



**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS**  
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA  
EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



**TRABAJO DE GRADO**  
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**  
**DISEÑO DE ESTRATEGIA SLOTTING PARA EMPRESA DEL SECTOR**  
**AGROINDUSTRIAL**

**Docentes**

**MARIA YOLANDA COPETE CABRA**  
**JULIAN ALBERTO SARRIA DORADO**

**Estudiante**

**ANGELA MARIA HERRERA MUÑOZ**

**Programa**

**INGENIERIA LOGISTICA Y DE OPERACIONES**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS**

**CAU NEIVA**

**NEIVA 2025**



## Índice de contenido

### Contenido

Índice de contenido .....	2
Índice de Ilustraciones .....	4
Índice de Tablas .....	5
Índice de Cuadros .....	5
Agradecimientos .....	7
Resumen Ejecutivo .....	8
Executive recap .....	10
1. Introducción .....	11
2. Planteamiento del Problema .....	14
3. Justificación .....	16
4. Objetivos .....	19
4.1. Objetivo General .....	19
4.2. Objetivos Específicos .....	19
5. Metodología .....	20
6. Marco Teórico .....	23
6.1. El Sector Agroindustrial en Colombia .....	23
6.2. La Logística y la Cadena de Suministro (SCM) en el Sector Agroindustrial .....	23
6.3. El Rol Estratégico del Centro de Distribución y la Logística de Almacenamiento .....	24
6.4. El Concepto de <i>slotting</i> como Solución Estratégica .....	25
6.4.1. Estrategias y Enfoques Metodológicos para el <i>slotting</i> .....	25
6.5. Teorías y Métodos de Clasificación de Inventarios .....	27
7. Diagnóstico de la Operación del Centro de Distribución .....	29
7.1. Operación del centro de distribución .....	29
7.1.1. Análisis de las áreas del centro de distribución .....	30
7.1.1.1. Diseño y Layout .....	30
7.1.1.2. Zonificación de áreas y ubicaciones estratégicas .....	30
7.1.1.3. Análisis de Pasillos y Desafíos Operativos .....	31



7.1.1.4. Proximidad de Puntos Críticos.....	31
7.1.1.5. Descripción de Áreas a Intervenir.....	32
7.1.2. Descripción de los procesos del Centro de Distribución .....	33
7.1.2.1. Diagrama de recibo de producto terminado.....	33
7.1.2.2. Diagrama de almacenamiento.....	35
7.1.2.3. Diagrama general del proceso de manejo y almacenamiento de producto terminado.....	35
7.1.2.4. Diagrama del proceso de <i>picking</i> .....	39
7.1.2.5. Diagrama del proceso de despacho.....	40
7.1.3. Descripción de equipos, máquinas, herramientas y recursos en general .....	42
7.1.3.1. Maquinaria y Equipos de Manejo de Materiales .....	42
7.1.4. Conclusión del Centro de Distribución.....	43
7.2. Descripción del proceso <i>slotting</i> del centro de distribución objeto de estudio.....	45
7.2.1. Diagrama de flujo del proceso de <i>slotting</i> .....	45
7.2.2. Diagrama de flujo de la Estrategia <i>slotting</i> .....	45
7.2.3. Análisis de la demanda .....	48
7.2.3.1. Análisis de la Demanda y Clasificación ABC .....	48
7.2.3.2. Análisis ABC .....	49
7.2.4. Ubicaciones y Racks.....	53
7.2.5. Descripción y análisis de la estrategia de <i>slotting</i> .....	58
7.2.5.1. Modelo de Ubicación Flexible o Aleatorio.....	58
7.2.5.2. Caracterización de las Ubicaciones Fijas.....	59
7.2.5.3. Análisis de Criterios de Asignación de SKUs .....	59
7.2.6. Estrategias <i>Slotting</i> identificadas en la literatura científica.....	60
7.2.6.1 Enfoques y estrategias de Asignación de Ubicaciones:.....	60
7.2.6.2 Estrategias <i>slotting</i> específicas identificadas en la revisión de la.....	61
7.2.6.3 Herramientas Tecnológicas y Metodológicas.....	63
7.2.6.4. Síntesis de Hallazgos y Consideraciones de la Literatura .....	64
7.2.6.5 Otros aspectos de interés identificados en la revisión de la literatura, aplicados a las tres estrategias propuestas.....	67
7.2.7. Conclusión del Diagnóstico del <i>slotting</i> .....	70
7.3. Análisis de Causa-Efecto: Diagrama de Espina de Pescado.....	71



7.4. Diseño de estrategias <i>slotting</i> en el centro de distribución objeto de estudio.....	73
7.4.1. Estrategias de <i>slotting</i> a Implementar .....	73
7.4.1.2. Slotting Correlacionado y por Clustering.....	81
7.4.1.3. Estrategia <i>slotting</i> Correlacionada, ABC y Demanda .....	86
7.5. Evaluación de Estrategias <i>slotting</i> .....	92
7.5.1. Selección y Justificación de la Estrategia Optima .....	92
7.5.2. Plan de Implementación de la Estrategia Correlacionada, ABC y Demanda .....	99
8. Conclusiones.....	103
9. Recomendaciones .....	104
10. Bibliografía .....	105
11. Anexos .....	108
11.1 Diagramas .....	108
11.2. Planos.....	109
11.3. Análisis de Estrategias .....	109
11.4. Evaluación de Expertos.....	109
11.5. Base de datos y documentos .....	109

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Plano de distribución física del Centro de Distribución Objeto de Estudio .....	32
Ilustración 2 Diagrama de proceso de recepción de producto terminado en el Centro de Distribución Objeto de Estudio.....	34
Ilustración 3 Diagrama de Proceso de Almacenamiento en Centro de Distribución objeto de estudio.....	36
Ilustración 4 Diagrama general del Proceso de recibo y almacenamiento de Producto terminado en el centro de Distribución objeto de estudio.....	38
Ilustración 5 Diagrama de proceso de Picking en el Centro de Distribución objeto de estudio...	40
Ilustración 6 Diagrama de Proceso de despacho de Centro de Distribución objeto de estudio....	41
Ilustración 7 Diagrama del Proceso de <i>slotting</i> en el Centro de Distribución objeto de estudio..	46
Ilustración 8 Diagrama estrategia <i>slotting</i> .....	47
Ilustración 9 Diagrama de Pareto Unidad de Medida Cajas .....	51



Ilustración 10 Diagrama de Pareto Unidad de Medida Pacas.....	53
Ilustración 11 Especificaciones correspondientes al Rack C.....	54
Ilustración 12 Especificaciones correspondientes al Rack D sección azul.....	55
Ilustración 13 Especificaciones correspondientes al Rack D sección amarilla .....	56
Ilustración 14 Especificaciones correspondientes al Rack D sección amarilla .....	57
Ilustración 15 Identificación general en el Centro de Distribución de los Racks C, D y E.....	57
Ilustración 16 Diagrama Espina de Pescado.....	73
Ilustración 17 Implementación de la Estrategia Híbrida en el Centro de Distribución objeto de estudio.....	78
Ilustración 18 Implementación de la Estrategia Correlacionada o por Clustering .....	84
Ilustración 19 Implementación de la Estrategia ABC, Correlacionada y de Demanda .....	90

### Índice de Tablas

Tabla 1 Análisis ABC aplicado al volumen de despachos UM Cajas en el periodo de enero a junio de 2025.....	50
Tabla 2 Análisis ABC aplicado al volumen de despachos UM Pacas en el periodo de enero a junio de 2025.....	52
Tabla 3 Análisis estrategia slotting Dedicada por Zonas (Enfoque Basado en Clases).....	77
Tabla 4 Análisis estrategia slotting ABC Correlacionada .....	84
Tabla 5 Análisis estrategia slotting ABC Correlacionada y Demanda .....	90
Tabla 6 Factores ponderados .....	97
Tabla 7 Resultado de votación de las estrategias.....	98

### Índice de Cuadros

Cuadro 1 Síntesis de hallazgos y Consideraciones de la literatura.....	66
Cuadro 2 Otros aspectos de interés identificados en la revisión de la literatura, aplicados a las tres estrategias propuestas.....	70
Cuadro 3 Relación de Profesionales .....	95
Cuadro 4 Se presenta información clave para la calificación, teniendo en cuenta como cada factor a calificar aplica a cada una de las 3 estrategias.....	97



**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS**  
**PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA**  
EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704





UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA  
EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



## Agradecimientos

La luz de mi alma, la paz de mi vida, mi rumbo y mi norte, el amor más grande, más paciente, más leal, **mi Hijo y mi Esposo**. Gracias infinitas por estar siempre, por apoyarme, por motivarme, por entenderme y por amarme incondicionalmente.

A **mi Familia**. Gracias por el amor, la confianza, la admiración, el respeto, por creer que siempre puedo.

A los Docentes **Maria Yolanda y Julian Alberto**. Gracias por este proceso de aprendizaje, por el acompañamiento, por las palabras de aliento, por la experiencia vivida en la ejecución de mi trabajo.

“Nunca desistir a los sueños, cada piedra en el camino es un aprendizaje para la vida, para seguir luchando hasta cumplir lo soñado”.

**¡GRACIAS DIOS, GRACIAS UNIVERSO!**



## Resumen Ejecutivo

El presente trabajo de grado aborda el desafío logístico de la gestión ineficiente del almacenamiento en centros de distribución, un problema crítico que impacta directamente la productividad y la competitividad de las empresas. Específicamente, esta investigación se centra en una empresa líder en el sector agroindustrial, con el objetivo de diseñar una estrategia *slotting* que optimice sus operaciones de recibo, *picking* y despacho.

La investigación se desarrolló en cuatro fases metodológicas. Inicialmente, se realizó un diagnóstico del proceso de almacenamiento actual, que reveló la dependencia de un sistema manual basado en un archivo de Excel, lo que genera desorden, inconsistencia de datos y tiempos de búsqueda prolongados. Posteriormente, se llevó a cabo una revisión de la literatura científica para documentar las estrategias de *slotting* más relevantes y su aplicación en el sector, luego, se analizó información de la demanda en donde se confirmó que un pequeño porcentaje de productos (Clase A) es responsable de la mayor parte del volumen despachado, un hallazgo que subraya la importancia de aplicar el Principio de Pareto.

Con base en el diagnóstico, la revisión de la literatura y el análisis de la demanda, se diseñaron tres estrategias de *slotting*: una híbrida (ABC + Dedicada), una correlacionada y por clustering, y una tercera que integra ABC, correlación y demanda. Por último, se elabora una evaluación de las estrategias desarrolladas utilizando una herramienta de multicriterio denominada factores ponderados.

Los resultados de este proyecto demuestran que la implementación de una estrategia *slotting* estructurada puede maximizar la eficiencia operativa y reducir costos. La solución propuesta no



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA  
EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



solo aborda directamente las deficiencias del sistema actual en el Centro de Distribución objeto de estudio, sino que también ofrece una hoja de ruta para optimizar la ubicación del inventario sin requerir cambios significativos en la infraestructura, garantizando una mejora en la productividad del *picking* y una gestión más inteligente del almacén.



## Executive recap

The present degree project addresses the logistic challenge of inefficient management of the distribution centers, a critical problem that directly impacts the productivity and competitiveness of the companies. Specifically, this investigation focuses on the distribution center, of a leading company in the agroindustrial sector, with the objective of designing a slotting strategy that optimizes their operations of receipt, picking and dispatch.

The investigation was developed in three methodological phases. Initially, an exhausting diagnosis of the current storage process was done, that revealed the dependence of an manual system based on an Excel file, which generates disorder, inconsistency of data and prolonged times of research. Subsequently, a review of the scientific literature to document the relevant slotting strategies and their application was done. In this phase, it was confirmed that a small percentage of products (Class A) is responsible for most of the volume dispatched, a finding that highlights the importance of applying the Pareto Principle.

Based on the diagnosis and review of the literature, three slotting strategies were designed: a hybrid one (ABC + dedicated), one called correlated and clustering, and a third one that integrates ABD, correlation and demand.

The results of this project show that the implementation of a structured slotting strategy can increase the operative efficiency and reduce costs. The solution of this proposal not only directly addresses the deficiency of the actual Distribution Center object of study, but also offers a roadmap to optimize the location of the inventory without requiring significant infrastructure changes, guaranteeing picking improvement and a smarter warehouse management.



## 1. Introducción

En el dinámico entorno de la cadena de suministro, los centros de distribución (CD) han dejado de ser simples almacenes para convertirse en puntos estratégicos clave para la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente. La competitividad de las empresas hoy en día depende, en gran medida, de su capacidad para gestionar de manera ágil, precisa y rentable procesos complejos como el recibo de producto terminado, el *picking* (alistamiento de pedidos) y el despacho (*Carrascal Paternina, 2025*).

Sin embargo, en muchas organizaciones, la gestión ineficiente del espacio y la ubicación de los productos dentro del almacén se traduce en cuellos de botella y problemas significativos. Específicamente, una disposición de mercancía no optimizada puede generar dificultades para encontrar ubicaciones disponibles, lo que ralentiza el recibo y genera congestión. De igual forma, los operarios pueden enfrentar recorridos excesivamente largos durante el *picking*, lo que incrementa los tiempos de ciclo, el esfuerzo físico y la posibilidad de errores, afectando directamente la productividad y el costo de la mano de obra.

Ante este panorama, la falta de una estrategia estructurada para la asignación de ubicaciones, conocida como estrategia de *slotting*, se identifica como una causa principal de estas ineficiencias.

El *slotting* busca la asignación óptima de productos para minimizar los tiempos de desplazamiento, mejorar la eficiencia y reducir los costos logísticos. Aunque se reconoce el valor de una gestión de inventario inteligente, a menudo existe un vacío en la aplicación de



metodologías específicas que permitan transformar la organización física del almacén en un verdadero motor de eficiencia.

En este contexto, el presente trabajo de grado se centra en el diseño de una estrategia *slotting* para el Centro de Distribución objeto de estudio, en una empresa líder en el sector agroindustrial, con el propósito de optimizar sus operaciones y contribuir a la productividad de sus procesos de recibo, alistamiento y despacho. Para ello, la investigación se ha estructurado en cuatro fases:

- ✓ **Fase 1:** Diagnóstico detallado del proceso actual. Esta etapa se enfoca en la observación del proceso de asignación del centro de distribución para identificar las variables de incidencia, se analiza la información sobre los productos almacenados, su demanda y la frecuencia de despacho. También se describen los equipos, máquinas y recursos utilizados para la operación del centro de distribución.
- ✓ **Fase 2:** Documentación de estrategias de *slotting*. En esta fase se realiza una revisión de literatura científica para identificar estrategias aplicables al sector agroindustrial, el objetivo es establecer referentes conceptuales, prácticas y políticas de *slotting* que sirvan como base para el diseño de las propuestas, identificando las que mejor se ajustan a las características del centro de distribución.
- ✓ **Fase 3:** Diseño de estrategias ajustadas a la operación de la empresa. Con base en el diagnóstico y la revisión literaria, se adaptan las estrategias seleccionadas a las condiciones específicas de la empresa, se diseñan escenarios para cada estrategia priorizada (mínimo 3) y se especifican los datos que se utilizarán para evaluar su desempeño.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA  
EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



- ✓ **Fase 4:** Evaluación de las estrategias propuestas. Esta fase se incluye como un objetivo específico en el trabajo. Se evaluarán las estrategias diseñadas en la fase anterior, utilizando un método de juicio de expertos., con el fin de seleccionar y justificar la estrategia óptima para el centro de distribución.



## 2. Planteamiento del Problema

En la cadena de suministro actual, los centros de distribución (CD) han trascendido su rol de simples espacios de almacenamiento para convertirse en puntos críticos para la eficiencia operativa y la competitividad de las empresas. La capacidad de un CD para ejecutar operaciones como el recibo de producto terminado, el *picking* y el despacho de manera ágil y rentable, es un factor determinante para el éxito del negocio. En este entorno, el *slotting* ha surgido como una práctica estratégica, definida como la asignación óptima de las ubicaciones de los productos dentro del almacén con el fin de minimizar los tiempos de desplazamiento, mejorar la eficiencia y reducir los costos logísticos (*Mantel, Schuur y Heragu, 2007*). Este concepto es central en la literatura del sector, siendo objeto de estudios que demuestran su impacto positivo en la gestión logística (*Kim y Smith, 2012; Yener y Yazgan, 2019*).

A pesar de su reconocida importancia, la ausencia de una estrategia *slotting* estructurada en el centro de distribución de la empresa agroindustrial objeto de estudio, ha generado una serie de desafíos operativos que impactan directamente en la productividad. Se ha evidenciado que el sistema de gestión actual es manual y se basa en un archivo de Excel, que debido a su precariedad frente al tamaño de la operación y la complejidad del negocio puede generar desorden, inconsistencia de datos y tiempos de búsqueda prolongados. Estas problemáticas se traducen en una menor productividad y un aumento en los costos de almacenamiento y manipulación, que se ha evidenciado y reflejado en los tiempos de preparación de pedidos, devoluciones y dificultad de la operación.



Este trabajo de investigación busca abordar situaciones mencionadas en la gestión del almacén mediante la propuesta de una estrategia *slotting* que, una vez implementada en un escenario futuro, pueda contribuir a la mejora de la productividad de las operaciones en el Centro de Distribución de la empresa. Ante la limitación de obtener cifras concretas sobre el impacto económico, la investigación se apoyará en un enfoque metodológico que compense esta restricción, como el uso de datos cualitativos y la evaluación por parte de especialistas en el sector. Se fundamenta en un análisis teórico de la problemática y en los datos históricos disponibles para el periodo comprendido entre enero y junio de 2025. Los análisis de la demanda de productos realizados en el marco de la investigación, que confirman el Principio de Pareto para las unidades de medida de cajas y pacas, demuestran que un pequeño porcentaje de referencias es responsable de la mayor parte del volumen despachado. Este hallazgo subraya la necesidad de una estrategia *slotting* y justifica la viabilidad de proponer un diseño que pueda ofrecer una hoja de ruta para optimizar la operación sin requerir cambios significativos en la infraestructura.

En este contexto, el presente trabajo busca responder a la siguiente pregunta de investigación, ***¿Cuál es la estrategia slotting que permitirá contribuir al mejoramiento de las operaciones de recepción de producto terminado, picking, alistamiento de producto y despacho, en el centro de distribución objeto de estudio?***



### 3. Justificación

El presente trabajo de grado se justifica por su relevancia en tres niveles fundamentales: a nivel del sector agroindustrial, para el centro de distribución objeto de estudio y para el desarrollo profesional y personal como estudiante.

El sector agroindustrial es un pilar de la economía colombiana, con una participación significativa en el Producto Interno Bruto (PIB) que, según diversas fuentes, oscila entre el 6% y el 8,3% (*Presidencia de la República, 2025*). Además, es una fuente importante de empleo, generando más de 3,5 millones de empleos directos e indirectos, especialmente en las zonas rurales (*Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2024*) y se ha consolidado como el segundo motor de la economía nacional, solo superado por el sector servicios. Por lo tanto, cualquier iniciativa orientada a optimizar la eficiencia y la productividad en la cadena de suministro agroindustrial no solo contribuye al rendimiento de una empresa específica, sino que también tiene un impacto positivo en la competitividad y el crecimiento económico del país. El diseño de una estrategia *slotting*, como la propuesta en el presente trabajo, busca aportar soluciones a los desafíos logísticos que enfrenta el sector, haciendo la cadena de valor más robusta y rentable.

