de acciones correctivas. Por ello, y en coherencia con las propuestas de mejora planteadas, se proponen nuevos índices que permitan medir de forma específica los faltantes y trocados, así como un indicador general que refleje su comportamiento mensual.

1) Conteo físico:

Esta fuente corresponde al método tradicional utilizado por la empresa para calcular los ajustes de inventario del indicador “Ajustes Inv MM”. Se basa en la comparación entre el

inventario físico y los registros en SAP, identificando diferencias en toneladas o valor monetario. Cuando un faltante en una referencia coincide con un sobrante en otra, se clasifica como trocado; si no existe compensación, se considera faltante puro. Este método proporciona una base cuantitativa para analizar el comportamiento del inventario y validar los controles internos.

2) Devoluciones internas

Esta fuente se relaciona con la implementación de las propuestas mediante el registro de canastas devueltas desde logística hacia producción por faltantes o trocados detectados. El seguimiento permite cuantificar las unidades interceptadas antes del despacho y evaluar el desempeño de los controles. Estos datos, registrados en los reportes de recepción y despacho, alimentan los índices internos de faltantes y trocados, reflejando la efectividad preventiva de las medidas implementadas.

3) Monitoreo de entregas al cliente

Se incluye una fuente de retroalimentación externa basada en el seguimiento a la satisfacción del cliente y la exactitud de las entregas. A través de contactos telefónicos o digitales, se propone incorporar preguntas específicas para identificar faltantes o trocados en los pedidos recibidos. Esta información permite fortalecer el cálculo de los indicadores y apoyar la mejora continua al integrar la percepción del cliente como variable de control. Con base en estos datos, se formulan subíndices para medir faltantes y trocados, así como un índice global que consolida ambos resultados a nivel mensual.

8.1 Indicador para faltante de producto

Para la formulación de este índice es necesario primeramente formularlo con cada subíndice para luego poder formular la ecuación general que permita medir las faltantes.

8.1.1 Índice de Faltante por Discrepancia Física (IFF)

Este indicador permite cuantificar la proporción de kilogramos faltantes detectadas durante el proceso de conciliación física mensual del inventario, comparando los resultados obtenidos en el conteo real con las existencias registradas en el sistema SAP. Su objetivo es medir el nivel de pérdida física de producto dentro del almacén y, con ello, evaluar la efectividad de los controles operativos implementados en las etapas de recepción, almacenamiento y despacho.

La ecuación general del indicador se expresa como:

Ecuación 1

Índice de faltante por Discrepancia Física (IFF)

$$IFF = \frac{U_{falt}}{U_{tot}} * 100$$

Donde:

U_{falt} = kilogramos faltantes registradas durante el conteo físico.

U_{tot} = kilogramos auditados en el mismo periodo.

El IFF se expresa como un porcentaje y refleja la proporción de pérdidas detectadas frente al total de producto verificado. Un valor alto indica deficiencias en los controles de pesaje o en los registros, mientras que un valor bajo evidencia una adecuada precisión del inventario y la correcta aplicación de los controles. Este indicador permite identificar periodos o referencias con mayores pérdidas y evaluar la efectividad de las estrategias implementadas. Su seguimiento será mensual y estará a cargo del inspector de inventarios y operaciones mediante un registro administrativo en Excel.

8.1.2 Índice de Faltante Interno (IFI)

Este indicador permite medir la proporción de canastas devueltas a producción por detección de faltantes durante las etapas internas del flujo logístico, principalmente en el proceso de recepción con verificación previa al almacenamiento. Este indicador evalúa la capacidad del sistema para identificar y corregir de manera temprana los faltantes dentro de las operaciones internas antes de que el producto sea incorporado al inventario general. Todos los índices serán registrados en un Excel compartido por logística quienes tendrán acceso aquellas personas encargadas de registrar los índices de rendimiento generales del área.

Su formulación matemática se expresa de la siguiente manera:

Ecuación 2

Índice de Faltante Interno (IFI)

$$IFI = \frac{C_{dev-f}}{C_{rec}} \times 100$$

Donde:

C_{dev-f} = Canastas devueltas a producción por detección de faltantes.

C_{rec} = Total de canastas recibidas durante el periodo de análisis.

El resultado se expresa en porcentaje y representa la frecuencia con la que se detectan faltantes en el flujo logístico interno. Un valor alto del IFI indica una elevada recurrencia de canastas incompletas durante la recepción o el control interno, lo que puede reflejar fallas de origen en el área de producción o deficiencias en la inspección inicial. En cambio, un valor bajo demuestra que las medidas preventivas (como el control por pesaje en la propuesta 6.1, verificación con IA de la propuesta 6.2 y la verificación cruzada con la propuesta 6.4) están funcionando

adecuadamente, asegurando que los productos ingresen al inventario en condiciones completas y conformes a los estándares establecidos. El IFI cumple además una función de retroalimentación directa hacia el área de producción, ya que el registro sistemático de las devoluciones permite identificar tendencias por referencia o turno, facilitando la implementación de acciones correctivas específicas. Su monitoreo mensual aporta un parámetro de desempeño útil para evaluar la efectividad de las propuestas de control implementadas y su impacto en la reducción progresiva de los faltantes antes de su llegada al cliente final. Será el Inspector de inventario y operaciones el encargado de registrarlo.

8.1.3 Índice de faltante externo (IFE)

Este indicador mide la proporción de entregas en las que los clientes reportan canastas incompletas o con faltante de producto, reflejando así los casos que lograron pasar inadvertidos por los controles internos del proceso logístico. Este indicador representa el impacto directo del faltante en el nivel de servicio y satisfacción del cliente, constituyéndose como una métrica de control final en la cadena de distribución.

