

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas

Optimización del número de posiciones de almacenamiento disponible mediante el rediseño de una bodega de productos de consumo masivo

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero en Logística y Transporte

Presentado por:

Jorge Xavier Tisalema Pilamunga

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2023

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a Dios, a mis padres quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por estar ahí presente. Y dar el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

Jorge Xavier Tisalema Pilamunga

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi tutor ING. Varas Alfredo, por su orientación y apoyo invaluable durante la realización de esta tesis. También agradezco a mi familia, amigos y compañeros de estudio por su constante aliento y motivación. Este logro no habría sido posible sin la colaboración y contribuciones de todas las personas involucradas en este proyecto. Estoy profundamente agradecido por su apoyo y confianza en mí a lo largo de este viaje académico.

Jorge Xavier Tisalema Pilamunga

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *JORGE TISALEMA* y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Autor 1

Autor 2

EVALUADORES

.....
MSc. Carlos Ronquillo
PROFESOR DE LA MATERIA

.....
MSc. Alfredo Varas
PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El proyecto se enfoca en diseñar el layout de una bodega y mejorar la capacidad de almacenamiento en el centro de distribución. Actualmente, hay 23400 ubicaciones disponibles. Durante periodos de alta demanda, la ocupación puede alcanzar el 97%, con un 3% de ubicaciones vacías para picking y pallets. También, hay problemas de almacenamiento cuando llegan productos para temporadas escolares, lo que dificulta el acceso, aumentando los riesgos de daños y pérdidas. Por lo tanto, es crucial optimizar el espacio. Se empleó una metodología de entrevistas estructuradas para obtener información detallada de los supervisores del centro de distribución. La observación directa y sistemática también se utilizó. Se propusieron tres soluciones: la incorporación de carretillas elevadoras retráctiles para reducir pasillos y añadir un rack, redistribuir los pesos para incrementar niveles de racks y compactar productos por categorías. La opción seleccionada fue aumentar los niveles de los racks debido a su bajo costo, tiempo de ejecución más corto y mínimo impacto en las operaciones. Esto generaría un aumento del 3% en el aprovechamiento de la altura, equivalente a 570 ubicaciones adicionales. En conclusión, se identificó la situación actual de la bodega con las técnicas de recolección de datos para ver las oportunidades de aumentar su capacidad con una comparación de varias propuestas y elegir una que minimice los costos y los tiempos de ejecución que fue la opción 2, por ende, es la más eficiente para este proyecto viéndolo desde un cuadro comparativo.

Palabras Clave: layout de bodega, ubicaciones, porcentaje de ocupación, almacenamiento.

ABSTRACT

The project aims to enhance the storage capacity of the distribution center by designing the warehouse layout. At present, there are 23,400 locations available, with occupancy reaching 97% during peak periods. 3% of the picking and palletizing locations are vacant. During high-demand seasons, like the school season, storage problems arise, making access difficult and increasing the risk of damage and loss. Hence, it is imperative to optimize space. A structured interview methodology was utilized to gather elaborate information from supervisors at the distribution center, alongside direct and systematic observation. Three potential solutions were recommended: the integration of reach trucks to diminish aisle space and to add more shelving, redistributing weights to elevate shelving levels, and sorting products by category to expand compactness. Finally, it was decided to raise the racking level due to its cost-effectiveness, faster implementation, and minimal disruption to operations. The outcome would be a 3% rise in height utilization, resulting in 570 additional locations. In conclusion, we identified the current warehouse situation using data collection techniques. By comparing several proposals, we found option 2 to be the most cost-effective and efficient choice for increasing warehouse capacity. As such, we will move forward with this option for the project seeing it from a comparative table.

Keywords: warehouse layout, locations, occupancy percentage, storage.

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES	5
RESUMEN	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE PLANOS	VIII
CAPÍTULO 1	9
1. Introducción	9
1.1 Descripción del problema	10
1.2 Justificación del problema	12
1.3 Objetivos.....	12
1.3.1 Objetivo General	12
1.3.2 Objetivos Específicos	12
1.4 Marco teórico.....	13
1.4.1 Marco conceptual.....	13
1.4.2 Estado del arte	17
CAPÍTULO 2.....	20
2. Metodología	20
2.1 Técnicas de investigación.....	20
2.1.1 Levantamiento de información	20
2.1.2 Recopilación de los datos	21
2.2 Análisis de la información levantada.....	27
2.3 Descripción de los modelos.....	30
2.3.1 Propuesta 1.....	30