A nivel agroindustrial, la justificación de este proyecto radica en la necesidad de abordar las deficiencias operativas identificadas en el centro de distribución objeto de estudio. Estas problemáticas críticas se derivan de la ausencia de una estrategia de *slotting* estructurada basada



en variables clave del proceso, las cuales impactan directamente en la eficiencia y la productividad. Entre las principales situaciones observadas se destacan las siguientes:

- ✓ **Gestión de ubicaciones:** La asignación de los productos (SKU) en las ubicaciones es gestionada de forma mixta, empleando ubicaciones flexibles y aleatorias, lo que genera inconsistencia y dificulta la localización de los productos.
- ✓ **Manejo de la información:** La operación para ubicar los SKU en las ubicaciones se basa en una base de datos a través de un archivo de Excel. El proceso manual de registro de ingreso y salida de producto de las ubicaciones genera errores de digitalización, además, el manejo de la base de datos por internet y la inestabilidad de la señal comprometen la confiabilidad de la información ingresada.
- ✓ **Ineficiencia en la operación:** La falta de una estrategia metodológica basada en el análisis de la demanda, clasificación y características del producto, ha resultado en una operación desordenada, esto se evidencia en la práctica de ubicar productos que no tienen ubicación asignada en los pasillos, lo cual no contribuye a la administración del espacio y dificulta las labores de recolección.
- ✓ **Deficiencia tecnológica y ambiental:** La tecnología actual no es la más óptima para una gestión adecuada del *slotting*, y las condiciones ambientales como el exceso de calor, pueden presentar dificultad en la operación y contribuyen a los errores de digitación en la base de datos, generando inconsistencias en los registros de los productos.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA  
EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Este proyecto, al proponer una estrategia *slotting*, ofrece una solución sistemática a estos problemas, buscando contribuir a la reducción de tiempos, la mejora de la precisión y el aumento de la productividad.

Este trabajo de grado representa una aplicación práctica de los conocimientos adquiridos en la investigación, revisión y análisis de la literatura. El desarrollo del proyecto permite como estudiante analizar una problemática real en un entorno industrial y proponer una solución estructurada y metodológicamente sólida. De esta manera, se fortalece la capacidad de diagnóstico, diseño y evaluación de sistemas logísticos complejos.

La contribución a la profesión se evidencia en la demostración de cómo el *slotting*, más allá de un concepto teórico, puede ser diseñado y justificado para optimizar las operaciones de un centro de distribución.



## 4. Objetivos

### 4.1. Objetivo General

Diseñar estrategias *slotting* para un centro de almacenamiento de una compañía que pertenece al sector agroindustrial.

### 4.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar el proceso *slotting* en el centro de almacenamiento de la compañía objeto de estudio, permitiendo determinar las variables de incidencia en el proceso.
- Documentar estrategias *slotting*, mediante la revisión de literatura científica, las cuales se relacionen con el sector agroindustrial.
- Diseñar estrategias *slotting* en el centro de almacenamiento de la compañía objeto de estudio, orientadas a mejorar el alistamiento de pedidos.
- Evaluar las estrategias *slotting* diseñadas para el centro de almacenamiento objeto de estudio. (juicio de expertos).



## 5. Metodología

Para la realización de este trabajo de grado, se utilizó un enfoque de investigación de tipo aplicado, con el fin de diagnosticar y proponer una solución a la problemática de gestión del *slotting* en el centro de distribución objeto de estudio. La metodología se desarrolló a través de una serie de fases, diseñadas para analizar el estado actual de la operación, identificar las causas del problema y, finalmente, diseñar una estrategia que aporte a la mejora de la productividad.

**Fase 1.** Diagnosticar el proceso *slotting* en el centro de almacenamiento de la compañía objeto de estudio, permitiendo determinar las variables de incidencia en el proceso. Esta fase es una etapa de conocimiento que busca observar el proceso de *slotting* en el centro de distribución.

Para esto se desarrollarán las siguientes actividades:

- Analizar información sobre los productos almacenados: Demanda, Frecuencia de despacho.
- Describir los equipos, máquinas, herramientas y recursos en general, que se presentan en el proceso de almacenamiento objeto de estudio.

**Fase 2.** Documentar estrategias *slotting*, mediante la revisión de literatura científica, las cuales se relacionen con el sector agroindustrial. La segunda fase busca identificar de la literatura existente, las estrategias *slotting* para inventarios que se administren de manera similar al centro de distribución objeto de estudio.

- A partir de la búsqueda conjunta de la literatura, establecer los referentes conceptuales, prácticas, estrategias y políticas utilizadas de estrategias *slotting*.



- Identificar las estrategias *slotting* que se puedan aplicar conforme a las características del centro de distribución objeto de estudio.

**Fase 3.** Diseñar estrategias *slotting* en el contexto del centro de distribución objeto de estudio, que permitan mejorar los procesos de recolección de inventario, alistamiento de pedidos y recibo de producto terminado. Una vez establecidas las estrategias *slotting* que pueden implementarse en el centro de distribución, es necesario adaptar su diseño a las características del sistema empresarial. Para esto se realizan las siguientes actividades.

- Realizar una selección de las estrategias *slotting* identificadas en la fase anterior, para determinar cuáles son las más pertinentes al centro de distribución objeto de estudio.
- Adaptar el diseño y las características de las estrategias *slotting* seleccionadas a las condiciones y particularidades del centro de distribución objeto de estudio.
- Diseñar escenarios para cada estrategia priorizada (Mínimo 3), especificando los elementos del diseño y los datos de entrada que se utilizarán para evaluar su desempeño

**Fase 4.** Evaluación y propuesta de la estrategia de *slotting* final. Esta fase final se enfoca en la validación de los escenarios diseñados en la etapa anterior. El objetivo es evaluar el desempeño de cada propuesta para seleccionar la estrategia más viable y presentar la solución final a la empresa. Para esto se llevarán a cabo las siguientes actividades:

- Analizar los escenarios diseñados en la Fase 3, evaluando su viabilidad en función de su aplicabilidad al contexto de la empresa, su complejidad de implementación y su potencial para solucionar los problemas identificados.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA  
EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



- Analizar los resultados obtenidos para identificar la estrategia que mejor optimice los procesos de recolección de inventario, alistamiento de pedidos y recibo de producto terminado.
- Elaborar la propuesta final de la estrategia de *slotting* recomendada, incluyendo un plan de implementación.



## 6. Marco Teórico

### 6.1. El Sector Agroindustrial en Colombia

El sector agroindustrial es un pilar fundamental de la economía de Colombia. De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, este sector se consolidó como el segundo motor de crecimiento en 2024, aportando más de 1.1 puntos porcentuales al crecimiento total del Producto Interno Bruto (PIB) nacional, que fue del 1.7% (*MinAgricultura, 2025; ANIF, 2025*).

Además de su impacto en la producción nacional, es un generador clave de empleo. Solo en enero de 2024, el sector agropecuario ocupó a 3.2 millones de personas, consolidándose como la segunda actividad económica que más empleo genera a nivel nacional (*Agronet, 2024*). Estas cifras demuestran que, más allá de ser un eslabón vital para la seguridad alimentaria, el sector agroindustrial es crucial para la estabilidad económica y social del país.

### 6.2. La Logística y la Cadena de Suministro (SCM) en el Sector Agroindustrial

La gestión logística en el sector agroindustrial enfrenta desafíos únicos que la diferencian de otras industrias. La naturaleza de los productos, a menudo perecederos y con un ciclo de vida corto, exige una cadena de suministro ágil y eficiente. Los procesos logísticos deben garantizar la calidad, seguridad e inocuidad de los alimentos, desde la cosecha hasta el consumidor final, lo que se logra a través de la implementación de la cadena de frío y sistemas de trazabilidad (*Mecalux, 2023*).

En este contexto, la Logística y la Cadena de Suministro (SCM) adquieren un rol estratégico para garantizar la competitividad, reducir las pérdidas y optimizar las operaciones. La integración de



los procesos, desde la planificación de la demanda hasta la distribución, es vital para responder a las fluctuaciones del mercado. Específicamente, una planificación precisa es fundamental para evitar el desperdicio de alimentos y los sobrecostos (*Valerdat, 2024*).

### 6.3. El Rol Estratégico del Centro de Distribución y la Logística de Almacenamiento

En la cadena de suministro actual, los centros de distribución (CD) son puntos críticos para la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente, ya que su rol trasciende el simple almacenamiento. Estos centros abarcan procesos complejos como el recibo de producto terminado, el *picking* y el despacho (*Duque Jaramillo, Cuellar Molina y Cogollo Flórez, 2020*).

La competitividad de las empresas depende, en gran medida, de la capacidad de sus CD para ejecutar estas operaciones de manera ágil, precisa y rentable (*Kim y Smith, 2012; Yener y Yazgan, 2019*). La gestión ineficiente del espacio y la ubicación de los productos dentro de un almacén puede generar cuellos de botella significativos que impactan directamente en la productividad general. Esta ineficiencia se manifiesta en problemas como recorridos excesivamente largos por parte de los operarios durante el *picking*, lo que incrementa los tiempos de ciclo y el esfuerzo físico, de igual forma, se observan dificultades para encontrar ubicaciones disponibles, lo que ralentiza el proceso de descarga del producto terminado y genera congestión dentro del centro de distribución. En el despacho, la congestión en las zonas de carga se debe a un alistamiento ineficaz, lo que afecta los tiempos de entrega.

La correcta gestión de las ubicaciones permite alcanzar importantes beneficios en términos de eficiencia operativa, reducción de costos y capacidad de respuesta logística (*Manzini, et al.,*



2015). De igual forma, el proceso *slotting* es clave para la optimización de los sistemas de preparación de pedidos, y ha sido documentado por autores que resaltan su impacto en la productividad (*Kim y Smith, 2012*) y en el diseño de almacenes (*Yener y Yazgan, 2019*).

#### 6.4. El Concepto de *slotting* como Solución Estratégica

El *slotting* como herramienta fundamental en la gestión de los centros de distribución se define como la asignación óptima de las ubicaciones de los productos dentro del almacén para minimizar los tiempos de desplazamiento, mejorar la eficiencia y reducir los costos logísticos (*Mantel, Schuur y Heragu, 2007*). Su objetivo es optimizar factores clave como el tiempo de desplazamiento, el uso del espacio y la eficiencia operativa general.

El *slotting* es el eje central del 85% de las publicaciones analizadas en la revisión de literatura, lo que demuestra un creciente interés en su optimización (*Mantel, Schuur y Heragu, 2007*).

Como parte de los objetivos de este proyecto de investigación, se dedicará una unidad específica al análisis y la aplicación de las principales estrategias *slotting*, con el fin de seleccionar e implementar la más adecuada para el caso de estudio. Esto permitirá profundizar en los métodos de clasificación y reubicación de productos para solucionar los problemas de falta de espacio y congestión descritos en el planteamiento del problema.

##### 6.4.1. Estrategias y Enfoques Metodológicos para el *slotting*

- **Estrategias de Slotting**



Para desarrollar el proceso *slotting*, se emplean distintos enfoques. La literatura científica identifica las siguientes estrategias:

- ✓ **Clasificación Dedicada:** Asigna una ubicación fija a cada producto, lo que ofrece estabilidad operativa (*Manzini, 2015; Gómez-Montoya, Cano y Campo, 2018*).
- ✓ **Basado en Clases:** Organiza los productos según criterios como el volumen de rotación, tamaño o criticidad, permitiendo un equilibrio entre eficiencia y adaptabilidad (*Manzini, et al., 2015*), de acuerdo con la literatura, el 26% de los estudios revisados utilizan clasificaciones basadas en clases.
- ✓ **Correlacionado:** Ubica juntos los productos que se solicitan en el mismo pedido (*Bindi, et al., 2009*).
- ✓ Muchos autores coinciden en que la **clasificación ABC y la correlación de demanda** son variables fundamentales para definir ubicaciones eficientes.

- **Enfoques Heurísticos en la Gestión de Almacenes**

Los enfoques heurísticos son métodos prácticos basados en la experiencia o reglas de oro para resolver problemas complejos. Este enfoque es particularmente útil en contextos operativos sin sistemas de gestión avanzados, ya que se centra en reglas sencillas y lógicas para optimizar la toma de decisiones *Gómez-Montoya, Cano y Campo (2018)*.

- **Tecnología Aplicada al Slotting**

La digitalización de los procesos ha impulsado la investigación del *slotting*. Las tecnologías utilizadas incluyen Sistemas de Gestión de Almacenes (WMS), tecnologías avanzadas como



RFID e inteligencia artificial, y técnicas de modelado y simulación para analizar escenarios.

Si bien el centro de distribución objeto de estudio utiliza un sistema manual para su gestión,

la literatura demuestra la necesidad de una metodología estructurada para superar las

limitaciones de este enfoque (*Huang, et al., 2015*).

- **Impacto en la Eficiencia y los Costos**

Una correcta estrategia *slotting* puede generar reducciones de hasta el 20% en los tiempos de preparación de pedidos y representar entre el 55% y el 65% de los costos totales de operación del almacén, junto con el *picking*. La distancia promedio de viaje por pedido es una medida común del desempeño.

## 6.5. Teorías y Métodos de Clasificación de Inventarios

- **El Principio de Pareto y el Análisis ABC**

El Análisis ABC es un método de clasificación de inventarios que se fundamenta en el Principio de Pareto, también conocido como la regla 80/20 (*Kim y Smith, 2012*). Este principio postula que un pequeño porcentaje de ítems de un almacén es responsable de un gran porcentaje del valor o volumen de ventas. En el contexto del centro de distribución objeto de estudio, los análisis realizados para las unidades de medida de cajas y pacas confirman fuertemente este principio, donde un pequeño porcentaje de referencias (Clase A) es responsable de la mayor parte del volumen despachado.

- **La Clasificación del Inventario por análisis de la demanda**



La clasificación ABC segmenta el inventario en tres categorías (A, B, C) basadas en la rotación o el volumen de unidades despachadas (*Mantel, Schuur y Heragu, 2007*).

- ✓ **Clase A:** Incluye un pequeño grupo de referencias (aproximadamente el 20%) que representan el 80% del volumen total. Estos productos requieren una gestión rigurosa y prioritaria.
- ✓ **Clase B:** Un grupo de tamaño intermedio que contribuye con un 15% adicional al volumen total.
- ✓ **Clase C:** La gran mayoría de las referencias (aproximadamente el 50%) que generan solo el 5% restante del volumen.

(*Mecalux, 2021*).

El porcentaje acumulado, representado en los diagramas de Pareto, es la herramienta visual que muestra cómo la línea asciende rápidamente para la Clase A, se desacelera para la Clase B y se aplana considerablemente para la extensa cola de la Clase C, demostrando la alta concentración del volumen en pocas referencias (*Yener y Yazgan, 2019*).



## 7. Diagnóstico de la Operación del Centro de Distribución

El diagnóstico de la presente investigación se estructura en dos componentes principales:

- **Operación del centro de distribución:** En esta sección se realiza un análisis detallado de las áreas funcionales, los flujos de los procesos operativos y los equipos y maquinaria utilizados en el centro de distribución. El objetivo es identificar oportunidades de mejora en la eficiencia operativa y en la disposición de los recursos.
- **Análisis del proceso de *slotting*:** Esta parte aborda el análisis de la demanda, la evaluación de la estrategia *slotting* actualmente implementada y una revisión comparativa con las estrategias documentadas en la literatura científica. Se busca establecer una base teórica y práctica que permita optimizar la ubicación de productos dentro del centro de distribución.

### 7.1. Operación del centro de distribución

Esta sección tiene como propósito realizar un diagnóstico exhaustivo de la operación actual del centro de distribución. Mediante la descripción de las áreas físicas, los procesos clave y la maquinaria utilizada, se busca identificar de manera precisa los cuellos de botella y las ineficiencias que afectan la productividad. El análisis detallado de la operación actual servirá como base para justificar la necesidad de una estrategia de *slotting* y orientar el diseño de la solución propuesta.



### **7.1.1. Análisis de las áreas del centro de distribución**

El objetivo es obtener una comprensión profunda de su funcionamiento para identificar las oportunidades de mejora que permitirán optimizar la eficiencia y la disposición de los recursos.

Este análisis se centrará en los siguientes puntos:

#### **7.1.1.1. Diseño y Layout**

El diseño actual del centro de distribución objeto de estudio se caracteriza por un flujo lineal lógico, que se considera una buena práctica en la gestión de almacenes. La operación inicia en el área de recepción y avanza de manera progresiva hacia el almacenamiento, el alistamiento de pedidos (*picking*) y, finalmente, el despacho en los muelles. Esta secuencia minimiza los movimientos cruzados y optimiza el flujo de la mercancía a lo largo de la cadena interna. Además, la separación de pasillos en áreas designadas para productos nacionales y de exportación es un punto positivo que facilita la segmentación del inventario. Esta zonificación clara permitiría una mejor organización de los productos y la consolidación de despachos, contribuyendo a la agilidad operativa.

#### **7.1.1.2. Zonificación de áreas y ubicaciones estratégicas**

La estrategia de zonificación implementada en el centro de distribución es otro aspecto favorable. La distinción entre los pasillos de productos de exportación y los de productos nacionales es importante para el control, siempre que el procedimiento de ubicación de inventario sea consistente.



Asimismo, la clara delimitación del área de materias primas y su separación del producto terminado es una práctica óptima que mejora el control de inventario y previene errores de mezcla. La cercanía de esta área con la zona de producción reduce los tiempos de transporte interno y aumenta la eficiencia en la cadena de suministro.

#### **7.1.1.3. Análisis de Pasillos y Desafíos Operativos**

A pesar de sus fortalezas, el layout actual presenta desafíos operativos que impactan la eficiencia. Los pasillos de la sección de productos nacionales, con una distancia de 2.50 metros entre racks, resultan ser un punto crítico. Esta medida es ajustada para el paso simultáneo de montacargas de gran tamaño o para maniobras rápidas, lo que puede generar congestión y ralentizar significativamente el flujo de equipos y personal de *picking*, especialmente en periodos de alto volumen de operaciones.

Esta congestión, sumada a la dispersión de los productos que conforman un solo pedido nacional, resulta en una trayectoria de *picking* ineficiente. Los operarios deben recorrer distancias considerables, afectando la productividad y el tiempo total de alistamiento de pedidos.

#### **7.1.1.4. Proximidad de Puntos Críticos**

Finalmente, un punto favorable del diseño es la cercanía de áreas clave. La proximidad del área de alistamiento y despacho a los muelles facilita la gestión documental y el cargue de vehículos, reduciendo los tiempos en la fase final del proceso. De igual manera, la ubicación del área de materias primas cerca de la zona de producción es una ventaja que simplifica el flujo de insumos.



A continuación, se presenta el plano del centro de distribución objeto de estudio, como se muestra en la ilustración No 1. En este se visualiza la distribución de las áreas funcionales, los pasillos, y la ubicación de las estanterías, lo que permite una comprensión clara del layout actual del almacén.