Su formulación matemática es la siguiente:

Ecuación 3

Índice de faltante externo (IFE)

$$IFE = \frac{N_{falt-cl}}{N_{enc}} \times 100$$

Donde:

$N_{falt-cl}$ = Número de encuestas o reportes de clientes con faltantes confirmados.

N_{enc} = Total de encuestas aplicadas o entregas verificadas durante el periodo de análisis.

El IFE se expresa como un porcentaje y mide la frecuencia de faltantes detectados en el cliente, una vez finalizados los procesos de recepción, almacenamiento y despacho. Un valor alto indica fallas en los controles internos, mientras que un valor bajo refleja la efectividad del sistema logístico y la entrega completa de los pedidos. Este indicador también permite evaluar la percepción del servicio, ya que se basa en el seguimiento post-entrega. Su control será mensual, con registro diario a cargo de los auxiliares de seguimiento de ruta mediante una base administrativa en Excel.

8.1.4 Índice Global de Faltante (IGF)

Este indicador consolida los resultados obtenidos por las tres fuentes de detección de faltantes dentro del sistema de gestión de inventarios: la discrepancia física, las devoluciones internas y los reportes externos de los clientes. Su función principal es proporcionar una visión integral del comportamiento de los faltantes en toda la cadena logística, permitiendo identificar no solo su magnitud, sino también la efectividad de los distintos mecanismos de control implementados. De esta forma, el valor del índice funciona como un termómetro general del desempeño en la prevención de pérdidas, siendo útil tanto para la toma de decisiones estratégicas como para el seguimiento mensual del rendimiento operativo.

Matemáticamente, el índice se expresa como:

Ecuación 4

Índice Global de Faltante (IGF)

$$IGF = (w1 \times IFF) + (w2 \times IFI) + (w3 \times IFE)$$

Donde:

IFF = Índice de Faltante por Discrepancia Física.

IFI = Índice de Faltante Interno.

IFE = Índice de Faltante Externo.

w_1, w_2, w_3 = Pesos relativos asignados a cada fuente de medición, cumpliendo que $w_1 + w_2 + w_3 = 1$

La asignación de pesos depende de la confiabilidad de cada fuente de información. Por ejemplo, si los controles físicos se consideran más precisos que las encuestas externas, puede emplearse una ponderación como $w_1 = 0,4$; $w_2 = 0,4$ y $w_3 = 0,2$. El IGF integra los tres indicadores en una métrica porcentual que representa el nivel total de faltantes a lo largo del ciclo logístico. Un IGF alto indica debilidades en el control, mientras que un valor bajo refleja un sistema logístico sólido. Además, el IGF permite relacionar el impacto físico con el indicador corporativo “Ajustes de Inventario (MM)”, fortaleciendo la trazabilidad de pérdidas y la mejora continua. Su registro será responsabilidad del coordinador administrativo de logística.

8.2 Indicador para trocado de producto

Análogo a lo visto con la formulación para el indicador 8.1 es necesario primeramente formularlo con los subíndices para de esta manera tener el indicador global que nos permita medir el comportamiento del trocado al final del mes.

8.2.1 Índice de Trocado por Discrepancia Física (ITF)

Este indicador cuantifica la proporción de productos intercambiados entre referencias, detectados durante la conciliación física mensual del inventario. Este índice permite identificar los casos en los que una referencia presenta sobrantes mientras otra muestra faltantes equivalentes, lo que evidencia que el producto fue trocado, es decir, entregado o almacenado bajo una referencia incorrecta y no perdido.

Matemáticamente se expresa como:

Ecuación 5

Índice de Trocado por Discrepancia Física (ITF)

$$ITF = \frac{\min(U_{sob}, U_{falt})}{U_{tot}} \times 100$$

Donde:

U_{sob} = Kilogramos sobrantes encontradas en referencias no correspondientes

U_{falt} = Kilogramos faltantes en referencias donde se esperaba producto.

U_{tot} = Kilogramos auditados durante el conteo físico.

El uso de la función mínimo [$\min(U_{sob}, U_{falt})$] refleja que el trocado se presenta cuando el faltante de una referencia coincide con el sobrante de otra. El ITF mide exclusivamente estos errores por intercambio de referencias, excluyendo pérdidas o sobrantes sin correspondencia. Un ITF alto indica fallas en la identificación, ubicación o despacho del producto, mientras que un ITF bajo refleja una correcta trazabilidad y cumplimiento de los protocolos logísticos. Este indicador permite identificar específicamente los errores de trocado y evaluar la efectividad de las propuestas del plan de mejoramiento orientadas a su reducción. Su seguimiento será mensual y estará a cargo del inspector de inventarios y operaciones mediante un registro en Excel.

8.2.2 Índice de Trocado Interno (ITI)

Este indicador mide la frecuencia con que se detectan productos trocados dentro del flujo logístico, antes de que sean despachados al cliente. Esto permite evaluar la efectividad de los controles internos, particularmente los asociados a la verificaciones de las propuestas 6.3 y 6.4, en la identificación temprana de errores de clasificación o mezcla de referencias.

Su expresión matemática es la siguiente:

Ecuación 6*Índice de Trocado Interno (ITI)*

$$ITI = \frac{C_{dev-t}}{C_{desp}} \times 100$$

Donde:

C_{dev-t} = Canastas trocadas detectadas y devueltas al almacén antes del despacho.

C_{desp} = Total de canastas preparadas para despacho durante el periodo analizado.