2.3.2	Propuesta 2.....	36
2.3.3	Propuesta 3.....	37
2.4	Uso de software.....	38
2.4.1	Microsoft Excel.....	38
2.4.2	Herramienta de diseño Canvas.....	39
2.5	Consideraciones éticas y legales.....	39
2.6	Fases del proyecto.....	41
2.7	Cronograma de trabajo.....	42
CAPÍTULO 3.....		44
3.	Resultados Y ANÁLISIS.....	44
3.1	Análisis de resultados.....	44
3.1.1	Resultados propuesta 1.....	44
3.1.2	Resultados de la propuesta 2.....	48
3.1.3	Propuesta 3.....	53
3.1.4	Costos de alquilar una bodega.....	54
3.1.5	Comparación entre la propuesta elegida y el costo de alquiler de una bodega	54
CAPÍTULO 4.....		57
4.	Conclusiones Y Recomendaciones.....	57
	Conclusiones.....	57
	Recomendaciones.....	57
BIBLIOGRAFÍA.....		58
APÉNDICES.....		59

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ASTM	American Society for Testing and Materials
NACE	National Association of Corrosion Engineer
SSC	Electrodo de Plata Cloruro de Plata
CSE	Electrodo de Cobre Sulfato de Cobre
HWL	High Water Level
LWL	Low Water Level
CIS	Inspección pasó a paso, medición de potenciales de encendido
MPY	Milésimas de pulgadas por año
VRP	
BINS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Layout de la Bodega por zonas	22
Figura 2.2 Layout de la Bodega en Autocad	29
Figure 2.3 Carretilla retráctil.....	31
Figure 2.4 Propuesta del diseño 1	33
Figura 2.5 Diseño del modelo	34
Figura 2.6 Estructura de racks	37
Figura 2.7 Fases de proyecto	42
Figura 2.8 Cronograma de trabajo	43
Figura 3.1 layout de la propuesta 1	46
Figure 3.3 Altura de los racks	48
Figure 3.4 Altura de la propuesta 2.....	51
Figura 3.5 comparación entre propuesta elegida y Alquilar una bodega	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 la tabla Dimensiones de la Bodega.....	22
Tabla 2.2 Dimensiones de la bodega por zonas.....	23
Tabla 2.3 Dimensiones de pallet.....	23
Tabla 2.4 Dimensiones de racks selectivo simple.....	23
Tabla 2.5 Dimensiones de racks selectivo doble.....	24
Tabla 2.6 Ambiente 1.....	25
Tabla 2.7 Ambiente 2.....	25
Tabla 2.8 Climatizado 1.....	26
Tabla 2.9 Climatizado 2.....	26
Tabla 3.1 áreas de diferentes zonas con la propuesta.....	44
Tabla 3.2 totales de áreas de diferentes zonas.....	44
Tabla 3.3 comparación porcentaje de aprovechamiento del área.....	45
Tabla 3.4 cantidades aumentadas.....	47
Tabla 3.5 costos de inversión.....	47
Tabla 3.6 Costos proyectados.....	47
Tabla 3.7 redistribución propuesta de los pesos.....	49
Tabla 3.7 total ubicaciones propuesta 2.....	50
Tabla 3.8 pesos redistribuidos con la propuesta.....	51
Tabla 3.9 costos.....	52
Tabla 3.10 costos de alquiler.....	54
Tabla 3.11 proyección de los costos de alquiler.....	55

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1 Implementación general del muelle

PLANO 2 Ubicación de ánodos en tablestacado frontal

PLANO 3 Ubicación de ánodos en tablestacado lateral norte y sur

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Existe una gran diversidad de técnicas para implementar el diseño, almacenamiento eficiente y funcional en una bodega. En la actualidad dado que la tecnología siempre está en mejora y los clientes buscan servicios por encima del estándar, es fundamental cubrir estas necesidades aumentando la capacidad de respuesta, también es necesario contar con herramientas que respalden con un diseño efectivo (Jacyna et al., 2015).

Para planificar el espacio y disminuir costos, primero es necesario realizar el análisis de los datos de operación, de las actividades logísticas, análisis de las estructuras y niveles de inventario.

El proyecto se dirige a una empresa de consumo masivo llamada Nestlé, una multinacional en el Ecuador, en otras palabras, el enfoque se realiza en su centro de distribución en Guayaquil.

Para mejorar el tiempo de respuesta de cada pedido se plantea aumentar el número de posiciones para almacenamiento, se deben considerar las estanterías para analizar estudios que permitan proponer configuraciones diferentes para el área de almacenamiento y aprovechar los tiempos totales de operación (Jiménez Carabalí et al., 2013).