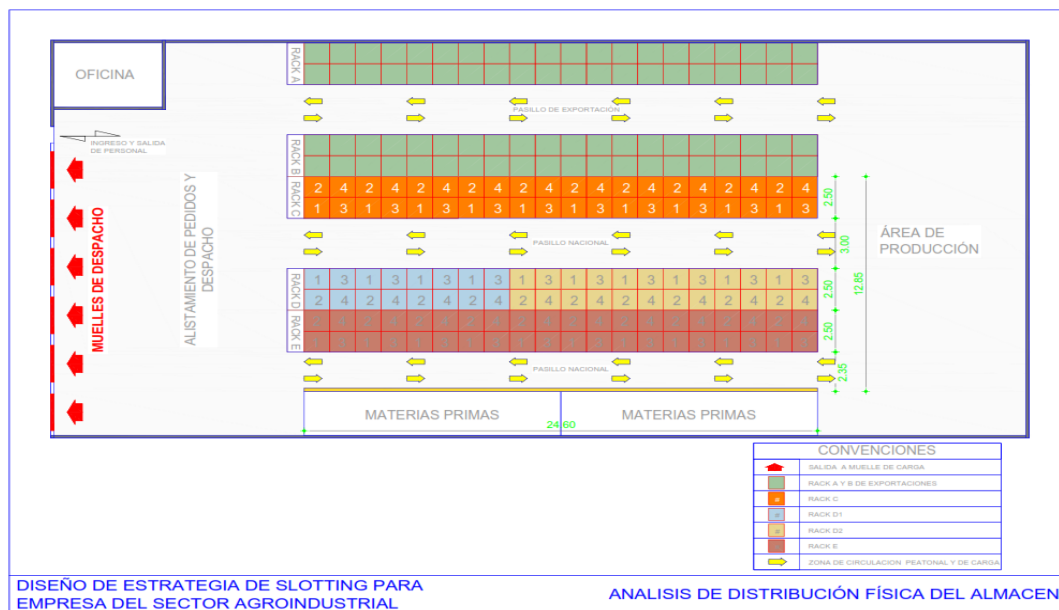


Ilustración 1 Plano de distribución física del Centro de Distribución Objeto de Estudio

### 7.1.1.5. Descripción de Áreas a Intervenir

En el diseño actual del centro de distribución, las estanterías RACK C, RACK D y RACK E han sido identificadas como las áreas de almacenamiento destinadas a los productos de consumo nacional. Estas estanterías presentan diferentes codificaciones de color en el plano, lo que facilita su distinción visual. Dichas secciones de almacenamiento han sido seleccionadas como el foco principal para el desarrollo e implementación de una estrategia *slotting* optimizada. El objetivo de esta intervención es maximizar la utilización del espacio disponible y reducir



significativamente los tiempos y distancias de recorrido asociados a la actividad de *picking*, mejorando así la eficiencia operativa general del almacén.

Es importante destacar la particularidad del RACK D, que se gestiona de dos maneras distintas, visualmente representadas por los colores azul y amarillo en el plano para una mejor diferenciación de sus configuraciones. La sección identificada en color azul está configurada con 6 niveles de altura y 4 posiciones por nivel, lo que proporciona un total de 24 *slots* (posiciones de almacenamiento). Por su parte, la sección de color amarillo se ha diseñado con 7 niveles de altura y 6 posiciones por nivel, resultando en un total de 42 *slots* en esa porción de la estantería.

### **7.1.2. Descripción de los procesos del Centro de Distribución**

Este punto tiene como objetivo describir el estado actual del proceso *slotting* en el centro de distribución objeto de estudio. Se conecta directamente con los fundamentos teóricos presentados en el Marco Teórico, ya que detalla la aplicación de conceptos como el análisis de la demanda y la gestión de ubicaciones, demostrando la necesidad de una estrategia estructurada para optimizar la operación.

#### **7.1.2.1. Diagrama de recibo de producto terminado**

En el siguiente diagrama de flujo, se describe el proceso de recepción de productos en el centro de distribución. El objetivo de este procedimiento es garantizar un control riguroso, trazabilidad y eficiencia en la gestión de entradas de inventario.

El flujo inicia con la disponibilidad del producto en el área de recibo, donde los operarios verifican la mercancía contra la información registrada en la transferencia. Este es un punto de



control crítico. Si el producto no cumple con lo especificado (por ejemplo, por daños, inconsistencias en las cantidades o errores en la referencia), se marca como no conforme y se devuelve al encargado de producción.

En caso de conformidad, se realiza una búsqueda en una tablet para ubicar el producto en el sistema, lo cual marca el inicio del proceso de *slotting*. Posteriormente, el producto se traslada físicamente a su ubicación correspondiente en el almacén, siguiendo los lineamientos de la estrategia de *slotting* mixta (flexible o aleatoria). El proceso finaliza con la confirmación de recepción del producto en su ubicación definitiva, lo cual actualiza el inventario disponible.

A continuación, se presenta el diagrama de flujo del proceso de recepción de productos, como se muestra en la ilustración No 2.

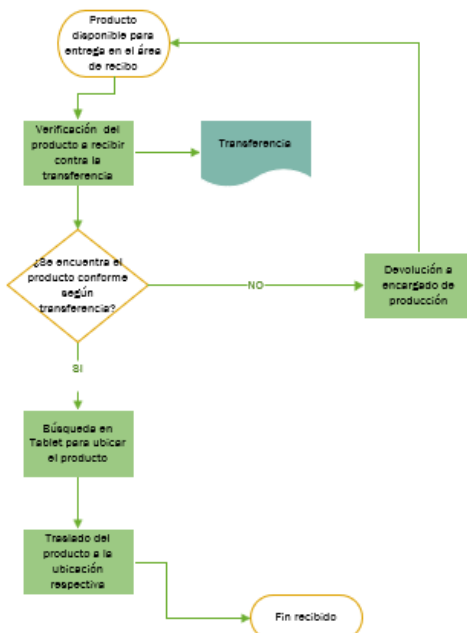


Ilustración 2 Diagrama de proceso de recepción de producto terminado en el Centro de Distribución Objeto de Estudio



### 7.1.2.2. Diagrama de almacenamiento

En el siguiente diagrama de flujo, se describe el proceso de almacenamiento de productos en el centro de distribución. El procedimiento inicia con el producto listo para ser almacenado, seguido por la consulta del operario en un archivo de Excel para verificar la ubicación asignada.

Si la ubicación está libre y es correcta, se realiza el movimiento del producto hacia esa ubicación y se actualiza manualmente el archivo de Excel. Si, por el contrario, la ubicación no está disponible o no es adecuada, se traslada el producto a una ubicación alternativa. Este movimiento representa un incumplimiento de la estrategia *slotting*, y demuestra la falta de un sistema robusto de gestión de ubicaciones.

El proceso finaliza una vez que el producto ha sido almacenado en su lugar definitivo. Este flujo refleja la importancia de la planificación y el control en la gestión de ubicaciones dentro del almacén, destacando las debilidades del sistema actual y la necesidad de una metodología más estructurada.

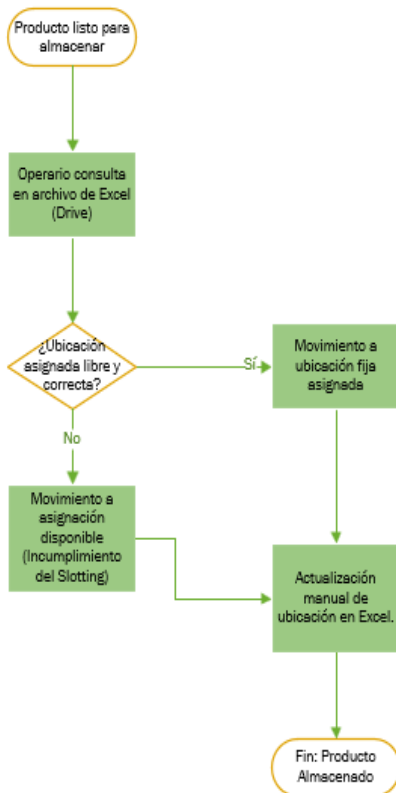
A continuación, se presenta el diagrama de flujo del proceso de almacenamiento, como se muestra en la ilustración No 3.

### 7.1.2.3. Diagrama general del proceso de manejo y almacenamiento de producto terminado

A continuación, se presenta un diagrama de flujo que integra los procesos de manejo y almacenamiento de producto terminado. Este diagrama tiene como finalidad ilustrar de forma



precisa la interconexión entre las etapas del recibo de producto terminado y su posterior ubicación, con el objetivo de evidenciar las inconsistencias del proceso de *slotting* actual.



*Ilustración 3 Diagrama de Proceso de Almacenamiento en Centro de Distribución objeto de estudio*

El flujo inicia con la entrega del producto por parte del operario de producción al operario de almacén, junto con la orden o transferencia que contiene los datos del producto. Se realiza un conteo y una verificación inicial para confirmar que la información coincide con el producto físico. Si hay conformidad, se procede con la recepción; de lo contrario, se devuelve al área de producción.



Posteriormente, el operario intenta ubicar el producto en un espacio asignado. Si hay disponibilidad, se realiza la ubicación física y se registra manualmente en un archivo de Excel, aunque este paso puede generar problemas como demoras en la actualización, inconsistencias de datos y dificultad para mantener la información en tiempo real. Si no hay espacio disponible, se buscan alternativas, lo que puede generar desorden en el almacén. Finalmente, se actualiza la información en el archivo de Excel alojado en Google Drive y se envía el registro al personal administrativo o coordinador.

El proceso concluye con el almacenamiento del producto. Sin embargo, este flujo evidencia la necesidad de mejorar la gestión de ubicaciones y la digitalización de los procesos para garantizar eficiencia y orden, ya que la falta de una estrategia estructurada desde la etapa de recibo crea cuellos de botella que se reflejan en el desorden del área de almacenamiento. El diagrama ilustra un proceso que, aunque busca la flexibilidad en la ubicación, está obstaculizado por la dependencia de métodos manuales y una gestión de datos propensa a errores e inconsistencias, llevando al desorden y a la ineficiencia operativa.

El sistema teóricamente permite una ubicación flexible para aprovechar el espacio, pero la implementación manual del registro y la falta de un sistema robusto (como un WMS) impiden que esta flexibilidad se traduzca en eficiencia.

La inconsistencia de datos y el desorden implican que los operarios pierden tiempo buscando productos, hay errores en el alistamiento y se ralentizan los procesos subsiguientes, afectando la productividad general de las operaciones de recibo, *picking* y despacho. Sin datos precisos en



tiempo real, es difícil saber exactamente dónde está cada SKU, lo que dificulta la gestión de inventario y la respuesta a pedidos.

A continuación, se presenta el diagrama de flujo del proceso de manejo y almacenamiento de productos terminados, como se observa en la ilustración No 4.

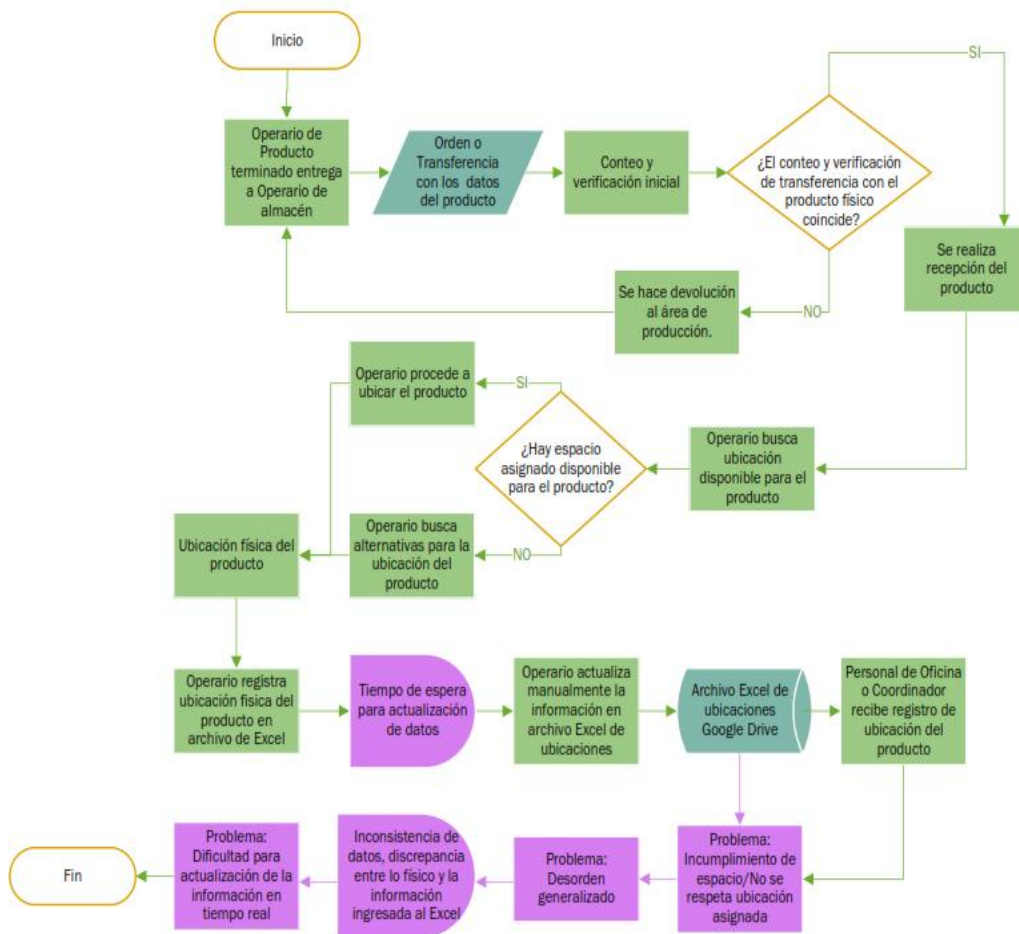


Ilustración 4 Diagrama general del Proceso de recibo y almacenamiento de Producto terminado en el centro de Distribución objeto de estudio



#### 7.1.2.4. Diagrama del proceso de *picking*

A continuación, se presenta el diagrama de flujo que describe el proceso operativo para la gestión de una orden de pedido. El flujo inicia con la recepción de la orden, seguido por la consulta del operario en un archivo Excel para verificar la ubicación del producto. La disponibilidad y precisión de esta información son críticas para la agilidad del proceso. Si la ubicación es correcta y está actualizada, el operario se dirige directamente a recoger el producto. Sin embargo, si la información es errónea o está desactualizada, se genera una pérdida de tiempo significativa en la búsqueda.

Una vez localizado el producto, se procede con el alistamiento del pedido (*picking*). El operario verifica la orden o factura correspondiente para asegurar la exactitud de la mercancía.

Finalmente, el pedido se prepara para el despacho. El proceso concluye con la salida del pedido, reflejando la importancia de contar con información precisa en todo momento para garantizar la eficiencia en la operación. El diagrama de *picking* evidencia que, a pesar de tener un proceso definido, la eficacia del mismo está totalmente subordinada a la exactitud y actualización en tiempo real de un sistema de información (Excel manual), la falta de automatización y de validación de datos en el origen del proceso de ubicación (como se vio en el diagrama anterior) se manifiesta aquí como una fuente constante de ineficiencia, pérdida de tiempo y costos operativos elevados debido a la necesidad de búsquedas manuales y la corrección de errores en la ubicación.



A continuación, se presenta el diagrama de flujo que describe el proceso operativo para la gestión de una orden de pedido, como se muestra en la ilustración No 5.

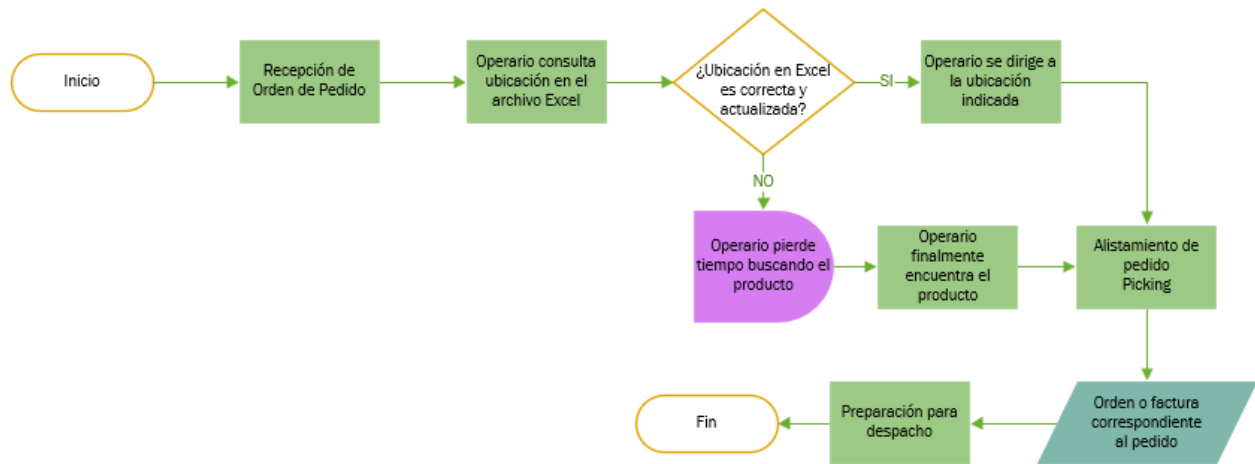


Ilustración 5 Diagrama de proceso de Picking en el Centro de Distribución objeto de estudio

#### 7.1.2.5. Diagrama del proceso de despacho

En el siguiente diagrama de flujo, se describe el proceso de cumplimiento de pedidos en el centro de distribución. El flujo inicia con la recepción del pedido del cliente, seguido por la generación de la lista de *picking*. El operario consulta las ubicaciones de los productos en un archivo Excel alojado en Drive.

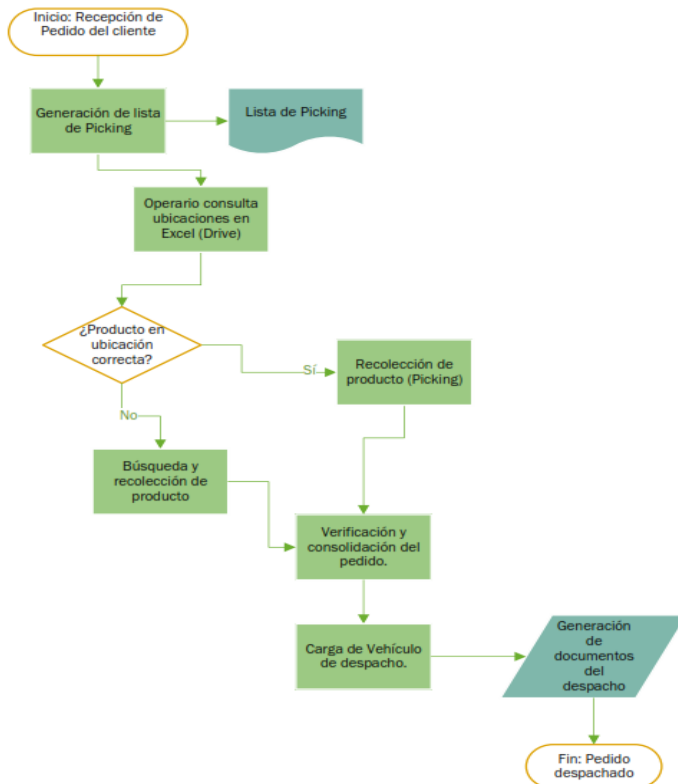
Si el producto no se encuentra en la ubicación correcta, se realiza una búsqueda adicional para recolectarlo; si está correctamente ubicado, se procede directamente con el *picking*. Luego, se verifica y consolida el pedido, se carga el vehículo de despacho y se generan los documentos



correspondientes. El proceso finaliza con el despacho del pedido, destacando la importancia de la precisión en la información de ubicaciones para garantizar la eficiencia en la operación.

Una vez recolectados, los productos son verificados y consolidados antes de ser cargados en el vehículo de despacho, con la simultánea generación de la documentación necesaria (Remisión y Factura).

A continuación, se presenta el diagrama de flujo que describe el proceso de despacho de pedidos, como se muestra en la ilustración No 6.



*Ilustración 6 Diagrama de Proceso de despacho de Centro de Distribución objeto de estudio*



El centro de distribución se encuentra dividido en varias áreas funcionales. El plano de la instalación muestra la distribución de estas áreas, incluyendo la zona de recibo, la zona de almacenamiento, la zona de *picking* y la zona de despacho. La operación se apoya en herramientas manuales y equipos de transporte internos.