Este indicador expresa el porcentaje de errores de trocado que fueron detectados dentro del proceso de control interno, es decir, antes de que el producto salga del centro de distribución. Un ITI alto puede indicar deficiencias persistentes en la identificación visual o en el cumplimiento del orden de picking, aunque también puede reflejar un sistema de detección interna más riguroso y funcional. En cambio, un ITI bajo, acompañado de un Índice de Trocado Externo (ITE) igualmente bajo, evidencia un control interno sólido y una baja ocurrencia de errores en la preparación de pedidos. El ITI se relaciona directamente con la efectividad de las propuestas de mejora 6.3 y 6.4 al medir la capacidad del sistema logístico para interceptar errores antes de que se traduzcan en no conformidades externas. Por tanto, este indicador es una herramienta fundamental para monitorear el desempeño operativo en la fase final del flujo interno y la eficiencia de los controles preventivos. Será el Inspector de inventario y operaciones el encargado de registrarlo.

8.2.3 Índice de Trocado Externo (ITE)

Este indicador evalúa la proporción de errores de trocado que, a pesar de los controles internos, fueron detectados por el cliente en la entrega final. Este indicador representa la última línea de evaluación del desempeño logístico, ya que mide los casos en que un pedido llegó con

referencias erróneas, reflejando fallas en la verificación visual, en la zonificación o en el cumplimiento del picking planificado.

Matemáticamente se define como:

Ecuación 7

Índice de Trocado Externo (ITE)

$$ITE = \frac{N_{tro-cl}}{N_{enc}} \times 100$$

Donde:

N_{tro-cl} = Encuestas o reportes de clientes en los que se confirma la recepción de producto trocado.

N_{enc} = Total de encuestas aplicadas o entregas verificadas durante el periodo.

Un ITE elevado indica que los controles internos no fueron suficientes para detectar los errores de identificación o clasificación antes del despacho, afectando la satisfacción del cliente. En contraste, un ITE bajo refleja un proceso logístico más confiable, en el que la combinación de las propuestas del Plan de mejoramiento 6 cumplieron su propósito. El ITE constituye un indicador clave de calidad de servicio y control final de despacho, ya que permite medir la percepción directa del cliente sobre la precisión de las entregas. Su monitoreo continuo facilita la retroalimentación del sistema logístico y la identificación de posibles puntos de mejora, contribuyendo a fortalecer la trazabilidad, la confianza del cliente y la reputación de la empresa. Aunque su reporte es mensual se amerita llevar un registro diario, quienes los auxiliares del seguimiento de ruta registrarán dichos resultados en un Excel administrativo.

8.2.4 Índice Global de Trocado (IGT)

Este indicador consolida los resultados obtenidos a partir de las tres fuentes de detección de trocados dentro del sistema de gestión logística. Su función principal es proporcionar una visión integral del comportamiento del trocado a lo largo de toda la cadena de suministro, permitiendo evaluar tanto su magnitud como la eficacia de los controles preventivos implementados en los puntos críticos del proceso como lo son el almacenamiento, picking y despacho. De esta manera, el valor del índice actúa como un termómetro general del desempeño en la identificación y corrección de errores de referencia, siendo útil tanto para la toma de decisiones tácticas como para el seguimiento operativo mensual.

Matemáticamente el índice se expresa como:

Ecuación 8

Índice Global de Trocado (IGT)

$$IGT = (w1 \times ITF) + (w2 \times ITI) + (w3 \times ITE)$$

Donde:

ITF = Índice de Trocado por Discrepancia Física.

ITI = Índice de Trocado Interno.

ITE = Índice de Trocado Externo.

$w1, w2, w3$ = Pesos relativos asignados a cada fuente de medición, cumpliendo que $w1 + w2 + w3 = 1$

La asignación de pesos depende de la confiabilidad de cada fuente. Si los controles físicos se consideran más precisos que los reportes externos, puede emplearse una ponderación como $w1 = 0,4$; $w2 = 0,4$ y $w3 = 0,2$, priorizando el control directo sin excluir la retroalimentación del

cliente. El IGT integra los tres indicadores en una métrica porcentual que representa el nivel total de errores de trocado en el ciclo logístico. Un IGT alto indica fallas en identificación, zonificación o despacho, mientras que un valor bajo refleja procesos de control eficaces. Además, permite relacionar el impacto físico con el indicador “Ajustes de Inventario (MM)”, facilitando el seguimiento de la trazabilidad y la mejora continua. Su registro será responsabilidad del coordinador administrativo de logística.

8.3 Conclusión en indicadores

Los indicadores propuestos funcionan como herramientas de apoyo a la gestión logística y a la toma de decisiones. Los índices globales de faltante (IGF) y trocado (IGT) consolidan información de distintas fuentes en métricas comparables en el tiempo, facilitando el seguimiento mensual del desempeño del inventario. Su correcto registro permite identificar tendencias, evaluar la efectividad de los controles y priorizar acciones de mejora, orientando el fortalecimiento continuo de la gestión de inventarios.

9. Diseño de capacitaciones al personal encargado

9.1 Capacitación propuesta 1

Esta propuesta sirve como guía para el auxiliar encargado del pesaje en la recepción de producto congelado. El control se realiza en esta etapa porque el pesaje depende directamente de logística. El auxiliar debe verificar la cantidad de canastas y la referencia del producto, asegurando que no existan mezclas. Luego se valida el peso total con las tablas de rangos por referencia; si está fuera del límite, se activa una alerta por posible faltante. Este método permite detectar anomalías sin revisar canasta por canasta, optimizando tiempo y recursos. La capacitación asegura la correcta aplicación del procedimiento.