En el estudio de la problemática hay que tener en cuenta el diseño de pasillos, que estos normalmente suelen tener tres problemas como: diseño de la bodega, asignación de productos y buscar la mejor ruta que pueda tener un operador (Jiménez Carabalí et al., 2013)

El diseño de un layout eficiente y funcional es esencial en cualquier tipo de instalación, y las bodegas no son la excepción. Una bodega con un diseño óptimo permite aprovechar al máximo el espacio disponible, mejorar la productividad y

garantizar un flujo de trabajo eficiente en el almacenamiento y manejo de mercancías.

A lo largo de este proyecto, se utilizarán metodologías y técnicas de diseño espacial, como el análisis de flujo de materiales y la optimización del espacio. También se considerarán aspectos de seguridad y normativas vigentes para garantizar un entorno laboral seguro y cumplir con los estándares de calidad.

1.1 Descripción del problema

En el presente proyecto se utilizan las siguientes técnicas de recolección de información de procesos a mejorar y datos necesarios para proponer un diseño de layout de bodega para un centro de distribución:

- Entrevistas en el CEDI de la empresa con personal administrativo y operativo de la bodega para diagnóstico de necesidades y requerimientos.
- Registros electrónicos de datos en hojas de cálculo, archivos .csv y otros formatos con la información recopilada: características de pesos por niveles, capacidad máxima de almacenamiento, número de posiciones actual, layout de racks, planos arquitectónicos y estudio estructural de la bodega.
- Datos curados sobre movimiento de inventario, flujo de entrada y salida.

Como primer punto en la fase de levantamiento de información para conocer la problemática y/o necesidades del cliente, se realizó el recorrido a la bodega de zona ambiente y zona climatizada identificando el mapa de actores clave, para comprender los cargos que interaccionan en la bodega, sus tareas y responsabilidades. Adicional, se identificaron las zonas de carga y descarga de producto, detalles operativos y algunos puntos de mejora desde su perspectiva y experiencia con respecto al almacenamiento por la persona que atendió la visita.

Los principales detalles operativos que se evidenciaron son, la bodega se divide en 2 naves: la primera nave contiene 6 pasillos con estanterías selectivas, los racks que

están en los pasillos 1 y 5 son sismos resistentes, y los racks del resto de los pasillos son convencionales dobles y simples en la segunda nave se identifican 8 pasillos, en total 14 pasillos.

La capacidad actual es de 23.400 ubicaciones, en épocas de alta demanda el porcentaje de ocupación puede llegar hasta un 97% considerando el 3% como área de la bodega que no puede ser utilizada para almacenar producto, además, cuando se alcanza este nivel de ocupación, deben enviar sus productos a un centro de distribución más cercano, lo cual significa costos adicionales para la empresa.

Problema de Almacenamiento:

La bodega actualmente está experimentando dificultades en el almacenamiento de sus productos. Esto se traduce en una capacidad de almacenamiento insuficiente para acomodar la cantidad de productos que debe gestionar, lo que resulta en congestión y desorganización dentro de la bodega. Este problema se manifiesta en la dificultad para acceder rápidamente a los productos, aumenta los riesgos de daños y pérdidas, y puede llevar a errores en la gestión de inventario.

Además del problema de almacenamiento, la bodega también enfrenta desafíos en la gestión de la demanda durante períodos de alta demanda, como la temporada de Navidad y los periodos de regreso a clases. Durante estos momentos, la demanda de productos aumenta significativamente, lo que puede ejercer presión sobre los recursos de la bodega y dificultar la entrega puntual de productos a los clientes. Además, este aumento en la demanda puede llevar a retrasos en la entrega, agotamiento de inventario y una experiencia del cliente insatisfactorio.

Una característica a considerar durante el proyecto es la capacidad de peso por racks y de qué manera están distribuidos en los diferentes niveles.

Dentro de la bodega del centro de distribución, no todos los racks tienen la misma cantidad de niveles, ni la misma distancia entre cada nivel, es decir, esto dependerá de la categoría de producto que se almacene, índice de rotación, y la cantidad de

apilamiento. Así, evitar un deterioro en el producto final y que no provoque un rechazo en el mercado.

El objeto del presente trabajo es proponer un diseño de layout de bodega para un centro de distribución. Así incrementar el número de posiciones dentro del centro de distribución.