### 7.1.3. Descripción de equipos, máquinas, herramientas y recursos en general

El centro de distribución objeto de estudio realiza sus operaciones de almacenamiento y despacho a través de una combinación de recursos técnicos y humanos. La eficiencia de los procesos logísticos depende de la correcta utilización de estos elementos, los cuales se describen a continuación:

#### 7.1.3.1. Maquinaria y Equipos de Manejo de Materiales

Para la movilización de la mercancía, el centro de distribución utiliza equipos especializados que permiten el manejo de cargas pesadas y voluminosas:

- ✓ **Montacargas:** Son las máquinas principales para el movimiento vertical y horizontal de la mercancía. Se utilizan para la ubicación de pallets en las estanterías de almacenamiento y la recolección de productos de niveles altos.
- ✓ **Transpaletas:** Son herramientas de transporte a nivel de suelo, utilizadas para mover pallets y cargas estandarizadas en distancias cortas dentro del almacén, facilitando la organización en las zonas de recibo y despacho.



- ✓ **Herramientas Tecnológicas y de Información:** La gestión de los procesos operativos y el control del inventario se apoyan en herramientas de tecnología de la información, aunque con ciertas limitaciones:
- ✓ **Archivo de Excel en la nube:** Es la herramienta principal para la gestión de las ubicaciones y el registro de la información de inventario. Al estar alojado en la nube (Google Drive), permite la consulta y actualización de datos por parte de varios usuarios, aunque esta dependencia manual genera inconsistencias y desorden.
- ✓ **Tablets:** Se utilizan como herramientas portátiles para la consulta de datos en tiempo real y la gestión del proceso de ubicación, lo cual facilita el trabajo de los operarios en las diferentes áreas del almacén.
- ✓ **Recurso Humano:** La operación logística del centro de distribución se apoya fundamentalmente en la fuerza laboral de los operarios, quienes desempeñan un papel clave en cada etapa del proceso. Son los encargados de la recepción, la ubicación manual de la mercancía y el proceso crítico de alistamiento de pedidos (*picking*).

#### 7.1.4. Conclusión del Centro de Distribución

Tras el análisis detallado de la operación actual del centro de distribución, se identifican tanto fortalezas que sustentan su funcionamiento como áreas de oportunidad críticas que justifican la necesidad de un proyecto de mejora.



Entre los aspectos positivos, se destaca que el centro de distribución cuenta con procesos establecidos para la recepción, almacenamiento y despacho de productos, lo que asegura un flujo de trabajo constante. Además, dispone de la maquinaria y los recursos humanos necesarios para la operación diaria. La existencia de un sistema de zonificación básico también facilita la ubicación de los productos, lo que ha permitido sostener las operaciones hasta el momento. Sin embargo, las oportunidades de mejora son evidentes y de alto impacto para la productividad y la competitividad de la empresa. La falta de una estrategia *slotting* estructurada ha generado ineficiencias críticas. La ausencia de ubicaciones dinámicas provoca tiempos muertos en la recepción y congestión en los pasillos. Asimismo, la asignación de ubicaciones de manera manual genera recorridos innecesarios y prolongados durante el *picking*, lo que aumenta el tiempo del ciclo de los pedidos y el esfuerzo de los operarios. La falta de un sistema que optimice la disposición del inventario impacta directamente en la fluidez de las operaciones, la eficiencia del espacio de almacenamiento y, en última instancia, en los costos operativos del centro.

En conclusión, si bien el centro de distribución opera de manera funcional, la optimización es indispensable. Las deficiencias identificadas en la gestión de ubicaciones y en los flujos operativos resaltan la necesidad de implementar una estrategia *slotting* que transforme el centro en un verdadero motor de eficiencia. Esto permitirá maximizar la capacidad de almacenamiento, reducir costos, mejorar la productividad y fortalecer la competitividad de la empresa en el dinámico sector agroindustrial.



## **7.2. Descripción del proceso *slotting* del centro de distribución objeto de estudio.**

Este punto tiene como objetivo principal describir y analizar el proceso de *slotting* tal como se lleva a cabo actualmente en el centro de distribución. A diferencia del análisis general de la operación, esta sección se enfoca de manera exclusiva en el sistema de asignación de ubicaciones, su impacto y sus componentes.

### **7.2.1. Diagrama de flujo del proceso de *slotting***

A continuación, se presenta un diagrama de flujo que representa la secuencia de actividades del proceso de *slotting* actual del centro de distribución objeto de estudio. Este diagrama permite una comprensión visual y clara de las etapas, desde la llegada del producto hasta su ubicación final en el almacén.

Para una comprensión detallada del flujo de la operación, la ilustración No 7 representa el proceso de *slotting*, destacando los puntos de decisión y sus respectivos resultados.

### **7.2.2. Diagrama de flujo de la Estrategia *slotting***

El diagrama de la estrategia *slotting*, a pesar de su sencillez, ofrece una visión crítica del problema central de la operación. A diferencia de un diagrama de proceso, que detalla las actividades, este diagrama conceptual muestra que la lógica de la asignación de ubicaciones se basa en un solo criterio: la disponibilidad de espacio. La estrategia consiste en buscar la primera ubicación libre, independientemente del tipo de producto, su demanda o la optimización del recorrido.

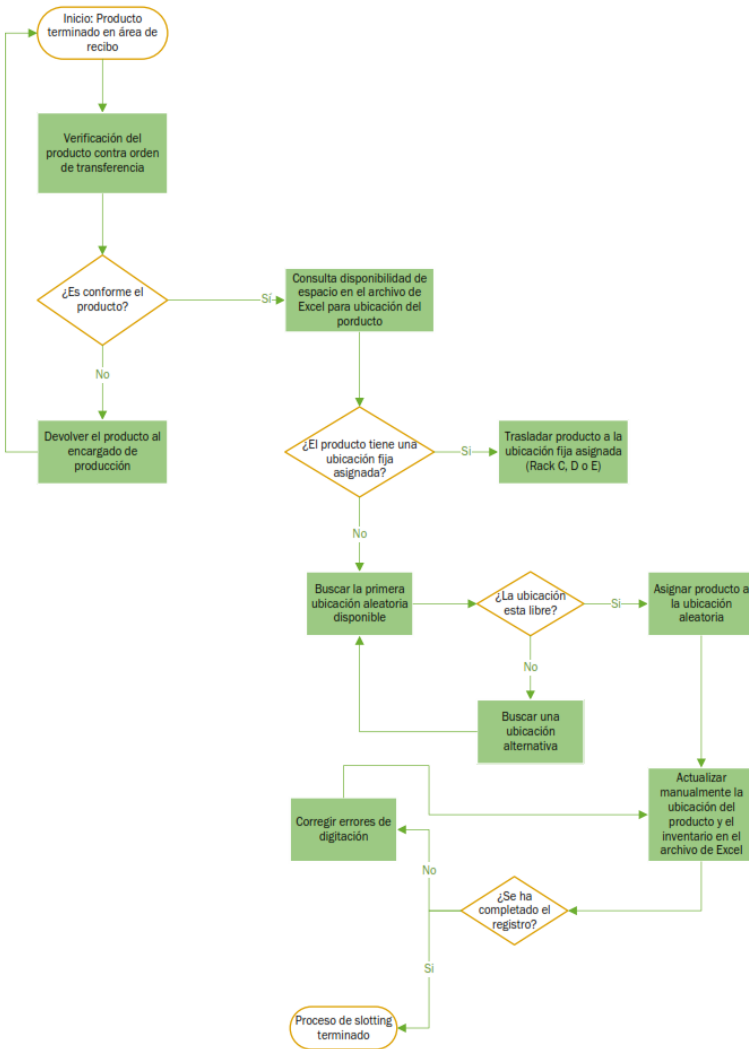


Ilustración 7 Diagrama del Proceso de slotting en el Centro de Distribución objeto de estudio

Esta metodología flexible y aleatoria, aunque funcional, carece de una base analítica. No toma en cuenta los datos del volumen de ventas, el tamaño o el peso de los productos, lo que lleva a ineficiencias críticas. La constante búsqueda de un espacio libre, simbolizada en el diagrama por



la toma de decisiones repetitiva, se traduce en la pérdida de tiempo que los operarios experimentan en el día a día.

En conclusión, la simplicidad de esta estrategia es la causa raíz de la complejidad operativa que se ha diagnosticado. El diagrama evidencia de manera contundente la necesidad de reemplazar esta lógica reactiva por una estrategia proactiva que optimice el uso del espacio y la eficiencia en el *picking*.

La ilustración No 8 ilustra la lógica de la estrategia *slotting* actual, revelando la metodología flexible y aleatoria que guía la asignación de ubicaciones en el almacén.

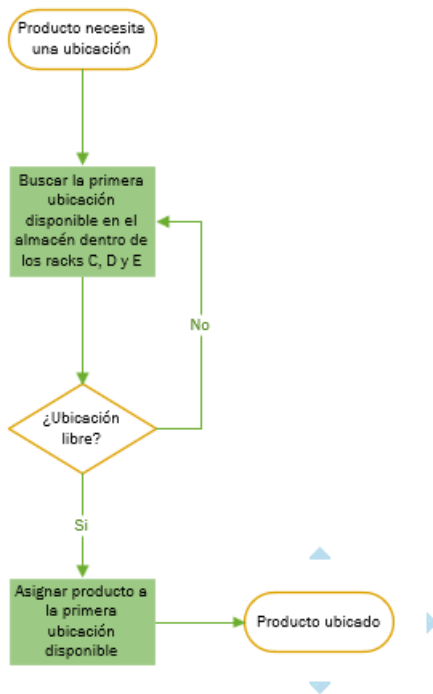


Ilustración 8 Diagrama estrategia slotting



### 7.2.3. Análisis de la demanda

El análisis de la demanda es un componente fundamental para la gestión del *slotting*, ya que permite clasificar los productos según su nivel de volumen de ventas. Para este estudio, se aplicó el Principio de Pareto y el Análisis ABC a los datos históricos del centro de distribución. Se analizaron las unidades de medida de cajas y pacas, confirmando que un pequeño porcentaje de las referencias (SKUs) es responsable de la mayor parte del volumen despachado. Los resultados son los siguientes:

- ✓ **Clase A:** Incluye un grupo de referencias que representan el 80% del volumen total. Estos productos, al ser de alta demanda, deben ser ubicados en las zonas de más fácil acceso.
- ✓ **Clase B:** Un grupo de tamaño intermedio que contribuye con un 15% adicional al volumen total.
- ✓ **Clase C:** La gran mayoría de las referencias que generan solo el 5% restante del volumen.

#### 7.2.3.1. Análisis de la Demanda y Clasificación ABC

Para llevar a cabo el análisis de la demanda y la posterior clasificación ABC del inventario, se utilizó una base de datos de pedidos y despachos correspondientes a los últimos seis meses (enero a junio de 2025). Esta base contiene información crucial como la referencia de cada producto, la cantidad despachada y su unidad de medida. El enfoque principal fue determinar el volumen total de unidades movidas por cada referencia en el período analizado. Para ello, se



consolidó la información sumando las cantidades de cada referencia, lo que permitió identificar el flujo total de cada artículo a lo largo del semestre y, con base en este volumen, aplicar el método de clasificación ABC.

En este estudio, el análisis de la demanda se realizó directamente a partir del volumen total de unidades pedidas para cada referencia durante los seis meses analizados (enero a junio de 2025). Dada la disponibilidad de los datos, la cantidad acumulada de despachos por artículo se consideró el ítem más representativo de su demanda en el periodo. Una referencia con una alta cantidad despachada se interpreta como un artículo de alta demanda, lo que refleja su movimiento constante. Esta métrica de volumen fue la base sobre la cual se construyó la clasificación ABC, lo que permitió una segmentación efectiva del inventario.

### 7.2.3.2. Análisis ABC

Para aplicar el Análisis ABC, se utilizó la base de datos de los pedidos y despachos de los últimos seis meses (enero a junio de 2025).

- **Consolidado por Unidad de Medida (Cajas y Pacas)**

Este análisis compara y contrasta la distribución del volumen de ventas de las referencias utilizando dos unidades de medida distintas: cajas y pacas.

El objetivo es identificar las referencias de mayor movimiento en cada formato y derivar implicaciones de gestión específicas para cada una, así como conclusiones generales.

- **Interpretación Clave (Cajas):**



- ✓ **Clase A (Cajas):** 33 referencias, que representa el 21,43% del total de productos, es responsable del 79,84% del volumen total de cajas despachadas, que asciende a 710.665 unidades promedio por mes. Este hallazgo subraya la importancia crítica de este grupo de productos para las operaciones logísticas del almacén.
- ✓ **Clase B (Cajas):** 31 referencias, que representa el 20,13% del total, contribuyen con el 15,13% del volumen total de cajas despachadas, que asciende a 134.660 unidades promedio mes. Este grupo representa un intermedio de importancia.
- ✓ **Clase C (Cajas):** 90 referencias que representa el 58,44% del total, generan solo el 5,03% restante del volumen total de cajas despachadas por mes (44.811), pero con un impacto mínimo en el volumen total de cajas.

A continuación, se presentan los resultados del análisis ABC aplicado al volumen de despachos de los últimos 6 meses con la unidad de medida de cajas en la tabla No 1.

Clase	# Ref	% Ref	Suma Total	% Cant Total
A	33	21,43%	710.665	79,84%
B	31	20,13%	134.660	15,13%
C	90	58,44%	44.811	5,03%
<b>Totales</b>	<b>154</b>	<b>100%</b>	<b>890.135</b>	<b>100%</b>

Tabla 1 Análisis ABC aplicado al volumen de despachos UM Cajas en el periodo de enero a junio de 2025

El diagrama de Pareto confirma visualmente cómo la línea de porcentaje acumulado asciende rápidamente para la Clase A, luego se desacelera para la Clase B y se aplanamente considerablemente



para la extensa cola de la Clase C, demostrando la alta concentración del volumen de cajas en pocas referencias.

A continuación, se presenta el Diagrama de Pareto resultante del análisis de la demanda, ilustrado en la ilustración No 9 Esta gráfica permite visualizar la concentración del volumen de despachos en las referencias de mayor movimiento.

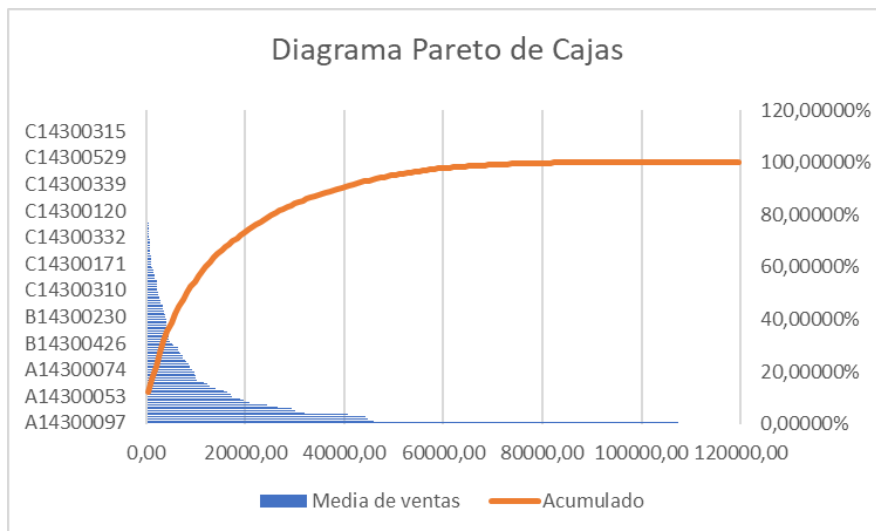


Ilustración 9 Diagrama de Pareto Unidad de Medida Cajas

- **Interpretación Clave (Pacas):**

- ✓ **Clase A (Pacas):** Solo 17 referencias (un 12,69% del total) son responsables de casi el 80% (79,77%) del volumen total de pacas despachadas (23.018 pacas). Esto muestra una concentración aguda, lo que significa que un número muy pequeño de referencias domina el movimiento en pacas.
- ✓ **Clase B (Pacas):** 32 referencias (23,88% del total) aportan el 15,18% del volumen (4.379 pacas). Similar al patrón de cajas, este es el grupo de importancia intermedia.



- ✓ **Clase C (Pacas):** 85 referencias (la gran mayoría, con un 63,43% del total) contribuyen con apenas el 5,05% del volumen total (1.458 pacas).

A continuación, se presentan los resultados del análisis ABC aplicado al volumen de despachos de los últimos 6 meses con la unidad de medida de pacas en la tabla No 2.

Clase	# Ref	% Ref	Suma Total	% Cant Total
A	17	12,69%	23.018	79,77%
B	32	23,88%	4.379	15,18%
C	85	63,43%	1.458	5,05%
<b>Totales</b>	<b>134</b>	<b>100%</b>	<b>28.855</b>	<b>100%</b>

Tabla 2 Análisis ABC aplicado al volumen de despachos UM Pacas en el periodo de enero a junio de 2025

El diagrama de Pareto para pacas exhibe una curva aún más pronunciada para la Clase A, lo que subraya la extrema concentración del volumen de pacas en un puñado de referencias.

A continuación, se presenta el Diagrama de Pareto resultante del análisis de la demanda, ilustrado en la ilustración No 10. Esta gráfica permite visualizar la concentración del volumen de despachos en las referencias de mayor movimiento.

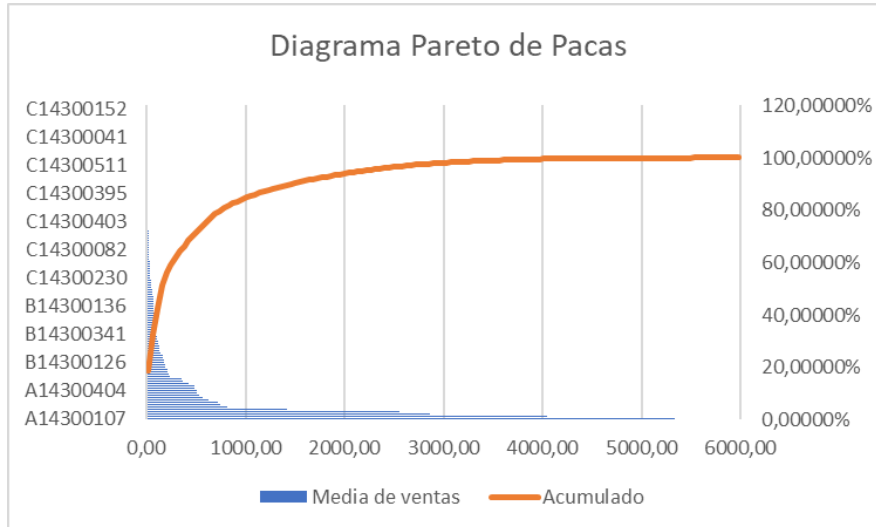


Ilustración 10 Diagrama de Pareto Unidad de Medida Pacas

- **Principio de Pareto Confirmado**

Ambos análisis (cajas y pacas) confirman fuertemente el Principio de Pareto, donde un pequeño porcentaje de referencias (Clase A) es responsable de la mayor parte del volumen despachado.

#### 7.2.4. Ubicaciones y Racks

Las ubicaciones de almacenamiento están organizadas en racks que se distribuyen a lo largo del centro de distribución. Los racks tienen dimensiones y capacidades específicas como se muestra a continuación:

- ✓ **Descripción detallada de las estanterías:**

- **Estantería C:** a continuación, se presentan las siguientes características

- a) Número de niveles: 7

- b) Posiciones por nivel: 10



- c) Capacidad Total de *slott*: 7 niveles \* 10 posiciones/nivel = 70 *slott*
- d) Unidad de almacenamiento: Cada unidad de almacenamiento tiene 4 entradas y capacidad para 4 estibas.
- e) Dimensiones del Rack: Las dimensiones son uniformes para todo el rack.
- f) A continuación, se presenta la ilustración No 11 con la configuración correspondiente a los Rack C.