- Objetivo Propuesta

Capacitar al personal logístico en el uso de tablas de rangos de peso estimado por referencia y número de canastas, con el fin de detectar faltantes a través del pesaje en entrada de producto.

- Público Objetivo

Auxiliares logísticos de recepción, Inspector de inventario y operaciones.

- Interpretación de Tablas por Referencia y Canasta

Para la prevención de faltante con esta propuesta es necesario que el auxiliar sea capaz de interpretar lo que muestra en la tabla, así como también qué significa eso, siendo importante que al percatar que algún peso no coincide con el rango puede significar un faltante masivo, o que hay producto sobrando, entender ello facilita su inclusión en la prevención del faltante, siendo todo ello explicado a continuación:

Figura 36

Comparación explicada

Referencia		32128		
Descripción de la referencia		Chuleta Pechuga Cong		
	Número canastas	Peso Estimado (kg)	Rango Min	Rango Máx
Margen 5%	1	20	19,0	21,0
	2	40	38,0	42,0
	10	200	194,0	210,0
Margen 3%	11	220	213,4	231,0
	12	240	232,8	252,0
Margen 2%	21	420	399,0	441,0
	22	440	418,0	462,0
	23	460	437,0	483,0
Margen 1%	30	600	570,0	630,0
	31	620	589,0	651,0
	32	640	608,0	672,0
	33	660	627,0	693,0
	34	680	646,0	714,0
	35	700	665,0	735,0

La tabla presenta la información necesaria para que el auxiliar compare el peso de una estiba completa o parcial. La columna “Número de canastas” permite realizar comparaciones

cuando no se recibe una estiba completa. El “Peso estimado (kg)” corresponde al peso ideal de la canasta según datos históricos de la empresa y sirve como referencia base. El “Rango mínimo” indica el peso mínimo aceptable para el almacenamiento; valores inferiores activan la alerta por posible faltante y el protocolo de revisión. El “Rango máximo” señala el límite superior permitido; valores superiores indican un posible sobrante y también requieren verificación. Las columnas de referencia permiten identificar el producto evaluado. Este control solo es válido cuando la comparación se realiza entre canastas de la misma referencia.

Tabla 35

Explicación etapas de capacitación

Etapa	Descripción	Duración estimada	Resultado esperado
1. Inducción teórica	Explicación del propósito de la propuesta, su relación con la detección de faltantes y la importancia del control de pesaje como medida preventiva.	05 minutos	Personal comprende el objetivo del control por pesaje y su función dentro del proceso de recepción.
2. Interpretación de tablas	Presentación de las columnas de la tabla (Número de canastas, Peso estimado, Rango Mín., Rango Máx.) y ejemplos prácticos de lectura e interpretación. Simulación con estibas reales o registros históricos, donde el auxiliar debe	07 minutos	El auxiliar identifica correctamente los rangos de aceptación y alerta según la referencia y cantidad de canastas.
3. Ejercicio práctico de comparación	comparar el peso medido con el rango correspondiente e indicar si aprueba o rechaza la estiba.	10 minutos	El personal aplica el método correctamente y reconoce situaciones de faltante o sobrante.
4. Protocolo de acción ante alerta	Repaso del procedimiento que se debe seguir cuando se detecta una diferencia de peso (activación del protocolo de revisión según propuesta 8.4).	07 minutos	El auxiliar conoce el flujo de actuación ante anomalías y evita interrupciones innecesarias del proceso.
5. Evaluación y retroalimentación	Prueba práctica de interpretación y aplicación, con revisión individual de errores y aclaración de dudas.	10 minutos	Personal certificado para ejecutar el control de pesaje con precisión y coherencia.

9.2 Capacitación propuesta 2

Esta capacitación busca instruir al personal logístico en el uso del sistema de escaneo volumétrico basado en cámaras 3D e inteligencia artificial, el cual permite detectar posibles faltantes sin abrir las canastas, optimizando tiempo y control de inventarios. Se abordarán el manejo del sistema, la interpretación de alertas y los procedimientos de verificación y trazabilidad. La formación busca asegurar la correcta implementación del sistema piloto y su posible escalabilidad en la operación logística.

- Objetivo propuesta

Instruir al personal sobre el funcionamiento y aplicación del sistema de escaneo volumétrico basado en visión computarizada e inteligencia artificial, con el propósito de detectar de forma automatizada posibles faltantes de producto a nivel de canasta.

- Público Objetivo

Auxiliares logísticos de recepción, Inspector de inventario y operaciones.

- Funcionalidad detección de faltante

Siendo la propuesta 6.2 la siguiente en el procedimiento para prevención de faltante sigue el hilo conductor que trae desde la propuesta 6.1, en donde vimos que gracias la comparación con tablas de peso podemos identificar si en una canasta se registra una gran proporción de faltante, sin embargo, como ya se había comentado, no identifica específicamente donde en qué canasta se encuentra cada faltante, siendo esta la razón principal de que la propuesta 6.2 se hace necesaria, siendo así tanto principal como complementaria a la 6.1, pues la primera identifica fácilmente casos mayores de faltante mientras esta ayuda a indicar donde se encuentra cada una de estas, siendo práctico para los auxiliares comprender el funcionamiento de cada una. Esta capacitación se centra en el procedimiento operativo y no en el funcionamiento técnico del sistema de IA. Cuando en la recepción se detecta una estiba fuera del rango de peso (propuesta 8.1), el auxiliar debe aplicar el protocolo de la propuesta 8.4 y trasladarla a la zona de escaneo (propuesta 8.2). Allí, se ejecuta el sistema de visión 3D, el cual identifica visualmente las canastas completas y las que presentan anomalías. Las canastas marcadas se separan y se devuelven a producción, mientras que las canastas completas continúan el proceso normal de almacenamiento.