1.2 Justificación del problema

El diseño de layout efectivo para una bodega es esencial para optimizar el espacio disponible y mejorar la eficiencia en el almacenamiento y movimiento de mercancías, además, para implementarlo se debe regirse a algunas restricciones que toda empresa tiene, así como política interna y externa.

La empresa cuenta con una estructura de su bodega muy amplia, la cual podría aprovecharse con un estudio de sus instalaciones para aumentar el espacio disponible, y de este modo agregar más ubicaciones.

El objetivo sostenible para este proyecto es el número nueve que trata el tema de industria, innovación e infraestructura

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Rediseñar la bodega de un centro de distribución obteniendo un aumento en la cantidad de ubicaciones de almacenamiento de una empresa de consumo masivo ubicada en la ciudad de Guayaquil.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Identificar la situación actual de la bodega de un centro de distribución para mejorar el diseño de layout y flujos de trabajo utilizando el espacio y eficiencia operativa.

2. Diseñar un sistema de estanterías y disposición del espacio que permita el incremento de la capacidad del almacenamiento considerando la accesibilidad y la eficiencia en el manejo de mercancías.
3. Analizar la distribución de los productos en la bodega para entender su clasificación usando herramientas de análisis.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Marco conceptual

1.4.1.1 *Layout de Bodega*

Es el diseño o la distribución de la bodega sobre el plano, como paso previo a la ejecución del proyecto.

1.4.1.2 *Instalaciones dentro de la cadena de suministro*

Dentro de la cadena de suministro, las instalaciones son ubicaciones físicas desde y hacia las cuales se transportan las mercancías. En el correcto funcionamiento y en el desempeño competitivo de una empresa, dos instalaciones juegan un papel fundamental: la de producción y la de almacenamiento.

1.4.1.3 *Instalaciones de almacenamiento*

Las instalaciones de almacenamiento, o bodegas, son espacios dedicados al almacenaje de las mercancías de una empresa. Las bodegas regulan el tráfico de entrada y salida de productos gracias al desarrollo de procesos como la recepción de mercancías, almacenaje, preparación, consolidación y despacho de pedidos.

1.4.1.4 *Zonas de un almacén*

A continuación, se definen las principales zonas de un almacén:

1.4.1.4.1 Zona de recepción de mercancías

Verifica que los productos han sido recibidos en cantidades correctas y con los niveles de calidad adecuados. Después de estos controles, los productos son clasificados y enviados a la zona de almacenamiento.

1.4.1.4.2 Zona de almacenamiento de mercancías

El almacén mantiene los productos desde su llegada hasta que son despachados. Los productos suelen ser almacenados directamente en el suelo o en estanterías metálicas que ayudan a maximizar el espacio usado en el almacén.

1.4.1.4.3 Zona de preparación de mercancías o picking

El proceso de picking consiste en la selección y recolección de los productos del pedido de un cliente, abarca varias tareas a ejecutar tales como localización de los productos en el almacén, extracción y traslado hasta la zona de despacho.

1.4.1.4.4 Zona de despacho de mercancías

En la zona de despacho de mercancía se consolida todos los productos que pertenecen al pedido de un cliente, se protege la carga de acuerdo con el tipo de producto y etiqueta para proceder a entrega del cliente o en el transporte pertinente.

1.4.1.5 *Layout de almacén*

Se define al layout del almacén como la distribución óptima del espacio donde se ubicarán las estanterías y cuyo fin es hacer eficiente la gestión de las mercancías. El diseño óptimo de layout es el que cumple en su totalidad los requerimientos operacionales, pero tiene la capacidad de adaptarse a un futuro crecimiento siendo flexible, escalable y reduciendo costos para su adaptación (Richards, 2017).

1.4.1.6 Equipo de almacenamiento

Los equipos de almacenamiento que usan las empresas en sus bodegas dependen de las dimensiones, del peso y del tipo de producto que se esté manejando, así como del capital que estén dispuestos a invertir.

1.4.1.6.1 Almacenamiento directo en el piso

En ciertas ocasiones, donde las empresas no están en la capacidad de invertir en equipos de almacenamientos costosos y no manejan tantos SKU's o mercancías frágiles, usar el plano del almacén para los procesos de almacenamiento y picking es una estrategia aceptable hasta cierto grado. Una de las desventajas de este tipo de almacenamiento, es que se desaprovecha espacio en altura del almacén.