*Ilustración 11 Especificaciones correspondientes al Rack C*

- **Estantería D:** a continuación, se presentan las siguientes características

La estantería D del centro de distribución presenta una configuración mixta que optimiza el espacio de almacenamiento al diferenciar sus secciones en función de la capacidad.

Esta estantería está dividida en dos secciones, identificadas por los colores azul y amarillo, cada una con características específicas:

**Sección Azul:**



- a) Número de niveles: 6
- b) Posiciones por Nivel: 4 (Estas son las únicas posiciones de color azul).
- c) Capacidad Total de *slott* (Azul): 6 niveles \* 4 posiciones/nivel = 24 *slott*

A continuación, se presenta la ilustración No 12 con la configuración correspondiente al Rack D, sección azul.



*Ilustración 12 Especificaciones correspondientes al Rack D sección azul*

**Sección Amarilla:**

- a) Número de niveles: 7
- b) Posiciones por Nivel: 6 (Estas son las posiciones de color amarillo).
- c) Capacidad Total de *slott* (Amarilla): 7 niveles \* 6 posiciones/nivel = 42 *Slott*

A continuación, se presenta la ilustración No 13 con la configuración correspondiente al Rack D, sección amarilla.



*Ilustración 13 Especificaciones correspondientes al Rack D sección amarilla*

- **Estantería E:** presenta las siguientes características
  - a) Número de niveles: 6
  - b) Puestos por Nivel: 10
  - c) Capacidad Total de *slott*:  $6 \text{ niveles} * 10 \text{ posiciones/nivel} = 60 \text{ slott}$
  - d) Dimensiones del estante: Las dimensiones son uniformes para todo el estante.

A continuación, se presenta la ilustración No 14 con la configuración correspondiente al Rack E.

A continuación, se presenta la ilustración No 15 con la identificación general de los Racks C, D y E, en el Centro de Distribución. Los cuales son de distribución nacional y objeto de estudio en la presente investigación.



Ilustración 14 Especificaciones correspondientes al Rack D sección amarilla



Ilustración 15 Identificación general en el Centro de Distribución de los Racks C, D y E

El diagnóstico realizado evidencia que la falta de una estrategia *slotting* estructurada en el centro de distribución objeto de estudio genera ineficiencias operativas significativas. La gestión manual de las ubicaciones, el uso de un sistema de información poco fiable



(archivo de Excel) y la asignación inconsistente de productos resultan en una operación desordenada. El análisis de la demanda confirma la necesidad de una estrategia *slotting* para optimizar la ubicación de los productos y reducir los tiempos de desplazamiento del personal, lo que prepara el terreno para la siguiente fase de este proyecto: el diseño de una estrategia que aborde esta problemática.

### **7.2.5. Descripción y análisis de la estrategia de *slotting***

Esta sección unifica los hallazgos del diagnóstico operativo para presentar una evaluación integral de la estrategia *slotting* implementada en el centro de distribución objeto de estudio. El análisis se enfoca en el flujo del proceso, la caracterización de las ubicaciones físicas y los criterios de asignación, elementos que en su conjunto definen el nivel de eficiencia y control del sistema actual.

#### **7.2.5.1. Modelo de Ubicación Flexible o Aleatorio**

El proceso de *slotting* actual se lleva a cabo de manera manual y se guía por los diagramas de flujo ya descritos para la recepción, el almacenamiento y el *picking*. Como se ilustra en el Diagrama General de Recibo y Almacenamiento (figura No 3), la asignación de ubicaciones no responde a una estrategia formal. El flujo inicia con la entrega del producto y, tras una verificación, el operario procede a buscar una ubicación disponible. Esta falta de estandarización en la primera etapa genera inconsistencias que se reflejan en el desorden, los retrasos y el tiempo invertido en las fases posteriores del proceso.



### 7.2.5.2. Caracterización de las Ubicaciones Fijas

Las ubicaciones físicas del almacén, que son el pilar de la operación, presentan una configuración que, aunque diseñada para la eficiencia, se ve afectada por el proceso de *slotting*.

Las áreas de almacenamiento para el producto nacional están concentradas en las estanterías

RACK C, RACK D y RACK E, que se distinguen por sus codificaciones de color en el plano.

Estas áreas son el foco principal del análisis y la propuesta de mejora, ya que su gestión impacta directamente en la productividad del *picking*.

### 7.2.5.3. Análisis de Criterios de Asignación de SKUs

La estrategia *slotting* actual en el centro de distribución es de tipo mixto, combinando criterios de asignación flexibles o aleatorias. No obstante, esta asignación carece de una metodología formal.

Los criterios se basan en:

- **Asignación Flexible**

Se reserva un grupo reducido de ubicaciones para un número limitado de referencias de consumo muy alto.

- **Asignación Aleatoria**

La mayoría de las referencias se ubican en la primera posición disponible que el operario encuentra.

Este enfoque mixto, al no estar fundamentado en un análisis de la demanda, genera

ineficiencias críticas. La falta de un sistema robusto obliga a los operarios a buscar las



ubicaciones en un archivo de Excel, lo que causa demoras en la actualización y afecta la precisión de la información en tiempo real.

### 7.2.6. Estrategias Slotting identificadas en la literatura científica.

El *slotting* busca la asignación óptima de las ubicaciones de los productos SKUs (unidad de mantenimiento de existencias) dentro del almacén para minimizar tiempos de desplazamiento, mejorar la eficiencia y reducir los costos logísticos. Su objetivo fundamental es optimizar factores clave como el tiempo de desplazamiento, el uso del espacio y la eficiencia operativa general. Esto se logra reduciendo los tiempos y costos asociados al movimiento interno de materiales, especialmente durante *picking* o preparación de pedidos.

#### 7.2.6.1 Enfoques y estrategias de Asignación de Ubicaciones:

En la gestión de almacenes se han identificado diversos enfoques para resolver el problema de asignación de ubicaciones de productos (SKU). Cada enfoque tiene características particulares que lo hacen adecuado según el contexto operativo y tecnológico de la organización. A continuación, se detallan los principales enfoques ubicados en la revisión de la literatura.

- **Reglas heurísticas**

Métodos prácticos basados en experiencia o "reglas de oro" para resolver problemas, son particularmente útiles en contextos operativos sin sistemas de gestión avanzados y buscan maximizar el rendimiento del almacén *Gómez-Montoya, Cano y Campo (2018)*.

- **Modelos matemáticos**



Utilizan ecuaciones y algoritmos para representar el sistema de almacenamiento y encontrar soluciones óptimas. El 48% de los modelos analizados buscan reducir costos, tiempos de desplazamiento o mejorar el uso del espacio. El 65% de los trabajos presenta modelos analíticos *Gómez-Montoya, Cano y Campo (2018)*.

- **Algoritmos computacionales**

Este concepto se refiere a la aplicación de los modelos matemáticos y es parte del mismo cuerpo de literatura. Por lo tanto, también está respaldado por el trabajo de *Gómez-Montoya, Cano y Campo (2018)*, ya que su revisión abarca estos procedimientos paso a paso implementados en software para resolver problemas de asignación de ubicaciones.

- **Modelos Determinísticos**

Asumen que la demanda y las condiciones operativas son conocidas y constantes, sin embargo, la revisión advierte que esta rigidez puede generar soluciones poco adaptables a las variaciones reales del mercado *Gómez-Montoya, Cano y Campo (2018)*.

### 7.2.6.2 Estrategias *slotting* específicas identificadas en la revisión de la

Continuando con el marco teórico expuesto en el capítulo 2, este apartado profundiza en las estrategias *slotting* documentadas en la literatura científica. El objetivo es consolidar y analizar los enfoques, metodologías y herramientas que han sido propuestas por expertos en la gestión de almacenes. Esta revisión permitirá establecer una base conceptual sólida para la propuesta de mejora en el centro de distribución objeto de estudio.

- **Clasificación dedicada**



Asigna una ubicación fija a cada producto, lo que puede ofrecer estabilidad operativa. Este es un enfoque clásico en la gestión de almacenes (*Manzini, 2015; Gómez-Montoya, Cano y Campo, 2018*).

- **Basado en clases**

Organiza los productos según criterios como el volumen de ventas, tamaño o criticidad. Esto permite un equilibrio entre eficiencia y adaptabilidad. El 26% de los estudios revisados utilizan clasificaciones basadas en clases (*Gómez-Montoya, Cano y Campo, 2018*).

- **Correlacionado y Clustering**

Asignan ubicaciones basándose en la co-ocurrencia de productos en los pedidos para agrupar ítems que se piden juntos, esto permite reducir drásticamente la distancia de viaje y los tiempos de *picking* (*Kim y Smith, 2012; Yener y Yazgan, 2019*).

- **Optimización heurística**

Emplea algoritmos, incluyendo los evolutivos, para hallar configuraciones óptimas bajo restricciones operativas, esta es una herramienta clave para mejorar el rendimiento del almacén (*Gómez-Montoya, Cano y Campo, 2018*).

- **No correlacionado**

Asigna ubicaciones sin una relación directa entre productos. Representa un 17% de los tipos de *slotting/picking* analizados (*Gómez-Montoya, Cano y Campo, 2018*).

- **Enfoques dinámicos y predictivos**



Buscan modelos más flexibles que permitan el *re-slotting* periódico o adaptativo en lugar de asignaciones estáticas, con el fin de enfrentar la variabilidad y la estacionalidad de la demanda (*Yener y Yazgan, 2019*).

- **Clasificación ABC y correlación de demanda**

Muchos autores coinciden en que estas variables son fundamentales para definir ubicaciones eficientes de productos en el almacén (*Manzini, 2015; Duque Jaramillo, Cuellar Molina y Cogollo Flórez, 2020*).

El desempeño del *slotting* se mide comúnmente por la distancia promedio de viaje por pedido, ya que una ubicación adecuada minimiza el recorrido del operario o sistema automatizado. (*Manzini, 2015; Kim y Smith, 2012*).

### 7.2.6.3 Herramientas Tecnológicas y Metodológicas

La implementación y mejora de una estrategia *slotting* se apoya en una variedad de herramientas tecnológicas y metodológicas, destacando su rol en el apoyo a la toma de decisiones, la optimización de los procesos y la automatización de las operaciones.

- **Sistemas de Gestión de Almacenes (WMS)**

Software especializado para gestionar y optimizar las operaciones de almacén.

- **Tecnologías avanzadas**

Como RFID (identificación por radiofrecuencia), inteligencia artificial y *big data*, que contribuyen al desarrollo y la optimización de los procesos de *slotting*.

- **Modelado y simulación**



Técnicas que permiten analizar diferentes escenarios sin interrumpir la operación real del almacén.

- **Algoritmos y heurísticas evolutivas**

Utilizados en los modelos matemáticos y computacionales para encontrar soluciones óptimas.

#### 7.2.6.4. Síntesis de Hallazgos y Consideraciones de la Literatura

Con el fin de sintetizar la información clave del estado del arte, el siguiente cuadro resume los principales hallazgos y consideraciones sobre la estrategia *slotting*. Se destaca su impacto operativo, su relación con otras funciones logísticas y su relevancia en la investigación académica, lo que proporciona una visión integral de su importancia en el sector.

Para sintetizar los hallazgos clave de la literatura, se presenta a continuación el cuadro No 1, donde se consolidan las principales consideraciones sobre la estrategia *slotting* y su impacto.

<b>Impacto en la eficiencia y costos</b>	Una correcta estrategia de <i>slotting</i> puede generar reducciones de hasta el 20% en los tiempos de preparación de pedidos y representar entre el 55% y 65% de los costos totales de operación del almacén, junto con el <i>picking</i> .
<b>Diferenciación con Picking</b>	El <i>slotting</i> se enfoca en la mejor ubicación posible de los productos, mientras que el <i>picking</i> se refiere al diseño de rutas de recolección para satisfacer pedidos específicos.



<b>Ventajas operativas</b>	Una estrategia de <i>slotting</i> adecuada puede facilitar la consolidación de pedidos, mejorar el aprovechamiento volumétrico del espacio y reducir la necesidad de reubicaciones constantes.
<b>Influencia del Layout</b>	El diseño físico del almacén (distribución de estanterías, pasillos y accesos) influye en el <i>slotting</i> y condiciona la viabilidad de las ubicaciones asignadas.
<b>Relevancia en la investigación</b>	El <i>slotting</i> es el eje central del 85% de las publicaciones analizadas en la revisión, lo que demuestra un creciente interés en su optimización. El 70% de los modelos propuestos han sido validados en entornos reales o simulados.
<b>Vacíos en la investigación</b>	Se ha identificado una ausencia de publicaciones que integren simultáneamente las tres dimensiones de <i>slotting</i> , <i>picking</i> y layout, lo que representa una oportunidad para futuras investigaciones.
<b>Aplicaciones sectoriales</b>	Los estudios de caso de <i>slotting</i> se han desarrollado en diversas industrias, incluyendo la salud, autopartes y agroindustria, adaptando modelos generales a contextos específicos.



<b>Objetivos del Slotting</b>	El <i>slotting</i> busca reducir los tiempos y costos asociados al movimiento interno de materiales, especialmente durante el <i>picking</i> . Un estudio de caso puede llevar a una reducción de hasta el 20% en los tiempos de preparación de pedidos, mientras que los costos de operación del almacén pueden representar entre el 55% y 65% del total, incluyendo el <i>picking</i> .
<b>Integración Holística</b>	La revisión destaca que el <i>slotting</i> no debe verse como una actividad aislada, sino que su máximo potencial se alcanza cuando se integra con otras operaciones del almacén como el <i>picking</i> , el enrutamiento (routing) y el diseño físico (layout).
<b>Factores críticos Sectoriales</b>	La efectividad del <i>slotting</i> está influenciada por factores como las características físicas del producto (peso, volumen, fragilidad), los requisitos de almacenamiento (temperatura), la variabilidad de la demanda y la infraestructura del almacén.
<b>Crecimiento de la investigación</b>	La cantidad de publicaciones sobre " <i>slotting</i> " ha mostrado un crecimiento sostenido entre 2009 y 2024, con una pendiente más pronunciada a partir de 2020, lo que refleja un renovado interés en la optimización de la ubicación de productos.

Cuadro 1 Síntesis de hallazgos y Consideraciones de la literatura



### 7.2.6.5 Otros aspectos de interés identificados en la revisión de la literatura, aplicados a las tres estrategias propuestas

Además de las estrategias de *slotting* específicas, la revisión de la literatura revela otros aspectos de interés que son fundamentales para una implementación exitosa. Estos conceptos son transversales y se aplican a las tres estrategias propuestas, ya que abordan elementos esenciales. Comprender estos factores es crucial para evaluar la viabilidad de cada enfoque y asegurar que la solución propuesta no solo sea teóricamente sólida, sino también práctica y sostenible en el entorno operativo de la empresa.

A continuación, se presenta el cuadro No 2 con el concepto aplicado a las 3 estrategias

<b>Concepto de la Revisión de Literatura</b>	<b>Estrategia 1: Híbrida (ABC + Dedicada)</b>	<b>Estrategia 2: Correlacionada y Clustering</b>	<b>Estrategia 3: ABC + Correlacionada + Demanda</b>
<b>Impacto en la eficiencia y costos</b>	Al ubicar el 80% del volumen (Clase A) en la zona más cercana, reduce los costos de alistamiento y los tiempos de <i>picking</i> , que representan un alto porcentaje de los costos totales.	Al agrupar productos que se piden juntos, ataca directamente el tiempo de recorrido del operario, logrando reducciones significativas en los tiempos de <i>picking</i> y,	Combina ambos enfoques para un impacto máximo. El análisis de la demanda asegura que la optimización se concentre en los ítems que más contribuyen



		por ende, en los costos operativos.	al volumen y a la frecuencia de <i>picking</i> , logrando la mayor reducción de costos posible.
<b>Diferenciación con <i>Picking</i></b>	Se enfoca en la ubicación de los productos ( <i>slotting</i> ) al zonificar el almacén por la clasificación ABC, lo cual mejora la eficiencia del <i>picking</i> al acortar la ruta para los ítems más populares.	Se diferencia al enfocarse en la agrupación de productos para mejorar el enrutamiento y reducir el tiempo de búsqueda en pedidos con múltiples ítems, optimizando así la ruta de <i>picking</i> .	Integra ambos conceptos: primero el <i>slotting</i> (ubicación por ABC) y luego el <i>picking</i> (agrupación correlacionada), logrando un diseño de almacén que optimiza tanto la ubicación de los productos como la ruta de recolección.
<b>Ventajas Operativas</b>	Facilita la consolidación de pedidos para los ítems de Clase A y mejora el aprovechamiento del	Facilita la consolidación de pedidos con múltiples ítems en	Al usar el análisis de la demanda, mejora el aprovechamiento volumétrico del



	<p>espacio al asignar las zonas más cercanas a los productos más grandes. Reduce la necesidad de reubicaciones constantes al usar ubicaciones fijas para los ítems más importantes.</p>	<p>una sola parada, lo que mejora la productividad. Al ubicar productos relacionados en el mismo rack, se puede mejorar el aprovechamiento volumétrico.</p>	<p>espacio de forma más precisa. La integración de los dos enfoques permite una mayor consolidación de pedidos y un uso más eficiente de los recursos.</p>
<b>Influencia del Layout</b>	<p>La zonificación de los racks (C, D y E) se adapta al layout existente del almacén, demostrando que una estrategia puede ser viable y eficiente sin cambiar la infraestructura física.</p>	<p>La estrategia se implementa en un layout existente al ubicar grupos de productos correlacionados en estanterías adyacentes, lo cual se adapta al diseño de pasillos y accesos.</p>	<p>El análisis de demanda y de correlación permite tomar decisiones óptimas de ubicación que se ajustan al layout actual del almacén, maximizando su potencial sin requerir</p>



			inversiones en infraestructura.
<b>Integración Holística</b>	Esta estrategia se integra con el <i>picking</i> (al reducir tiempos) y con el layout (al zonificarlo), demostrando que el <i>slotting</i> no es una actividad aislada.	Se integra con el <i>picking</i> al basarse en la ruta de recolección de pedidos, y con el layout al adaptar la ubicación de los ítems a la disposición física de los racks.	Es la estrategia que demuestra la integración más holística, ya que combina la ubicación (layout), el alistamiento ( <i>picking</i> ) y el comportamiento de la demanda para una optimización total.

Cuadro 2 Otros aspectos de interés identificados en la revisión de la literatura, aplicados a las tres estrategias propuestas

### 7.2.7. Conclusión del Diagnóstico del *slotting*

En síntesis, la estrategia *slotting* del centro de distribución presenta debilidades significativas. La ausencia de un método de asignación de ubicaciones basado en la demanda, la dependencia de un registro manual en un archivo de Excel y la falta de un sistema de gestión integrado han generado un proceso desordenado e ineficiente. Estas fallas se manifiestan en la pérdida de



tiempo en la búsqueda de productos, la congestión en pasillos de alta demanda y la inconsistencia de los datos de inventario. Por ello, la implementación de una estrategia de *slotting* optimizada es esencial para mejorar la eficiencia y la competitividad de la operación.

### 7.3. Análisis de Causa-Efecto: Diagrama de Espina de Pescado

El siguiente diagrama de espina de pescado (Ishikawa) permite visualizar de manera estructurada las causas que contribuyen a la ineficiencia en la gestión del *slotting* en el centro de distribución objeto de estudio. Este análisis facilita la identificación de factores críticos que afectan el desempeño operativo y permite orientar acciones de mejora.