Tabla 36

Explicación etapas de capacitación con asistencia IA

Etapa	Descripción	Duración estimada	Resultado esperado
1. Introducción al proceso	Explicar al personal el propósito de la verificación volumétrica y su relación con la propuesta 8.1 (detección de faltantes por pesaje).	5 minutos	El auxiliar comprende cuándo y por qué usar el sistema de IA.
2. Ubicación de la estiba	Colocar la estiba previamente detectada con peso fuera del rango en la zona designada de escaneo.	2 minutos	La estiba queda correctamente posicionada para su análisis.
3. Ejecución del escaneo	Activar el sistema de verificación desde el computador y esperar el resultado del análisis automático.	5 minutos	El sistema realiza la captura volumétrica y muestra el diagnóstico.
4. Interpretación del resultado	Observar la pantalla del sistema: canastas verdes indican estado correcto; canastas rojas muestran faltante o sobrante.	3 minutos	El auxiliar identifica con precisión las canastas con inconsistencia.
5. Acción correctiva	Separar las canastas rojas y devolverlas a producción para reposición. Las verdes se trasladan a almacenamiento.	10 minutos	Solo las canastas correctas continúan en el flujo normal.
6. Registro y seguimiento	Registrar la intervención en el formato de control interno, indicando número de estiba, referencia y resultado del escaneo.	5 minutos	Se garantiza trazabilidad del proceso y control documental.

9.3 Capacitación propuesta 3

Actualmente, la falta de una identificación clara de las estibas contribuye al desorden y al riesgo de trocado. La propuesta 8.3 introduce un sistema de etiquetas por colores que permite clasificar visualmente las estibas según su estado: completas, incompletas o mixtas. Este esquema facilita la identificación inmediata del contenido, agiliza los procesos operativos y reduce errores, sin requerir tecnologías costosas. Su efectividad depende del uso adecuado y consistente del sistema por parte del personal.

- Objetivo propuesta

Garantizar que todo el personal involucrado en el almacenamiento y rotulado de producto entienda, aplique y mantenga de forma adecuada el nuevo sistema de etiquetas codificadas por colores (verde, amarilla, roja), mejorando así la trazabilidad, orden y control de estibas dentro del cuarto de congelado.

- Público objetivo

Auxiliares logísticos de almacenamiento.

- Explicación del uso de etiquetas

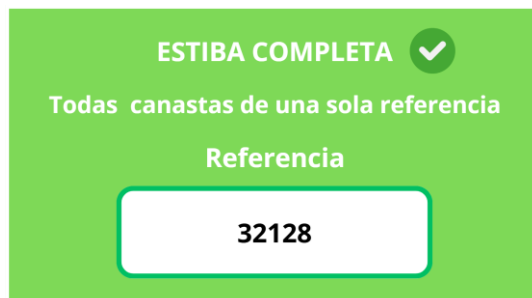
Esta propuesta da continuidad a las propuestas 8.1 y 8.2, una vez descartada la existencia de faltantes. Su objetivo es servir como guía visual durante el almacenamiento y el picking, reduciendo el riesgo de confusión y trocado de productos. Tras aprobar la estiba en recepción, el auxiliar debe clasificarla mediante el sistema de etiquetas, considerando si la estiba está completa y las referencias que contiene. Cada referencia cuenta con una identificación en SAP, lo que facilita su correcta clasificación y uso del etiquetado correspondiente.:

1) Caso 1 Estiba completa única referencia

En este caso, en el cual la estiba posea 35 canastas y todas sean de la misma referencia, el auxiliar podrá clasificarla con la etiqueta verde, donde afirma con confianza que esta estiba en cuestión no posee otro tipo de referencia en toda ella. Siendo esto podrá ser como la siguiente imagen ejemplo:

Figura 37

Ejemplo etiqueta verde



2) Caso 2 Estiba única referencia incompleta

En este caso el auxiliar debe identificar la cantidad de canastas que posee y también escribir la referencia de estas asignando la etiqueta amarilla, pues a diferencia de la etiqueta verde, en esta

ocasión puede tener la estiba una cantidad diferente a 35 canastas, la importancia de esto es facilitar el picking.

Figura 38

Ejemplo etiqueta amarilla

ESTIBA INCOMPLETA ✓	
Cantidad de canastas de una sola referencia	
Referencia	Canastas
32128	18

3) Caso 3 Estiba con diferentes referencias

En casos donde, por limitaciones de espacio, una estiba contenga más de una referencia, el auxiliar de recepción debe identificar claramente cada referencia y la cantidad de canastas correspondiente. Para estos casos se utiliza la etiqueta roja, que actúa como alerta para el personal de picking. La etiqueta permite registrar hasta cuatro referencias por estiba; si hay menos, los espacios restantes se dejan en blanco. Esta restricción busca evitar desorden en el almacenamiento y facilitar la identificación del producto.:

Figura 39

Ejemplo etiqueta roja

ESTIBA MIXTA ✓	
Estiba con varias referencias en ella	
Referencias	Canastas
1 32128	1 6
2 32144	2 14
3 32571	3 5
4 32577	4 10

Tabla 37*Explicación etapas de etiquetado*

Actividad	Descripción	Duración estimada	Resultado esperado
1. Inducción al sistema visual	Explicar la función y los colores del sistema de etiquetas (verde, amarilla, roja).	10 minutos	El personal comprende el propósito y la lógica de clasificación.
2. Ejercicio de identificación	Practicar con estibas simuladas para asignar la etiqueta correcta según el caso.	10 minutos	Aplicación práctica del criterio de clasificación.
3. Diligenciamiento de etiquetas	Aprender a escribir correctamente las referencias y cantidades.	3 minutos	Uniformidad en el llenado de información.
4. Validación de aplicación	Verificar junto al supervisor que la etiqueta asignada coincide con la estiba.	2 minutos	Garantía de exactitud y trazabilidad.