1.4.1.6.2 Estantería estándar o convencional para pallets

Este tipo de estantería o sistema de almacenaje es el más usado y nos permite llevar un almacenamiento de productos paletizados. Permite acceder a las unidades de carga establecidas por la empresa de manera más rápida y eficaz. Este sistema posibilita la combinación de picking de mercancías paletizadas y mercancías que se pueden cargar manualmente si se ubican en los niveles inferiores.

1.4.1.7 Muelle de carga

Es el espacio del almacén dedicado exclusivamente a la carga o descarga de las mercancías desde los transportes. Es necesario establecer el número correcto de muelles de carga para la bodega porque es donde inician o terminan los procesos de manejo de las mercancías. Su correcto diseño impacta directamente con la fluidez de los procesos dentro del almacén.

1.4.1.8 Equipo y maquinaria para el movimiento de las mercancías

1.4.1.8.1 Transpaleta

Es un equipo simple, pero muy usado para transportar mercancías, cuya conducción puede ser manual o con un motor eléctrico. Su función dentro de una bodega es el de transportar unidades de carga o pallets al nivel del suelo.

1.4.1.8.2 Montacargas

Vehículo con capacidad de mover, levantar o bajar cargas muy pesadas sin esfuerzo físico o manual del operador. A diferencia del transpaleta, el montacargas puede ser impulsado por motores de combustión, usando diésel o gas LP, y por motores eléctricos. Dependiendo del combustible, los montacargas pueden mover cargas de hasta 25 toneladas.

1.4.1.9 Flujo de las mercancías

Se define como el desplazamiento de las mercancías desde que entran al almacén hasta que salen para su respectivo despacho. Mientras más se minimice el desplazamiento de las mercancías, menos se incurre en costos y los tiempos de picking mejoran.

Es muy importante que la empresa conozca la rotación de sus productos. Los productos con rotación alta se ubicarán en zonas estratégicas y de fácil acceso para optimizar el flujo.

1.4.1.9.1 Tipos de flujos de mercancías

Flujo en U

La recepción y despacho de las mercancías se realiza por un mismo muelle o en muelles distintos, pero situados uno al lado del otro. La mercancía entra por el muelle de recepción, se almacena, se prepara para un pedido y se despacha por el mismo muelle o uno distinto situado continuamente.

Flujo en T

La recepción y despacho de las mercancías se realizan siempre en muelles distintos, pero ubicados uno frente al otro, en extremos opuestos. La mercancía entra por el muelle específico de recepción, se almacena, se prepara para un pedido y se despacha por otro muelle dedicado específicamente para esta actividad. Al estar frente a frente, en extremos puestos, el flujo de las mercancías forma un T.

Flujo en línea recta

La bodega está diseñada de tal manera que las zonas de despacho y recepción de mercancías están alejadas entre sí. Esto provoca que las mercancías sigan un flujo que no les permite pasar nuevamente por el centro de la bodega.

La desventaja de este flujo es que no es tan flexible; provoca que no haya acceso inmediato a las zonas de despacho o recepción.

1.4.2 Estado del arte

El diseñar el layout de una bodega es muy importante para las empresas que sobresalen, porque ellos saben que es una inversión necesaria que demanda investigación.

Este proyecto está basado en la investigación e información relevante sobre el diseño y la optimización del layout. Se revisa literatura existente relacionada con el aumento de ubicaciones en la bodega.

1.4.2.1 Optimal warehouse design: Literature review and case study application

Este estudio está basado en tres escenarios del layout de una bodega. Usando

Diseño de una bodega con reglas asociadas para obtener la relación de la matriz, métodos de un algoritmo de escalamiento multidimensional para mostrar la efectividad del diseño de la bodega, esto funciona minimizando un ítems respecto a otro mediante el proceso de orden de picking, también la clasificación de las rutas de preparación de pedidos en función de un vrp y la asignación de almacenamiento debe hacerse de acuerdo con las asociaciones de alternativas de consumo del cliente y diferentes políticas. Se demuestra los resultados obtenidos en la siguiente tabla Haga clic aquí para escribir texto..

1.4.2.2 *Improving order-picking operation through efficient storage location assignment: A new approach*

Este estudio, el cual cuenta con una amplia investigación, “Está relacionado con la preparación de pedidos, las asignaciones de almacenamiento y las estrategias de enrutamiento” (Wang et al., 2020, p. 2).