- **Categorías de causas**

- ✓ Método

- Gestión mixta de ubicaciones (flexibles o aleatorias) sin una estrategia definida.
- Ausencia de metodología basada en la demanda, correlación o agrupación de productos.

- ✓ Tecnología

- Base de datos poco confiable por errores de digitación y caídas de señal.
- Uso de tablet que dificulta la maniobrabilidad del auxiliar de *picking*.
- Falta de tecnología adecuada para soportar el proceso de *slotting*.

- ✓ Mano de obra

- Errores humanos en el registro manual.
- Condiciones ambientales (exceso de calor) que afectan la concentración y precisión.



- ✓ Equipos
  - Fallas frecuentes en montacargas que impiden ubicar productos correctamente.
  - Productos colocados en el piso por falta de disponibilidad de equipos.
- ✓ Materiales / Producto
  - Productos sin ubicación asignada terminan en pasillos, afectando el orden y el *picking*.
- ✓ Entorno / Infraestructura
  - Espacios mal aprovechados.
  - Condiciones ambientales adversas que dificultan la operación.
- **Conclusión**

Este análisis evidencia que el método de gestión es el eje central del problema, y desde allí se derivan necesidades de mejora en tecnología, capacitación del personal y adecuación de infraestructura. El diagrama sirve como base para formular propuestas de intervención orientadas a optimizar el proceso de *slotting*.

Por lo tanto, las estrategias que se proponen buscan mitigar las causas raíz identificadas en el análisis.

A continuación, se presenta la ilustración No 16, análisis de causa-efecto del problema de *slotting*, como se ilustra en el Diagrama de Espina de Pescado.

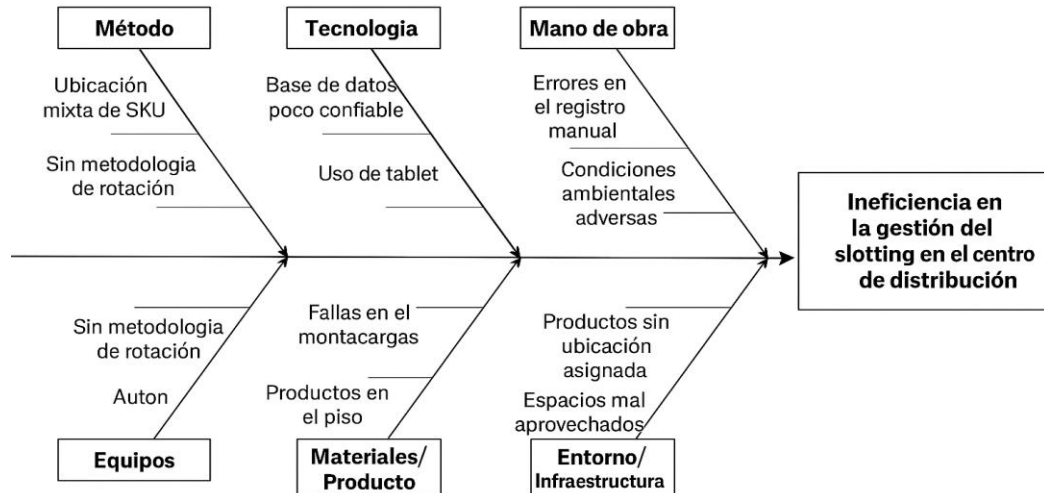


Ilustración 16 Diagrama Espina de Pescado

#### 7.4. Diseño de estrategias *slotting* en el centro de distribución objeto de estudio.

Una vez que se ha realizado el diagnóstico detallado del centro de distribución y se han identificado las principales ineficiencias operativas, este capítulo se enfoca en el diseño de una solución. Aquí se elaborarán las estrategias de *slotting* que permitirán optimizar los procesos de almacenamiento, picking y despacho. El objetivo es traducir el conocimiento teórico de la revisión de literatura en un plan práctico y viable, adaptado a las características y necesidades específicas del centro de distribución objeto de estudio.

##### 7.4.1. Estrategias de *slotting* a Implementar

Aquí se presentarán las estrategias de *slotting* seleccionadas para su implementación, las cuales han sido elegidas por su viabilidad y su potencial para solucionar los problemas identificados. Se



especificará cómo cada estrategia será adaptada a las necesidades del centro de distribución, con el objetivo de optimizar los procesos de almacenamiento, picking y despacho, y de esta forma mejorar la eficiencia y la productividad general.

#### 7.4.1.1. Clasificación Dedicada por Zonas (Enfoque Basado en Clases)

- **Enfoque General**

Esta propuesta es una Clasificación Dedicada por Zonas, que asigna áreas fijas dentro de los racks a cada clase de producto (A, B, C) según su demanda. Este enfoque se apoya en Reglas Heurísticas prácticas para la ubicación de productos específicos dentro de sus zonas dedicadas, ofreciendo estabilidad operativa y eficiencia sin necesidad de sistemas de gestión avanzados, responde a la necesidad de transformar el actual sistema de ubicación aleatorio en un modelo organizado y predecible.

- **Justificación de la Ubicación de cada Rack con Enfoque Heurístico**

La asignación de cada rack a una clase de producto específica se justifica con base en una regla heurística simple: los productos de mayor movimiento deben estar más cerca del punto de salida (despacho) para reducir el recorrido.

- ✓ **Racks C y D (Clase A):** Estos racks están directamente adyacentes al ALISTAMIENTO DE PEDIDOS Y DESPACHO. De acuerdo con la regla heurística, esta es la ubicación ideal para la Clase A, ya que un solo rack no es suficiente para la capacidad requerida. La regla heurística interna aplicada aquí es que, dentro de estos dos racks, los productos con mayor demanda (los "top" de la Clase A) reciben las ubicaciones más accesibles y



ergonómicas (ubicación dedicada), mientras que el resto de los productos de Clase A se ubican en el primer espacio disponible que se ajuste a su tamaño.

- ✓ **Rack E (Clases B y C):** El Rack E se encuentra en el extremo opuesto del almacén con respecto al despacho, siguiendo la misma regla heurística, esta es la zona óptima para los productos de Clase B y C, que tienen una menor frecuencia de manipulación. Consolidar estos ítems en este espacio no afecta significativamente la eficiencia del *picking* en general y permite utilizar el espacio de manera efectiva. La regla heurística interna es que estos productos se ubican en el primer espacio disponible dentro del rack, priorizando la densidad de almacenamiento.

- **Proceso de análisis de datos y diseño de la Estrategia Híbrida**

Para diseñar esta estrategia, se siguió un proceso de análisis de datos (Pedidos de enero a junio de 2025), con el objetivo de convertir los datos históricos del almacén en un plan de acción concreto para la **reubicación de productos y se abordaron los siguientes pasos:**

- **Paso 1: Análisis ABC de los datos históricos del Almacén**

Consistió en realizar un Análisis ABC a partir de la base de datos de pedidos del primer semestre de 2025, este análisis se llevó a cabo de manera separada para cada unidad de medida (Cajas y Pacas) para asegurar la precisión y pertinencia de los resultados.

- ✓ **Identificación de la demanda:** Se calculó la cantidad total pedida para cada referencia durante el período de análisis (enero a junio de 2025), la demanda total fue la métrica clave para la clasificación.



✓ **Clasificación por clases:** Los productos fueron clasificados en tres categorías basándose en el principio de Pareto (80/20), donde:

- **Clase A:** Productos que, en conjunto, representan el 80% del volumen total despachado, pero que corresponden a un pequeño porcentaje de las referencias.
- **Clase B:** Productos que, en conjunto, representan el 15% del volumen total despachado.
- **Clase C:** Productos que, en conjunto, representan el 5% del volumen total despachado, pero que corresponden a la mayor parte de las referencias.

## **Paso 2: Diseño de las ubicaciones en el Almacén**

Una vez que se obtuvieron los resultados del Análisis ABC, se procedió a diseñar la distribución del almacén con una estrategia híbrida, combinando la clasificación por clases y la asignación dedicada, este proceso se justifica con una regla heurística simple pero poderosa: ubicar los productos con mayor movimiento lo más cerca posible del punto de alistamiento y despacho.

✓ **Asignación de Zonas (Clasificación por Clases):** Se asignó una zona específica del almacén para cada clase de producto, basándose en el análisis de demanda:

- **RACKS C y D (Clase A):** Estos racks, al ser los más cercanos al área de despacho, fueron designados para los productos de Clase A, esta asignación se hizo teniendo en cuenta la necesidad de una mayor capacidad, como se evidenció en el análisis de demanda.



- **RACK E (Clase B y C):** Este rack, al ser el más lejano del punto de despacho, fue asignado a los productos de Clase B y C, los cuales tienen un menor impacto en el volumen de movimiento.
- ✓ **Diseño ubicación Dedicada:** Dentro de los Racks C y D, se aplicó una regla complementaria para los productos de alta demanda extrema. Para estos productos específicos (los "top" de la Clase A), se les asignó una ubicación fija y permanente. Esta decisión se tomó con el fin de maximizar la velocidad de alistamiento y evitar errores para los productos más críticos de la operación.
- **Análisis del diseño de la Estrategia Híbrida de slotting**

La tabla adjunta representa la materialización de la estrategia híbrida de *slotting* propuesta para el almacén, combinando el enfoque de Clasificación por Zonas con la Clasificación Dedicada. La distribución visual del inventario en los racks C, D y E se fundamenta en los resultados del análisis ABC y en las reglas heurísticas definidas para la operación del almacén.

A continuación, se presenta un análisis detallado de la estrategia híbrida en la tabla No 3.

CLASE	# REF CJ	SUBT PROM CJ	# REF PC	SUBT PROM PC	TOTAL REF	TOTAL UND PROM	%	# POSICIONES	AJUSTE POS	RACK
A	33	710.664,50	17	23.018,21	50	733.682,71	79,84%	156,48	156,50	C - D - E
B	31	134.659,50	32	4.379,13	63	139.038,63	15,13%	29,65	29,50	E
C	90	44.811,33	85	1.457,83	175	46.269,17	5,03%	9,87	10,00	E
						<b>918.990,50</b>			<b>196,00</b>	

Tabla 3 Análisis estrategia slotting Dedicada por Zonas (Enfoque Basado en Clases)



Con el objetivo de maximizar la eficiencia en el *picking* y el aprovechamiento del espacio, la ilustración No 17 presenta el plano del almacén con la estrategia de *slotting* híbrida implementada, destacando la nueva organización de los productos.

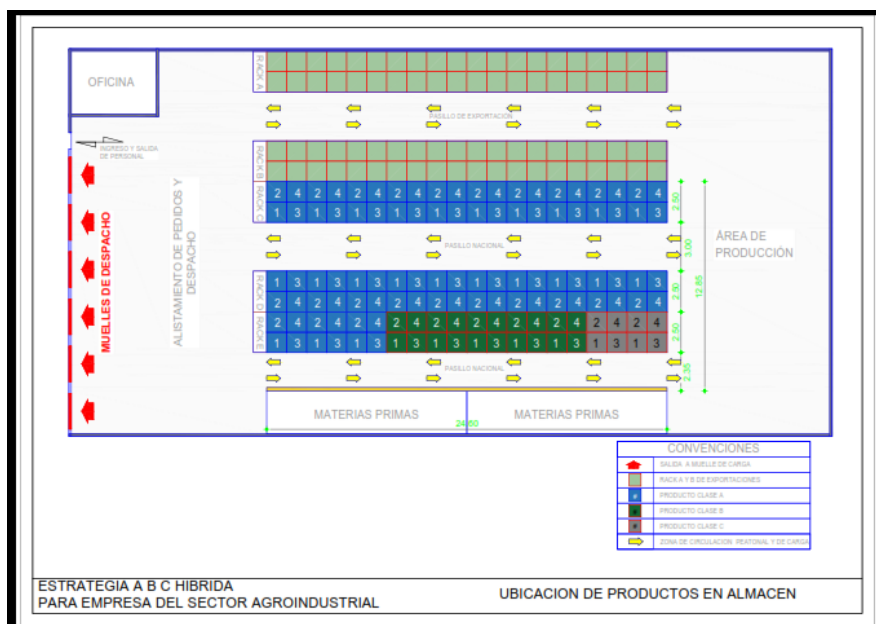


Ilustración 17 Implementación de la Estrategia Híbrida en el Centro de Distribución objeto de estudio

Este análisis demuestra que la estrategia propuesta no solo es conceptualmente sólida, sino que se ha traducido en un plan de distribución lógico y eficiente que aborda directamente los desafíos operativos identificados en el almacén.

- **Beneficios**

La implementación de esta estrategia está diseñada para generar múltiples beneficios directos en la operación del almacén:



- ✓ **Minimización de Tiempos de Recorrido:** Al ubicar los ítems de Clase A (que representan el 80% del volumen) en los Racks más cercanos al área de despacho, se contribuye a disminuir el tiempo que los operarios invierten en desplazarse, esto se traduce en una mayor productividad y un menor costo de mano de obra.
- ✓ **Estabilidad Operativa y Reducción de Errores:** La asignación de ubicaciones fijas (clasificación dedicada) a los productos de Clase A de mayor volumen elimina la incertidumbre del dónde está el producto, los operarios saben de memoria la ubicación de los ítems más importantes, lo que acelera el proceso de *picking* y reduce los errores.
- ✓ **Optimización del Espacio de Almacenamiento:** Al consolidar los ítems de baja y media demanda (Clases B y C) en zonas más alejadas, se liberan las ubicaciones más valiosas del almacén (las más cercanas al despacho) para los productos que realmente lo necesitan, mejorando así la utilización del espacio.
- ✓ **Elimina el Desorden Generalizado:** La estrategia proporciona un marco lógico y estructurado para la ubicación de los productos, resolviendo el problema de la falta de un sistema de asignación de espacios y eliminando el desorden actual.
- ✓ **Costos de implementación:** Este enfoque presenta un bajo costo de implementación, ya que la solución propuesta no requiere cambios significativos en la infraestructura física del almacén, la estrategia se adapta al layout existente, aprovechando los racks C, D y E sin necesidad de inversiones nuevos estantes o sistemas de gestión avanzados.
- ✓ **Complejidad técnica:** Su complejidad técnica es baja, se basa en el Principio de Pareto, al ser un enfoque que utiliza una lógica sencilla como asignar una ubicación fija a cada



producto, resulta ser un método práctico y funcional para un contexto operativo donde no se cuenta con sistemas tecnológicos avanzados, como en el caso actual de la empresa.

- ✓ **Facilidad de Mantenimiento:** Esta estrategia ofrece una alta estabilidad operativa, ya que asigna una ubicación fija a cada producto, el mantenimiento se centraría en la actualización manual de la ubicación en el archivo de Excel, lo cual es más sencillo de controlar al tener posiciones predefinidas.
- ✓ **Impacto en la Eficiencia Operativa del Almacén:** La aplicación del análisis de clasificación ABC tiene un impacto directo en la eficiencia operativa del almacén al permitir la identificación de los productos de alta demanda (Clase A). Una vez identificados, estos artículos pueden ser reubicados estratégicamente en las zonas más productivas y accesibles, como las cercanas a las áreas de despacho. Esta reubicación minimiza de forma significativa los recorridos de los operarios, lo cual no solo reduce los tiempos de alistamiento de pedidos, sino que también optimiza el aprovechamiento del espacio al asegurar que los lugares más valiosos estén ocupados por los productos de mayor movimiento.
- ✓ **Flexibilidad ante los cambios de la demanda:** Esta es la estrategia menos flexible. Como asignar una ubicación fija a cada producto, un cambio en la demanda de un artículo, que pase de ser Clase C a Clase A, requeriría una reubicación manual para optimizar su posición, lo cual puede ser un proceso laborioso.



#### 7.4.1.2. Slotting Correlacionado y por Clustering

- **Descripción de la Estrategia**

Esta estrategia se plantea como una alternativa avanzada, enfocada en optimizar el proceso de *picking* y reducir los tiempos de desplazamiento. A diferencia de la clasificación ABC que se basa en la demanda individual (entendida como la frecuencia de unidades por pedido), esta propuesta se fundamenta en la dinámica de los pedidos. Su enfoque metodológico se basa en la identificación de la frecuencia de co-ocurrencia de productos, es decir, qué ítems tienen una alta tendencia a ser solicitados juntos en las órdenes de compra.

- **Enfoque metodológico: Reglas heurísticas y análisis de co-ocurrencia**

La implementación de esta estrategia se basa en un enfoque práctico y factible para el contexto del almacén que no dispone de un WMS avanzado, El proceso se divide en los siguientes pasos:

- ✓ **Análisis de Datos Históricos:** El primer paso es analizar la base de datos de pedidos de la empresa (enero a junio de 2025) para identificar la co-ocurrencia de productos. Se crea una matriz o una tabla de frecuencias que muestre el número de veces que los productos han sido pedidos juntos.
- ✓ **Análisis ABC como Filtro Inicial:** Antes de realizar el análisis de correlación completo, se aplicó un filtro estratégico de clasificación ABC. Esto permitió identificar los ítems de mayor impacto (Clase A), que por su alta demanda justificaban un análisis de correlación más profundo. Este filtro redujo la complejidad del análisis al evitar la gran cantidad de ítems de baja demanda (Clase C), cuyo impacto en la eficiencia del *picking* es mínimo.



- ✓ **Identificación de Clusters y Diseño de Ubicaciones:** Una vez filtrados los datos, se procedió a identificar los ítems correlacionados para diseñar las ubicaciones en el almacén. El análisis de co-ocurrencia permitió entender la cantidad promedio de cada ítem solicitado por orden de compra, lo cual es fundamental para el diseño del layout. Con base en estos hallazgos, la regla heurística de ubicación es simple: ubicar los productos con la mayor frecuencia de co-ocurrencia en posiciones contiguas. Esta regla permite que el operario recolecte múltiples ítems de un mismo pedido en una sola parada, minimizando los recorridos.
- ✓ **Regla Heurística de Ubicación:** Ubicar los productos con la mayor frecuencia de co-ocurrencia en posiciones contiguas. Esto se puede aplicar en un sector específico del almacén o en las ubicaciones más ergonómicas, permitiendo que el operario recolecte múltiples ítems de un mismo pedido en una sola parada.

- **Proceso de análisis de datos y diseño de la Estrategia Correlacionada**

Para diseñar la estrategia de slotting correlacionada, se siguió una metodología de análisis de datos de múltiples etapas, partiendo de los datos de pedidos del primer semestre de 2025. El objetivo fue identificar las correlaciones más significativas entre los productos para optimizar el alistamiento de pedidos.

- **Paso 1: Preparación y unificación de los datos**

- ✓ **Concatenación de Datos:** Se unificó la información del código del producto con la unidad de medida (caja o paca), esto garantizó que el análisis de co-ocurrencia diferenciara entre el mismo producto, pero con la unidad de medida caja o paca.



- ✓ **Análisis de frecuencia de pedido:** Se utilizó una tabla dinámica de Excel para calcular el número de veces que cada ítem (ya concatenado) fue solicitado en un pedido, este paso permitió obtener una métrica de la frecuencia de pedido, que sirve como base para el análisis posterior.

- **Paso 2: Análisis ABC como filtro inicial**

Antes de realizar el análisis de correlación completo, se aplicó un Análisis ABC, se utilizó un filtro inteligente y estratégico con el siguiente propósito:

- ✓ **Identificar los Ítems de Mayor Impacto:** Se enfocó en clasificar los productos para identificar la Clase A, es decir, aquellos ítems que, por su alta demanda, justificaban un análisis de correlación más profundo.
- ✓ **Reducir la Complejidad del Análisis:** Este filtro evitó que el análisis de correlación se saturara con la gran cantidad de ítems de baja demanda (Clase C), cuyo impacto en la eficiencia del *picking* es mínimo.