9.4 Capacitación propuesta 4

Conociendo la funcionalidad de las propuestas 6.1 y 6.2 es necesario tener un proceso que indique la forma de responder en caso de que en estas se encuentre algún faltante, es por lo que en la propuesta 6.4 ofrece un sistema de ayuda al auxiliar a proceder cuando se trata con faltantes, siendo por lo tanto un sistema simple de acción correctiva. Esta capacitación tiene como fin instruir al auxiliar de recepción y despacho de cada una de las actividades necesarias para tomar acción en caso de encontrar algún faltante o registrar un posible trocado.

- Objetivo propuesta

Instruir al personal sobre el proceso de acción al identificar faltante o trocado.

- Público Objetivo

Auxiliares logísticos encargados de recepción y despacho.

- Explicación de procedimiento

Ya que la propuesta 6.4 trabaja en el proceso de recepción y de despacho este diseño de capacitación estará dividido en la acción que cada auxiliar debe tomar en cada una de las

situaciones, sin embargo, hay actividades que ambas comparten y se repiten, entonces en caso de repetirse serán abordadas superficialmente para fluidez en la explicación.

1) Recepción de producto

El auxiliar interviene cuando se detecta un posible faltante, ya sea directamente por la propuesta 8.1 o luego de la verificación con la propuesta 8.2. Si no se cuenta con asistencia por IA, dos auxiliares deben apartar la estiba para no interrumpir la recepción y revisar las canastas una a una utilizando una estiba vacía, separando las canastas completas de las que presentan faltante. Las canastas incompletas se devuelven a producción registrando la cantidad faltante, mientras que la estiba con producto completo se etiqueta y se almacena. En caso de haber pasado por la asistencia con IA, la revisión se limita únicamente a las canastas marcadas en rojo, las cuales se devuelven a producción con el respectivo registro del faltante.

2) Cargue de vehículos

Gracias a las medidas aplicadas por la propuesta 6.3 la búsqueda en caso de registrar producto trocado es sencilla, pues deberá sacar únicamente las canastas que no estén asignadas para la entrega, se conocerá la cantidad de estas pues estará marcado en la etiqueta roja, donde similar a lo realizado en la recepción, este deberá buscar otra estiba para depositar los productos que se devolverán al almacén y enviar los asignados para despacho.

Tabla 38

Explicación etapas verificación

Etapa	Descripción del procedimiento	Duración estimada	Resultado esperado
1. Detección de anomalía	Durante la recepción, si el peso registrado está fuera del rango o la IA marca una canasta en rojo, el auxiliar notifica la anomalía al supervisor.	7 minutos	Activación del protocolo de revisión.
2. Aislamiento de la estiba	Se traslada la estiba a una zona lateral señalizada para no detener la operación principal.	2 minutos	Fluidez operativa mantenida.
3. Preparación para revisión	Se coloca una estiba vacía al lado de la estiba en revisión para iniciar la separación de canastas.	1 minuto	Área de trabajo lista para verificación.
4. Verificación canasta por canasta	Se inspeccionan las canastas una a una: las completas se pasan a la nueva estiba, las incompletas permanecen en la original.	15 minutos	Separación efectiva entre producto conforme y producto con faltante.
5. Registro del hallazgo	Se documenta la cantidad de canastas con faltante o trocadas, indicando referencia y lote.	2 minutos	Registro de trazabilidad actualizado.
6. Acción correctiva (recepción)	Las canastas con faltante se devuelven a producción para su reposición; las completas se etiquetan y almacenan.	5 minutos	Corrección inmediata de faltante.
7. Acción correctiva (despacho)	En caso de trocado, se separan las canastas no correspondientes y se devuelven al almacén, manteniendo las correctas para envío.	5 minutos	Despacho exacto conforme al pedido.

9.5 Capacitación propuesta 5

La capacitación en zonificación de referencias tiene como objetivo instruir al personal logístico en el uso del nuevo layout del cuarto de congelado, basado en el principio de Pareto. Este enfoque permite ubicar las referencias de mayor rotación en las zonas más cercanas a la entrada y salida, reduciendo recorridos, tiempos de operación y el riesgo de errores. Las referencias de menor rotación se asignan a zonas más alejadas, optimizando el uso del espacio y mejorando la eficiencia general del almacenamiento.

- Objetivo propuesta

Enseñar la manera adecuada para asignar los productos en el cuarto de congelado.

- Público objetivo

Auxiliares logísticos de recepción.

- Explicación de procedimiento

Los bloques C y D del cuarto de congelado han sido priorizados para el almacenamiento de las referencias clasificadas como Pareto, es decir, aquellas que representan el mayor volumen de movimientos en el inventario. La decisión de utilizar estos bloques responde a su cercanía a la

entrada y salida del cuarto, lo cual permite agilizar los procesos de ingreso, alistamiento y despacho. La priorización se basa en tres factores principales:

- Rotación del producto: Referencias con mayor frecuencia de entrada y salida deben estar más accesibles.
- Volumen en toneladas: Productos con mayor volumen de almacenamiento requieren ubicaciones de fácil maniobrabilidad.
- Impacto operacional: Al reducir recorridos y tiempos de búsqueda en estas referencias clave, se mejora la eficiencia general del flujo logístico.