- **Paso 3: Identificación de Correlaciones y creación de ubicaciones**

Una vez filtrados los datos, se procedió a identificar los ítems de correlacionados para diseñar las ubicaciones en el almacén.

- ✓ **Análisis de Co-ocurrencia:** Se analizó el comportamiento de los ítems de Clase A para determinar cuáles se pedían con mayor frecuencia, esto permitió entender la cantidad promedio solicitada de cada ítem por Orden de Compra.
- ✓ **Diseño de las Ubicaciones:** Con base en estos hallazgos, se diseñó la disposición física del almacén. La tabla No 4 muestra la implementación de esta estrategia, donde los



productos correlacionados, como los que se ven juntos en el rack, son ubicados en estanterías contiguas, esta decisión se basa en la regla heurística de ubicar juntos los productos que con mayor frecuencia de co-ocurrencia.

CLASE	# REF	%	# POSICIONES	AJUSTE POS	RACK
A	84	29,17%	57,17	57,00	C
B	67	23,26%	45,60	46,00	C - D
C	137	47,57%	93,24	93,00	D - E
	<b>288</b>	<b>100,00%</b>		<b>196,00</b>	

Tabla 4 Análisis estrategia slotting ABC Correlacionada

La ilustración No 18 ilustra el plano del almacén con la implementación de la estrategia de slotting correlacionada, evidenciando la agrupación de productos con alta co-ocurrencia en los pedidos.

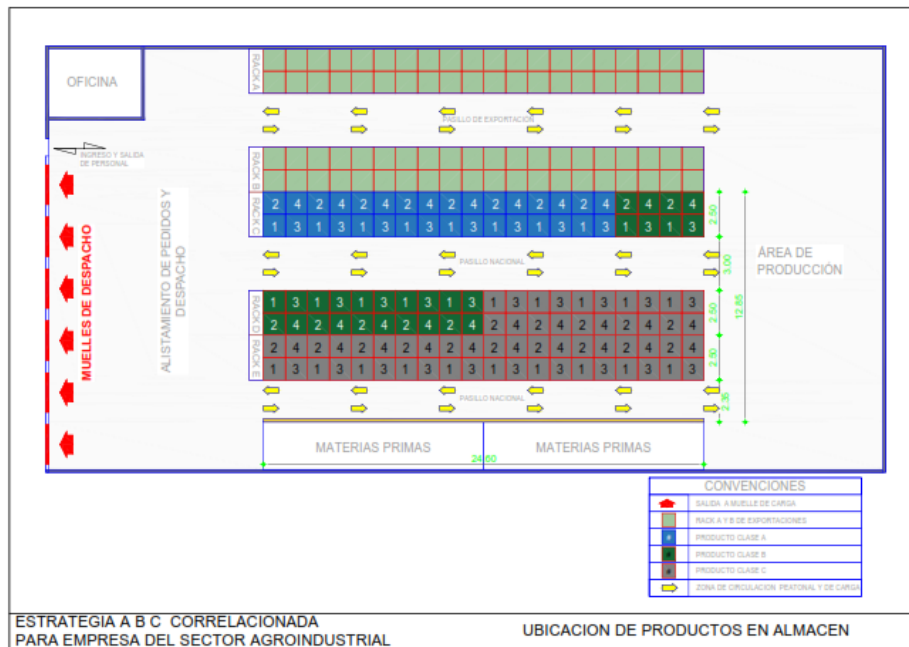


Ilustración 18 Implementación de la Estrategia Correlacionada o por Clustering



El resultado de este proceso es una estrategia que se basa en la inteligencia de los datos para optimizar no solo la ubicación de los productos más importantes, sino también la ruta y el tiempo de alistamiento de los pedidos más frecuentes.

- **Beneficios**

- ✓ **Costos de implementación:** Su implementación tiene un bajo costo, ya que no requiere grandes inversiones en infraestructura y se basa en reubicar productos en estantes adyacentes sin cambiar el diseño actual de los pasillos. El principal beneficio es la reducción significativa de los tiempos de desplazamiento durante el alistamiento de pedidos, lo que se traduce en una mayor productividad.
- ✓ **Complejidad técnica:** Tiene una complejidad técnica moderada. Si bien es necesario analizar los pedidos para identificar cuáles son productos con mayor frecuencia, el proceso se puede gestionar de forma manual. La literatura confirma que la aceleración de la demanda es una variable fundamental para definir ubicaciones eficientes.
- ✓ **Facilidad de mantenimiento:** Esta estrategia requiere un periodo de mantenimiento para analizar la demanda y la evaluación entre productos, y así ajustar las ubicaciones si es necesario. Como el sistema es manual, esto implicaría un seguimiento constante y una actualización en el archivo de Excel.
- ✓ **Impacto en la reducción de tiempos de recolección:** El principal beneficio de esta estrategia es la reducción significativa de los tiempos de desplazamiento durante la recolección. Al ubicar juntos los productos que tienen alta participación en los pedidos,



los operarios recorren menos distancia para alistar una orden, lo que se traduce en una mayor eficiencia y productividad.

- ✓ **Aprovechamiento del espacio:** Al agrupar los productos que suelen pedirse juntos en una misma área, se logra una mayor consolidación de los pedidos y un uso más eficiente de los recursos.
- ✓ **Flexibilidad ante los cambios de la demanda:** Esta estrategia es más flexible que la dedicada, ya que permite ajustar las ubicaciones de los productos según la especificación de la demanda. Un cambio en los hábitos de compra de los clientes puede ser identificado y la estrategia reajustada para mantener la eficiencia.

#### 7.4.1.3. Estrategia *slotting* Correlacionada, ABC y Demanda

- **Descripción de la Estrategia**

Esta propuesta representa una solución más avanzada y completa para la optimización del almacén, ya que fusiona tres metodologías clave para lograr la máxima eficiencia operativa, a diferencia de las estrategias que se enfocan en un solo factor, esta solución utiliza un enfoque en cascada para priorizar la ubicación de los productos de mayor impacto. El objetivo es asegurar que los recursos de la empresa se concentren en los ítems que más contribuyen al volumen de despacho y, al mismo tiempo, en aquellos que generan mayor recorrido en el proceso de alistamiento.

El núcleo de la estrategia es el uso del Análisis ABC como un filtro inteligente, seguido por el análisis de correlación y demanda para refinar la ubicación, de esta manera, se atacan los dos



principales generadores de costos en un almacén: el tiempo de viaje y la cantidad de movimientos.

- **Enfoque metodológico y proceso de implementación**

La implementación de esta estrategia se basa en un proceso analítico y de planificación riguroso que se ejecutó en varias etapas, utilizando los datos de pedidos del primer semestre de 2025 como insumo principal.

- **Proceso de análisis de datos y diseño de la Estrategia ABC, Correlación y Demanda**

Para diseñar esta estrategia de slotting, que se basa en la integración de tres enfoques, se siguió un proceso claro. A diferencia de las otras estrategias, que se basan en un solo principio, esta combinó información de diferentes fuentes para crear una solución robusta. A continuación, se detalla el proceso paso a paso que se siguió para su correcta implementación.

- **Paso 1: Preparación y Unificación de Datos**

El proceso comenzó con una minuciosa preparación de la base de datos de pedidos (enero a junio de 2025), lo cual fue crucial para obtener resultados precisos.

- ✓ **Concatenación de Datos:** Se unificó la información del Código de Producto con su Unidad de Medida (cajas y pacas) en una sola columna, esto garantizó que el análisis de la demanda y la ubicación se hicieran de manera específica y correcta para cada presentación del producto.
- ✓ **Análisis de Frecuencia y Cantidad:** Utilizando una tabla dinámica de Excel, se extrajeron dos métricas clave para cada ítem:



- Cantidad de Veces Pedido: El número de órdenes en las que apareció cada ítem.
- Cantidad Despachada: La suma total de unidades despachadas de cada ítem en el período.

- **Paso 2: Análisis ABC + Demanda (Doble Clasificación)**

Se realizó un Análisis ABC que consideró la demanda desde dos perspectivas complementarias para identificar los ítems de mayor impacto. Este es un paso fundamental de la estrategia.

- ✓ **Clasificación por Cantidad Despachada:** Se clasificaron los ítems en Clase A, B y C con base en el volumen total despachado, esto permitió identificar a los productos que más contribuyen al volumen general de movimiento del almacén.
- ✓ **Clasificación por Frecuencia de Pedido:** Adicionalmente, se clasificaron los ítems según la cantidad de veces que fueron pedidos, esto permitió identificar aquellos productos que, sin tener un volumen masivo, son constantemente solicitados, lo que tiene un alto impacto en la frecuencia de *picking*.

El resultado de este doble análisis permitió identificar a los ítems que son críticos tanto por su volumen (demanda) como por su frecuencia de alistamiento.

- **Paso 3: Identificación de Correlaciones y Diseño de Ubicaciones**

Una vez que se identificaron los ítems de mayor impacto a través de la doble clasificación, se procedió con el análisis de correlación y el diseño de la estrategia de ubicación.

- ✓ **Cálculo de la Correlación:** Se calculó la correlación entre los productos identificados como críticos para determinar qué ítems se pedían juntos con mayor frecuencia, se utilizó



la métrica de cantidad promedio pedida, la cual se obtuvo al dividir la cantidad despachada total de un ítem entre la cantidad de veces que fue pedido, esto permitió entender la cantidad promedio solicitada para cada ítem, lo cual es fundamental para la optimización del espacio.

✓ **Diseño del Almacén**

- **Zonificación ABC:** Se asignaron las zonas de alta demanda (Racks C y D) a los ítems clasificados como Clase A.
- **Agrupación Correlacionada:** Dentro de estas zonas de alta demanda, se ubicaron los ítems de productos que mostraron una alta correlación. Como se muestra en la imagen adjunta, ítems como CÓDIGO DE PRODUCTO 1 y CÓDIGO DE PRODUCTO 2 fueron
- **Máxima Eficiencia Operativa:** Al concentrarse en los productos de alta demanda y alta correlación, se garantiza que el mayor impacto en la reducción de costos y tiempos se logre con el menor esfuerzo.
- **Reducción del Recorrido de *Picking*:** Minimiza el tiempo que los operarios pasan moviéndose por el almacén, ya que se concentran en zonas pequeñas para alistar los pedidos más frecuentes.
- **Toma de Decisiones Inteligente:** Se justifica la ubicación de cada producto con datos de demanda (volumen y frecuencia) y comportamiento de pedido (correlación), lo que elimina la necesidad de decisiones basadas en la intuición.

Los resultados del análisis que fundamentan la propuesta *slotting*, se consolidan en la tabla No 5.



CLASE	# REF	%	# POSICIONES	AJUSTE POS	RACK
A	185	64,24%	125,90	126,00	C - D
B	100	34,72%	68,06	68,00	D - E
C	3	1,04%	2,04	2,00	E
	<b>288</b>	<b>100,00%</b>		<b>196,00</b>	

Tabla 5 Análisis estrategia slotting ABC Correlacionada y Demanda

La ilustración No 19 presenta el plano del almacén con la implementación de la estrategia de *slotting* basada en la clasificación ABC, Correlacionada y Demanda, mostrando la ubicación de los productos de alta demanda (Clase A) en las zonas más accesibles.

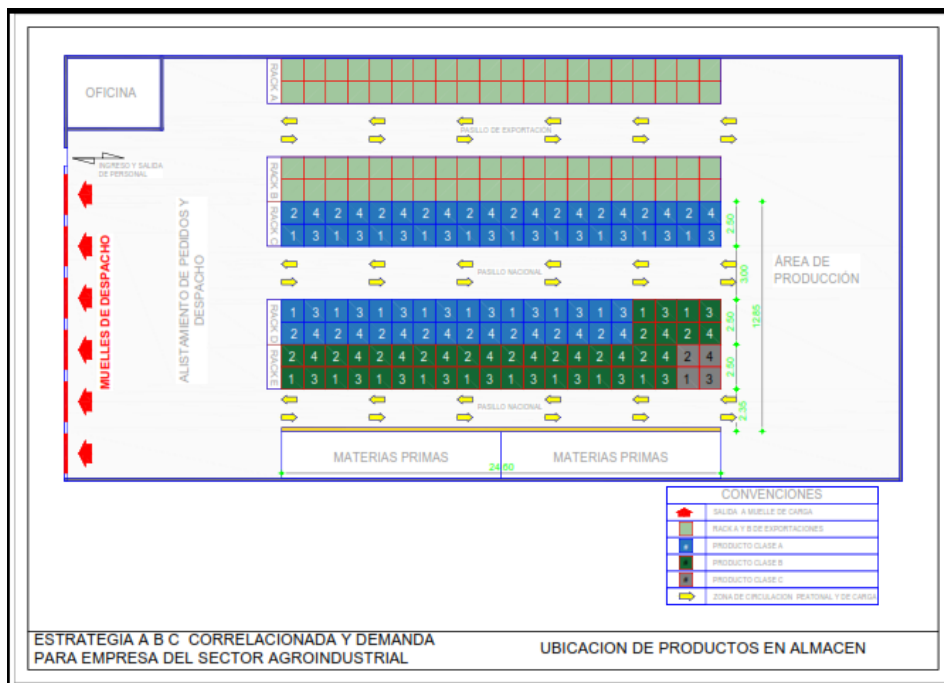


Ilustración 19 Implementación de la Estrategia ABC, Correlacionada y de Demanda



Se evidencia que se realizó un análisis de datos a fondo, uniendo la demanda y la correlación para diseñar una estrategia de *slotting*. La información aquí presentada da la base para proponer una reubicación inteligente de los productos en el almacén.

- **Beneficios**

- ✓ **Costos de implementación:** El costo de implementación es bajo, ya que esta estrategia también se basa en la optimización del diseño existente, ajustándose a la distribución física actual del almacén. No requiere de nuevas inversiones en infraestructura.
- ✓ **Complejidad técnica:** Esta es una estrategia muy compleja, ya que combina un análisis completo de la demanda (ABC), la clasificación entre productos y la demanda. Se considera la más holística porque integra múltiples variables para una optimización total.
- ✓ **Facilidad de mantenimiento:** Esta es la estrategia más compleja de las tres, ya que combina un análisis completo de la demanda (ABC), la clasificación entre productos y la demanda.
- ✓ **Impacto en la reducción de tiempos de recolección:** Es una estrategia efectiva para reducir los tiempos de alistamiento. Al ubicar los productos de alta demanda (Clase A) que también se piden juntos, los recorridos de los operarios se minimizan de manera considerable, lo cual impacta directamente en la productividad del almacén.
- ✓ **Aprovechamiento del espacio:** Esta es la que ofrece el mejor aprovechamiento del espacio disponible. Al usar el análisis de la demanda y la calificación, las decisiones de ubicación son más precisas, permitiendo una mayor consolidación de pedidos y un uso más eficiente de los recursos.



- ✓ **Flexibilidad ante los cambios de la demanda:** Es una estrategia flexible. Su enfoque en el análisis de la demanda le permite ajustarse de forma dinámica a los cambios en el mercado y la estacionalidad de los productos. Al basarse en el comportamiento de la demanda, se puede adaptar para mantener una optimización total.

## 7.5. Evaluación de Estrategias *slotting*

En este punto, se presentan los resultados de la evaluación de las estrategias de *slotting* propuestas. El objetivo es analizar y comparar la viabilidad y pertinencia de cada escenario diseñado, considerando su potencial para solucionar los problemas identificados. Este análisis permitirá seleccionar la estrategia más adecuada para la empresa, justificando la elección con argumentos técnicos que demuestren su capacidad para optimizar los procesos de almacenamiento, alistamiento y despacho.

### 7.5.1. Selección y Justificación de la Estrategia Óptima

Con el fin de validar y seleccionar la mejor estrategia de *slotting* para el centro de Distribución objeto de estudio, se sometieron las tres propuestas a un proceso de calificación por parte de profesionales. Esta evaluación permitió comparar de forma objetiva cada alternativa con base en factores clave como la reducción de costos, la optimización del espacio y la complejidad de su implementación.

- **Metodología de los Factores Ponderados**

Para garantizar una toma de decisión estructurada y objetiva, se utilizó el método de los factores ponderados. Esta es una herramienta analítica que permite evaluar múltiples



alternativas en función de varios criterios que tienen diferente nivel de importancia. Su aplicación en este contexto logístico permite comparar las opciones de forma objetiva, reduciendo el sesgo personal y facilitando la justificación técnica de la elección.

Las etapas del método aplicadas en este análisis fueron las siguientes:

- ✓ **Definición del Problema y Alternativas:** El problema es seleccionar la estrategia *slotting* más idónea entre las tres propuestas.
- ✓ **Identificación de Criterios de Evaluación:** Se establecieron los criterios relevantes para la empresa, tales como la reducción de costos, los tiempos de implementación, la optimización del espacio y la adaptabilidad al diseño del almacén.
- ✓ **Asignación de Pesos a los Criterios:** Cada criterio recibió un peso que representa su importancia relativa. Esta etapa fue clave, ya que reflejó las prioridades operativas de la organización.
- ✓ **Evaluación de las Alternativas:** Las estrategias fueron calificadas por un panel de expertos, utilizando una escala común para cada criterio.
- ✓ **Cálculo y Suma de Valores Ponderados:** La calificación de cada alternativa fue multiplicada por el peso del criterio, generando un puntaje total que permitió una comparación objetiva.
- **Resultados y Justificación de la Elección**

Los resultados de la calificación de los expertos arrojaron que la Estrategia 3, que integra el análisis ABC, la correlación y la demanda, es la más idónea para la empresa. Esta



estrategia obtuvo el puntaje más alto, ya que sus beneficios superan a los de las otras alternativas, ofreciendo una solución más integral y holística a la problemática actual del almacén.

La elección de la Estrategia 3 se justifica al haber obtenido el puntaje más alto en la evaluación con factores ponderados, lo que indica su potencial para reducir los tiempos de *picking* y optimizar el aprovechamiento del espacio. Al combinar los principios de la metodología (ABC) con el comportamiento de la demanda (correlación), la propuesta logra una integración holística de todos los procesos del almacén, lo que la hace la más completa y robusta.

La evaluación fue realizada por un panel de personas conformado por los siguientes Profesionales como se muestra en el cuadro No 3:



Item	Nombre	Profesión	Cargo
1	Julian Alberto Sarria Dorado	Ing. Industrial	Docente Universidad Santo Tomas
2	Jhonathan Torres	Ing. Sistemas	Comercial en Herragro SA
3	Rildo Castillo Araujo	Ing. Agroindustrial	Director Desarrollo Tecnológico en Casa Luker SA
4	Roy Fernán Uribe Valencia	Ing. Electricista, Especialista en Gestión de Proyectos	Director de Proyectos en INGSASAS-Contratista Ing. Electricista Gobernación del Huila
5	Hernán Javier Castillo Cerón	Ing. Agrícola, Magister en Gerencia Integral de Proyectos	Docente Universidad Surcolombiana-Contratista Formulador de Proyectos Gobernación del Huila
6	Katriana Carrascal Paternina	Estudiante del Programa Ingeniería logística y de Operaciones	Semillero de Investigación Universidad Santo Tomas
7	Jazmín Camacho	Ing. Industrial	Coordinadora de proyectos Consensus SAS
8	Martha Aristizábal	Ing. Industrial	Gerente Cadena de Abastecimiento ECCO Shoes

Cuadro 3 Relación de Profesionales



- **Matriz de Evaluación de estrategias**

Con el fin de seleccionar la mejor estrategia para el Centro de Distribución objeto de estudio, se creó una matriz de evaluación. Esta herramienta permitió comparar de forma objetiva las tres estrategias propuestas (Híbrida, Correlacionada y la Integrada) basada en los factores que la empresa considera más importantes.

Como se observa en el cuadro No 4.

Factor	Calsificación dedicada por Zonas/Enfoque Basado en Clases	Correlacionado y por Clusterin	Correlacionada, ABC y Demanda
Costo de Implementación	Se basa en una lógica simple (Análisis ABC) y en una reorganización física sin requerir software especializado.	Implica un análisis de datos más avanzado para identificar correlaciones y puede requerir más tiempo de planificación.	Puede ser la más costosa, ya que requiere un análisis de datos muy sofisticado y puede necesitar herramientas analíticas para la gestión continua.
Complejidad Tecnica	La metodología es simple y bien conocida. Se puede implementar con tablas de Excel básicas.	El análisis de co-ocurrencia es más complejo que un simple ABC y requiere un manejo de tablas dinámicas avanzado.	Es la más compleja, ya que integra múltiples variables de análisis (ABC, correlación, frecuencia y cantidad) y exige un modelado de datos más riguroso.
Facilidad de mantenimiento	Requiere un análisis periódico (ej. cada 6 meses) para ajustar las ubicaciones si las rotaciones cambian. Es el más estable.	Los patrones de co-ocurrencia pueden cambiar más frecuentemente que la rotación, lo que implica re-análisis y reubicaciones más regulares.	Al basarse en múltiples variables dinámicas, requiere un mantenimiento constante e intensivo para seguir siendo óptima.
Impacto en la reducción de tiempos de Picking	Logra una reducción significativa al ubicar el 80% del volumen despachado en las zonas más cercanas.	Ataca el tiempo de recorrido de forma más directa, ya que agrupa los productos que se piden juntos, minimizando los desplazamientos del operario en cada pedido.	Combina ambos impactos: reduce la distancia de recorrido (por la zonificación ABC) y el tiempo de alistamiento (por la agrupación correlacionada), logrando la máxima reducción posible.



<b>Aprovechamiento del espacio</b>	Mejora el uso del espacio al asignar las zonas más cercanas a los productos de Clase A, que suelen ser los más voluminosos.	La agrupación de productos en estanterías contiguas puede optimizar el uso del espacio en racks, pero no de manera tan sistemática.	Al considerar la demanda por cantidad promedio pedida, la estrategia permite un uso más eficiente y preciso del espacio, asegurando que el tamaño de las ubicaciones sea el correcto para el volumen de los productos.
<b>Flexibilidad ante cambios en la Demanda</b>	Es una estrategia más estática. La asignación de racks por clases no se adapta fácilmente a cambios repentinos en la demanda.	Es más flexible que la ABC básica, ya que se basa en patrones de compra que pueden ajustarse con un re-análisis de datos más regular.	Es la más flexible. La integración del análisis de demanda por frecuencia y cantidad permite detectar y reaccionar a los cambios en el comportamiento de los pedidos, permitiendo una planificación de re-slotting más dinámica.

Cuadro 4 Se presenta información clave para la calificación, teniendo en cuenta como cada factor a calificar aplica a cada una de las 3 estrategias

A continuación, la tabla No 6 contiene los factores, los porcentajes correspondientes a la evaluación.

Factor	Porcentajes de Ponderación	Calsificación dedicada por Zonas/Enfoque Basado en Clases		Correlacionado y por Clusterin		Correlacionada, ABC y Demanda	
		Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación
Costo de Implementación	15%	0	0	0	0	0	0
Complejidad Técnica	10%	0	0	0	0	0	0
Facilidad de mantenimiento	10%	0	0	0	0	0	0
Impacto en la reducción de tiempos de Picking	30%	0	0	0	0	0	0
Aprovechamiento del espacio	15%	0	0	0	0	0	0
Flexibilidad ante cambios en la Demanda	20%	0	0	0	0	0	0
<b>Totales</b>	100%		0		0		0,0

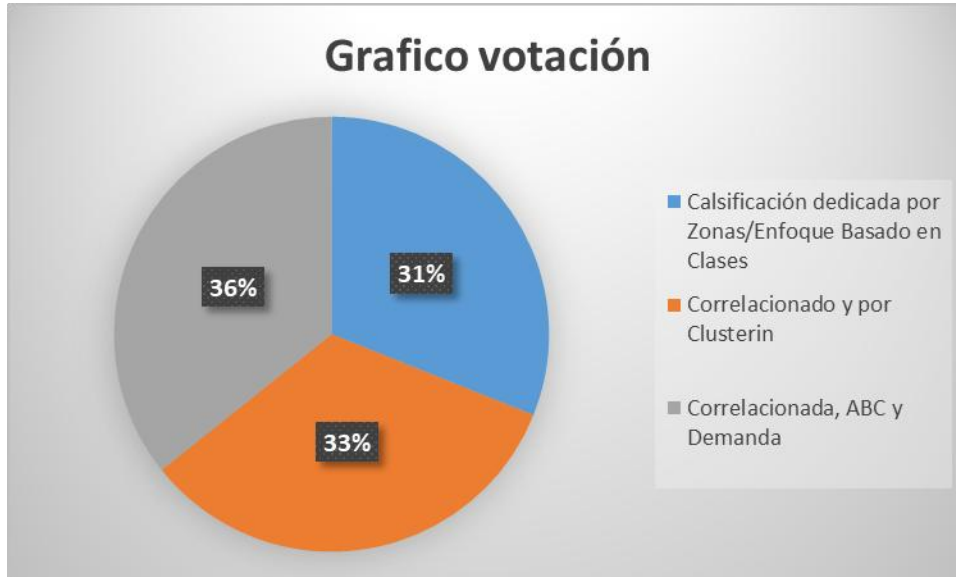
Tabla 6 Factores ponderados



A continuación, la tabla No 7 que contiene la información del resultado de la evaluación

CALIFICADOR	Calsificación dedicada por Zonas/Enfoque Basado en Clases	Correlacionado y por Clusterin	Correlacionada, ABC y Demanda
	Calificación	Calificación	Calificación
1	6,35	6,65	7,3
2	6,4	8,05	8,8
3	8,15	7,45	6,3
4	7,27	7,05	7,2
5	7,2	7,6	8
6	6,2	7,6	9,2
7	4,95	7,35	9,4
8	8	6,5	6,5
<b>Total</b>	<b>54,52</b>	<b>58,25</b>	<b>62,7</b>

Tabla 7 Resultado de votación de las estrategias



*Ilustración 19 Grafico resultado de la calificación de las estrategias*

### 7.5.2. Plan de Implementación de la Estrategia Correlacionada, ABC y Demanda

Para que la Estrategia 3, que integra los principios ABC, la correlación y la demanda, sea un éxito en el centro de distribución objeto de estudio, se recomienda un plan de implementación por fases, este enfoque permitirá gestionar el cambio de manera gradual, minimizar las interrupciones en la operación y asegurar la participación del equipo, el tiempo estimado para completar todo el proceso es de aproximadamente cuatro meses.

- **Fase 1: Preparación y análisis (Mes 1)**

En esta fase se recolectará y analizará la información necesaria para el rediseño de las ubicaciones del almacén.



- ✓ **Conformación del equipo de proyecto:** Designar un equipo responsable de la implementación, incluyendo a un líder de proyecto y representantes de logística y operaciones.
- ✓ **Capacitación inicial:** Realizar una capacitación al equipo sobre los fundamentos del slotting y los beneficios de la estrategia a implementar.
- ✓ **Recolección de datos:** Extraer los datos históricos de ventas y despachos del último año (o el período más relevante) para cada uno de los productos (SKU).
- ✓ **Análisis de la información:** Aplicar los análisis de la metodología (ABC), demanda y correlación a los datos recolectados, esto permitirá definir qué productos se moverán y a dónde.
- **Fase 2: Diseño y Planificación del Cambio (Mes 2)**

En esta fase se creará la hoja de ruta detallada para la reubicación de productos.

- ✓ **Diseño del layout final:** Utilizar el análisis de la Fase 1 para diseñar el nuevo mapa del almacén, definiendo las ubicaciones óptimas para cada grupo de productos.
- ✓ **Plan de reubicación:** Crear un cronograma detallado para el movimiento de los productos, se recomienda hacerlo en horas de baja operación o por zonas, para no afectar el servicio.
- ✓ **Capacitación del personal operativo:** Capacitar a los operarios en el nuevo sistema de ubicación, explicarles el porqué de los cambios y cómo esto mejorará su trabajo diario. Es fundamental que entiendan la lógica detrás del *slotting* y cómo consultar la nueva ubicación de los productos.



- **Fase 3: Implementación y Monitoreo (Meses 3 y 4)**

En esta fase se ejecutarán los cambios físicos y se monitorearán los resultados.

- ✓ **Movimiento de productos:** Iniciar la reubicación de los productos según el plan, se debe hacer de forma gradual, empezando por los productos de baja demanda (Clase C) para minimizar el impacto.
- ✓ **Actualización de la información:** Mantener el archivo de Excel o el sistema de gestión del almacén actualizado con las nuevas ubicaciones.
- ✓ **Monitoreo de indicadores:** Realizar un seguimiento semanal de los indicadores clave, como los tiempos de *picking*, la utilización del espacio y la productividad de los operarios. Esto permitirá identificar oportunidades de mejora y hacer los ajustes necesarios.

- **Recomendaciones adicionales para la implementación**

Para asegurar el éxito de la estrategia de *slotting*, se hace necesario complementar el plan de reubicación con una serie de recomendaciones enfocadas en el manejo de la información y la gestión del personal. Estos aspectos son clave para mantener la precisión y la eficiencia a largo plazo.

- ✓ **Capacitación y estandarización del manejo de la información:** Es fundamental capacitar al personal que ingresa los datos en el archivo de Excel. Esta capacitación debe enfocarse en la importancia de la precisión de la información, explicando que un error en el registro puede afectar todo el proceso de *picking*. Se recomienda crear un manual de procedimiento claro para el manejo de la información.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA  
EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



- ✓ **Identificación del personal:** Para garantizar la trazabilidad de los datos, cada persona que ingrese información al sistema de Excel debe tener un código de identificación único. Esto permite saber quién fue el responsable de cada registro, lo que facilita la corrección de errores y el seguimiento de los procesos.
- ✓ **Estandarización de las unidades de medida y ciudades:** Para evitar inconsistencias y errores en los cálculos, las unidades de medida (cajas, pacas, kilos, etc.) y las ciudades de destino deben estar predeterminadas en el archivo de Excel. El personal solo tendrá que seleccionar la opción correcta de una lista desplegable, lo que elimina la posibilidad de que haya variaciones en la escritura de los nombres y garantiza la coherencia de los datos. Esto es crucial para un análisis preciso.



## 8. Conclusiones.

Las siguientes conclusiones se derivan directamente de los hallazgos y el trabajo realizado en cada etapa de la investigación:

**Diagnóstico y Análisis del Proceso:** La investigación concluye que el centro de distribución objeto de estudio a pesar de su operación funcional, opera con un proceso de *slotting* de tipo flexible y manual. Esta falta de una estrategia formal, respaldada por un sistema de información rudimentario (archivo de Excel), es la causa raíz del desorden, los altos tiempos de recolección y el desaprovechamiento del espacio.

**Revisión y Documentación:** El estudio demuestra que la revisión rigurosa de la literatura es fundamental para solucionar problemas complejos. La investigación permitió identificar y comprender diversas metodologías de *slotting* (como la clasificación ABC y la correlación), proporcionando una base teórica y herramientas probadas para el diseño de una solución viable y adaptada a las necesidades de la empresa.

**Diseño y Evaluación de la Propuesta:** El proyecto concluye que la estrategia ganadora, que integra el análisis ABC, la correlación y la demanda, es la más idónea para la empresa. Su validación a través del método de factores ponderados confirmó que, por su potencial para optimizar el espacio y reducir los tiempos de *picking*, es la solución más completa y robusta en comparación con las otras alternativas.



## 9. Recomendaciones

Con base en las conclusiones anteriores, se emiten las siguientes recomendaciones, las cuales están directamente vinculadas a los hallazgos del proyecto:

**Para mitigar las deficiencias del proceso actual:** Se recomienda estandarizar la gestión de la información en el archivo de Excel. Es crucial implementar el uso de códigos de identificación y listas desplegables para las unidades de medida, garantizando la precisión de los datos y facilitando la toma de decisiones.

**Para aplicar la metodología identificada:** Se recomienda aprovechar la infraestructura actual y capacitar al personal en la nueva lógica de ubicación. La implementación de la estrategia *slotting* no requiere grandes inversiones en estanterías, sino que se basa en la reubicación inteligente y en la capacitación de un personal que entienda la estrategia para ser más eficiente y cometer menos errores.

**Para asegurar el éxito de la estrategia propuesta:** Se recomienda que la empresa realice una revisión periódica de la estrategia *slotting* (cada 3 o 6 meses) o cuando se presenten cambios significativos en la demanda. Es fundamental que se asignen responsables claros para la actualización del archivo de Excel, lo que asegura que la información sobre las ubicaciones esté siempre al día y la estrategia se mantenga adaptada a las necesidades del mercado.



## 10. Bibliografía

1. Documento Revisión de la literatura- Katriana Carrascal Pternina
2. Y. Zhang. “Correlated Storage Assignment Strategy to reduce Travel Distance in Order Picking.” IFAC-PapersOnLine. 2016.
3. Vieira Virgüez, M. F. (2014). Diseño y aplicación de slotting (asignación de localizaciones a los productos) en módulos de picking (alistamiento de pedidos) en el Servicio Farmacéutico del Hospital Pablo Tobón Uribe [Trabajo de grado, Universidad Pontificia Bolivariana]. Universidad Pontificia Bolivariana.
4. Duque Jaramillo, J. C., Cuellar Molina, M., & Cogollo Flórez, J. M. (2020). Slotting y picking: una revisión de metodologías y tendencias. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*
5. Gupta, A., & Heragu, S. S. (2013). Extension and application of a mathematical model for product allocation and warehouse design. En A. Krishnamurthy & W. K. V. Chan (Eds.), *Proceedings of the 2013 Industrial and Systems Engineering Research Conference*
6. Múnera Cardona, W. A. (2020). Optimización de la estrategia de slotting en un centro de distribución logístico de autopartes mediante técnicas heurísticas basadas en computación evolutiva [Trabajo de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas.
7. Duque-Jaramillo, J. C., Cogollo-Flórez, J. M., Gómez-Marín, C. G., & Correa-Espinal, A. A. (2024). Warehouse management optimization using a sorting-based slotting approach. *Journal of Industrial Engineering and Management*



8. Caballero, R., & González, A. (2021). Propuesta metodológica para el diseño del slotting de mercancía en centros de distribución. *Revista de I+D Tecnológico*, 17(2), 1–20. Universidad Tecnológica de Panamá.
9. Gómez-Montoya, R. A., Cano, J. A., & Campo, E. A. (2018). Gestión de la asignación de posiciones (slotting) eficiente en centros de distribución agroindustriales. *Revista Espacios*
10. Sánchez-Comas, A. (2019). Modelos de picking, routing, layout y slotting en la gestión de almacenes: Una revisión sistemática de la literatura. *BILO*
11. Rojas-Reyes, J. J., Solano-Charris, E. L., & Montoya-Torres, J. R. (2019). The storage location assignment problem: A literature review. *International Journal of Industrial Engineering Computations*
12. G. Zhang, T. Nishi, S.D.O. Turner, K. Oga and X. Li. “An integrated strategy for a production planning and warehouse layout problem: Modeling and solution approaches”
13. Treviño, S., Wutthisirisart, P., Noble, J., & Chang, A. (2009). An approach for order-based warehouse slotting. En *Proceedings of the 2009 Industrial Engineering Research Conference*. University of Missouri.
14. M.A. Millstein, L. Yang and H. Li. “Optimizing ABC inventory grouping decisions”. 2014.
15. A. Kovács. “Optimizing the storage assignment in a warehouse served by milkrun logistics”
16. S. Huang, Q. Wang, R. Batta and R. Nagi. “An integrated model for site selection and space determination of warehouses”. *Comput. Oper.* 2015.
17. F. Bindi, R. Manzini, A. Pareschi and A. Regattieri. “Similarity-based storage allocation rules in an order picking system: An application to the food service industry”. 2009.



18. "Designing efficient order picking systems by combining planning problems: State-of-the-art classification and review, European Journal of Operational Research, Volume 267, Issue 1, 2018,"
19. R. Manzini, R. Accorsi, M. Gamberi and S. Penazzi. "Modeling class-based storage assignment over life cycle picking patterns". 2015
20. B.S. Kim and J.S. Smith. "Slotting methodology using correlated improvement for a zone-based carton picking distribution system". 2012
21. R.J. Mantel, P.C. Schuur and S.S. Heragu. "Order oriented slotting: a new assignment strategy for warehouses." 2007
22. P. Wutthisirisart, M.Y. Sir and J.S. Noble. "The two-warehouse material location selection problem". 2015
23. U. Pferschy and J. Schauer. "Order Batching and Routing in a Non-Standard Warehouse". 2018
24. F. Yener and H.R. Yazgan. "Optimal warehouse design: Literature review and case study application" 2019.
25. Huang, S., Wang, Q., Batta, R., & Nagi, R. (2015). Un modelo integrado para la selección del sitio y la determinación del espacio de los almacenes.
26. Peña Valdiviezo, C. D. (2021). MEJORA DEL PROCESO DE PREPARACIÓN DE PEDIDOS DEL OPERADOR LOGÍSTICO DINET S.A CON LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE SLOTTING Y CLASIFICACIÓN ABC CON ENFOQUE MULTICRITERIO PARA REDUCIR LOS COSTOS LOGÍSTICOS (Universidad Privada del Norte)



27. <https://www.agricolahimalaya.com/es/home/>

<https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/El-agro-no-para-de-reactivar-la-econom%C3%ADa-durante-abril,-el-empleo-en-el-campo-registr%C3%B3-m%C3%A1s-de-3-millones-de-personas-ocupadas.aspx>

<https://www.presidencia.gov.co/prensa/Paginas/Aumento-de-cultivos-de-cafe-y--produccion-ganadera-jalonaron-crecimiento-250218.aspx>

<https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/En-enero-de-2024,-el-sector-agropecuario-gener%C3%B3-244-000-empleos.aspx>

<https://www.anif.com.co/comentarios-economicos-del-dia/resultados-del-pib-de-2024-un-balance-mixto/>

## 11. Anexos

### 11.1 Diagramas

- a) Diagrama general
- b) Diagrama de recibo
- c) Diagrama de almacenamiento
- d) Diagrama de despacho
- e) Diagrama de proceso del *slotting*
- f) *Diagrama de la estrategia slotting*



## **11.2. Planos**

- a) Diseño CD+CD Estrategias

## **11.3. Análisis de Estrategias**

- a) Archivo de Excel con la Estrategia ABC Híbrida
- b) Archivo de Excel con la Estrategia ABC Correlacionada
- c) Archivo de Excel con la Estrategia ABC, Correlacionada y Demanda

## **11.4. Evaluación de Expertos**

- a) Evaluación de Experto N°1.
- b) Evaluación de Experto N°2.
- c) Evaluación de Experto N°3.
- d) Evaluación de Experto N°4.
- e) Evaluación de Experto N°5.
- f) Evaluación de Experto N°6.
- g) Evaluación de Experto N°7.
- h) Evaluación de Experto N°8.
- i) Evaluación de las Estrategias General

## **11.5. Base de datos y documentos**

- a) Catálogo de productos
- b) Datos AH\_21\_07\_25\_Himalaya final



**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS**  
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA  
EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



c) Plano