La clasificación debe cumplir el esquema propuesto en la Figura 28 Diseño de zonificación

Diseño de zonificación, donde detalla el sitio en donde el auxiliar deberá colocar cada estiba según su referencia, es importante comprender que solo se colocarán allí estibas completas, o sea, estibas con etiqueta verde o en su defecto de color amarillo, las estibas con etiqueta roja no deben ir en esta asignación para evitar entorpecer los procesos de picking.

Tabla 39

Explicación etapas zonificación

Etapa	Actividad	Responsable	Resultado esperado
1. Introducción al concepto de zonificación	Explicación teórica del principio de Pareto aplicado al inventario y su relación con la frecuencia de movimiento de las referencias.	Supervisor de inventarios / Coordinador logístico	El personal comprende por qué algunas referencias deben estar ubicadas más cerca del punto de salida.
2. Identificación de referencias Pareto	Presentación de la lista de referencias clasificadas como de alta rotación (Pareto 80/20) y su ubicación designada dentro del layout.	Supervisor de inventarios	El auxiliar reconoce cuáles referencias tienen prioridad espacial y dónde deben almacenarse.
3. Interpretación del layout del cuarto de congelado	Explicación visual y práctica del mapa de zonificación, mostrando los bloques A-E y su función específica. El auxiliar verifica la etiqueta de color de la estiba (verde o amarilla) y la referencia correspondiente antes de ubicarla.	Supervisor logístico	El personal entiende la función de cada bloque y puede ubicar correctamente las estibas.
4. Clasificación previa a la ubicación	Colocar la estiba (verde o amarilla) y la referencia correspondiente antes de ubicarla.	Auxiliar de recepción	Solo se ubican en los bloques C y D las estibas completas o incompletas de una sola referencia.
5. Asignación física de la estiba en el bloque correspondiente	Colocar la estiba en el bloque definido según la referencia, respetando la capacidad y orden establecido. Identificar y apartar las estibas con etiqueta roja o sin clasificación, notificando al supervisor para su reubicación.	Auxiliar de recepción / Montacarguista	Se mantiene el orden físico del almacén, optimizando el flujo de trabajo.
6. Control de estibas no clasificadas	Identificar y apartar las estibas con etiqueta roja o sin clasificación, notificando al supervisor para su reubicación.	Auxiliar logístico	Se evita la mezcla de referencias dentro de los bloques de alta rotación.

10. Conclusiones

En este proyecto se observó los problemas que ocupan a la empresa Distraves SAS. Todo ello partiendo de un diagnóstico sustentado en entrevistas al personal operativo y administrativo, se logró comprender la existencia de estas problemáticas y también sus causas raíz, las cuales fueron organizadas y analizadas mediante herramientas como el árbol de problema y el diagrama de Ishikawa. Este enfoque permitió entender percepciones operativas en información analizable, sentando una base sólida para la formular propuestas que ayuden a mitigar estas problemáticas. Uno de los detalles más relevantes del diagnóstico fue la limitación de los indicadores existentes para medir de manera específica los problemas que afectan la operación logística, haciendo así también difícil comprender qué tanto esto afecta a la organización. Teniendo un único indicador llamado “Ajustes de Inventario en millones de pesos”, si bien es útil para reflejar el impacto global, no permite diferenciar entre faltantes puros de producto, sobrantes ni casos de trocado, tampoco permite identificar en qué punto del proceso logístico se originan. Esta falta dificulta la toma de decisiones correctivas y el seguimiento real del desempeño operativo. En respuesta, el proyecto propuso un nuevo sistema de indicadores específicos, diferenciando claramente entre faltante y trocado, considerando tres fuentes de detección para su medición: discrepancia física, controles internos y reportes externos de clientes. La formulación de índices específicos y globales (IGF e IGT), los cuales permiten la toma de decisiones y una mejor medición para la gestión logística. La verificación de peso mediante tablas de rangos de la propuesta 1 (6.1) actúa como un primer filtro preventivo para la detección de faltantes masivos; la asistencia volumétrica mediante visión 3D propuesta 2 (6.2) se plantea como un mecanismo de apoyo para localizar faltantes específicos a nivel de canasta, especialmente útil para conocer el lugar específico donde el faltante se encuentra

y no se pierda tanto tiempo buscando canasta por canasta; el sistema visual de etiquetas codificadas por colores propuesta 3 (6.3) reduce significativamente el riesgo de trocado durante el almacenamiento y el picking debido a su organización visual, saber qué contiene cada estiba da confianza y orden a la hora de seleccionar; la zonificación basada en el principio de Pareto propuesta 5 (6.5) facilita recorridos y prioriza las referencias de mayor rotación dentro del almacén, ayudando también a tener orden dentro del mismo reduciendo el trocado por descuido; y finalmente, el protocolo de acción correctiva estandariza la respuesta operativa ante la detección de faltantes o trocados tanto en recepción como en cargue propuesta 4 (6.4), es útil como sistema de respuesta ante dichos hallazgos, sirve como complemento ante las otras propuestas que ayudan a detectar la problemática, esta ofrece una guía sencilla del qué hacer una vez encontrado el problema. Un aspecto clave del proyecto es que las propuestas fueron diseñadas considerando las restricciones reales de la operación los cuales son: altos volúmenes de producto, limitaciones por la cantidad de personal, condiciones de frío y necesidad de mantener la eficiencia de los procesos. En este sentido, se priorizaron soluciones sencillas, de fácil implementación y alta comprensión operativa. El diseño de capacitaciones permite trasladar los conceptos técnicos a instrucciones claras para el personal logístico, facilitando la adopción de los nuevos controles. Asimismo, la validación mediante simulaciones y análisis de factibilidad demuestra que las propuestas son viables desde el punto de vista operativo. El proyecto no busca reemplazar los sistemas existentes, sino fortalecerlos y complementarlos. En conjunto, los resultados indican que el sistema propuesto es factible y alineado con las necesidades de Distraves, y su implementación permitiría reducir el riesgo de faltantes y trocados, mejorar la confiabilidad del inventario y fortalecer el control de los procesos logísticos.

11. Recomendaciones

11.1 Recomendación 1

Se recomienda que la empresa implemente el plan de mejoramiento de forma escalonada, iniciando por aquellas propuestas de menor complejidad y mayor impacto inmediato, como la verificación de peso mediante tablas de rangos propuesta 1 (6.1) y el sistema de etiquetas por colores propuesta 6.3. Esto permitirá generar resultados tempranos, facilitar la adaptación del personal y reducir la resistencia al cambio antes de introducir soluciones de mayor complejidad.

11.2 Recomendación 2

Dado que la propuesta 6.4 de asistencia volumétrica mediante visión 3D implica el uso de tecnología avanzada, se recomienda implementarla inicialmente como un piloto controlado en un periodo definido. Este piloto debe evaluar criterios como costo, tiempos de revisión, precisión en la detección de faltantes, facilidad de uso y aceptación por parte de los auxiliares. Con base en estos resultados, la empresa podrá decidir su escalamiento o ajustes necesarios.

11.3 Recomendación 3

Se recomienda incorporar los indicadores diseñados (IFF, IFI, IFE, ITF, ITI, ITE) así como los índices globales IGF e IGT, mostrados en la sección 8, dentro del sistema de control logístico de la empresa, estableciendo reglas claras de interpretación, umbrales de alerta y acciones correctivas asociadas. De esta forma, los indicadores no solo servirán para el análisis operativo, sino también como insumo para la toma de decisiones a nivel gerencial.

12. Alcance del proyecto y limitaciones para la implementación

El presente proyecto se centró en el diagnóstico de las problemáticas de trocado y faltante de producto en el centro de distribución El Diamante, así como en la formulación y diseño de

propuestas de mejora para fortalecer la gestión de inventarios del área de congelados, dejándolas técnicamente estructuradas y listas para su eventual implementación. No obstante, durante la fase final del proyecto, la empresa enfrentó una contingencia operativa mayor ocasionada por un incendio en sus instalaciones el día 13 de mayo de 2025 (PDE Colombia SAS, 2025), lo que impidió la implementación física de las propuestas. Esta limitación fue ajena al alcance del proyecto y no respondió a la inviabilidad técnica de las soluciones planteadas

Figura 40

Registro fotográfico del incidente ocurrido en las instalaciones del centro de distribución EL Diamante de Distraves S.A.S.



Nota: imágenes tomadas de (PDE Colombia SAS, 2025)

Referencias Bibliográficas

- 5725-1:1994, I. (s.f.). *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results*.
- Acevedo Bracamonte, I., & Sarmiento López, M. J. (2018). *Plan de mejoramiento de los procesos de gestión de inventarios, almacenamiento y alistamiento para la compañía Pesquera del Mar S.A.S*. Bucaramanga, Santander, Colombia.
- Anaya, J., & Polanco, S. (2005). *Innovación Y Mejora De Procesos Logísticos*. Madrid, España: ESIC Editorial.
- Bowersox, D. J., Closs, D. J., & Cooper, M. B. (2013). *Supply Chain Logistics Management* (4th ed.). McGraw-Hill.
- Celaya, G. (2012). Impacto de la mejora de procesos en los almacenes de las Pymes: caso de Arrocería Schettino. *Academia Journal's Celaya 2012*.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2016). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation* (6th ed.). Pearson Education.
- Díaz Fernández, B., Del Brío González, J. A., & González Torre, B. (2001). Modelación de un DSS para la gestión de productos perecederos. 25, 14.
- G, C. (2012). Impacto de la mejora de procesos en los almacenes de las PYMES: caso de Arrocería Schettino. *Academia Journal's*.
- Lopez, A., & Rodriguez, P. (2020). *Control y administración de inventarios: ENfoques y estrategias*. McGraw-Hill.
- Montgomery, D. C. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control* (6 ed.). Wiley.

Ortega Pérez, W. A. (2023). *Plan de mejoramiento de los procesos en el área de urgencias de la Fundación Cardiovascular de Colombia, Instituto Cardiovascular*. Bucaramanga, Santander, Colombia.

PDE Colombia SAS. (12 de 05 de 2025). pdecolombiasas.co:
<https://pdecolombiasas.co/%F0%9F%94%A5-incendio-planta-distraves-piedecuesta-2025-historia-respuesta-y-lecciones-para-la-seguridad-industrial/>

Photoneo. (22 de Octubre de 2024). *Photoneo.com*. https://www.photoneo.com/case-study/mixed-palletizing-with-scalable-automation/?utm_source=chatgpt.com

Rushton, A., & Baker, P. (2014). *The Handbook of Logistics and Distribution Management* (5th ed.).

Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2022). *The Handbook of Logistics and Distribution Management* (7^a ed. ed.). Kogan Page.

Stevenson, W. J. (2014). *Production and Operations Management* (12th ed.). McGraw-Hill Education.

Vollmann, T. E. (2005). *Manufacturing Planning and Control for Supply Chain Management*. (Vol. V). McGraw-Hill. Retrieved 19 de Septiembre de 2024.