El objetivo es mejorar la preparación de pedidos mediante la asignación de mercadería a ubicaciones de almacenamiento. Usando un algoritmo de dos fases, que en la primera fase asigna artículos a los pasillos apropiados y en la segunda fase asigna artículos a las filas apropiadas, al principio se usa registro de datos→concepto→mecanismo de decisión de asignación, después se propone un enfoque basado en datos (DBA) que toma las decisiones de asignación siguiendo un→mecanismo de asignación. (DBA) administrador de base de datos con esfuerzos computacionales polinómicos de decisiones de asignación. Se usa mediante la comparación de datos reales y la del algoritmo, los pedidos históricos proporcionan muchos beneficios para mejores asignaciones de almacenamiento y el algoritmo DBA sigue los datos a asignar (Wang et al., 2020).

El Algoritmo propuesto es muy útil y práctico para desarrollar una asignación eficiente de la ubicación del almacenamiento, ya que: (a) sus datos de entrada son fáciles de obtener para las empresas; b) Tiene ventajas en cuanto al

rendimiento computacional y el tiempo de ejecución, especialmente en la solución de problemas a gran escala; c) Puede aplicarse a los almacenes de alto nivel (Wang et al., 2020).

1.4.2.3 Warehouse Layout Desing for an Automotive Raw Material Supplier

Hay dos fases principales en desarrollo del diseño, la categorización de productos y el diseño del layout. Usan un método para localizar los productos y las categorías de productos según la frecuencia de recolección así eso facilite el proceso del almacén. Se establecen tres formas para almacenar los productos, de forma aleatoria, por la rotación y por su volumen de ventas y llega a la conclusión que la mejor forma de distribución en recorrer menor tiempo de los productos para su almacenamiento es por su rotación, en cambio la asignación por clasificación tiene mejor tiempo total de operación (Phumchusri & Kitpipit, 2017).

1.4.2.4 The relevance of space analysis in warehouse management

El objetivo del estudio es demostrar que las bodegas son una fuente de ventaja competitiva y que un enfoque crítico al espacio disponible puede aumentar la capacidad con baja inversión. Para ello se utiliza como modelo una empresa y se hacen propuestas de mejora. En cuanto a la capacidad de almacenamiento, se tiene en cuenta un enfoque de volumen, tanto de los productos como de los bins. Además, se presentan oportunidades para lograr un mejor uso del espacio al sugerir contenedores adicionales o diferentes bins (Rebelo et al., 2021).

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

En este capítulo, se presentarán las técnicas y modelos utilizados para alcanzar los objetivos planteados. Para obtener una comprensión más profunda de la situación real de la empresa Nestlé. Durante visitas, se planteó interactuar directamente con los colaboradores responsables del área de bodega, lo que nos permitió recopilar información valiosa a través de entrevistas.

Además de las entrevistas, se nos proporcionaron datos históricos sobre el almacenamiento y despacho de productos, así como información detallada sobre las dimensiones de la bodega y la estructura de las estanterías. Para tener una representación visual precisa de la bodega, también se nos proporcionó un modelo en AutoCAD en 3D que reflejaba fielmente el formato real.

2.1 Técnicas de investigación

En el presente trabajo se aplicó técnicas de entrevistas estructuradas, porque permiten obtener información detallada y explorar perspectivas y experiencias individuales de los jefes del centro de distribución. También, la observación directa y sistemática de las situaciones o fenómenos en el entorno de trabajo, involucrarse en la actividad para obtener datos descriptivos y comprender la situación actual de las operaciones.

2.1.1 Levantamiento de información

Con estos datos se procedió hacer un análisis exhaustivo, para luego proponer mejoras del diseño y aumento de capacidad

- En la bodega se maneja un sistema FIFO, se prioriza la salida de los productos que llevan más tiempo almacenados.
- Se tiene una política de almacenamiento de un sistema caótico, es decir que el producto que llega se lo va a almacenar en cualquier ubicación estratégica que el sistema elija.
- Las dimensiones de la bodega del centro de distribución
- Sus políticas de inventario van cambiando de manera estratégica
- Ubicaciones actuales de la bodega
- Diseño actual de la bodega
- Dimensiones de los pasillos
- Cantidad de racks
- Cantidad de carretillas o montacargas
- Clasificación por zonas de la bodega
- Cantidad de stock actual
- Dimensiones del palet

2.1.2 Recopilación de los datos

En esta sección se describe los datos que se recopilaron de la clasificación por zonas de la bodega, las dimensiones y las ubicaciones que existen actualmente.

La figura 2.1 representa la bodega, que está dividida en cuatro secciones Ambiente1 (A1), Ambiente2 (A2), Climatizado1 (C1) y Climatizado2 (C2) como se muestra en la siguiente imagen.

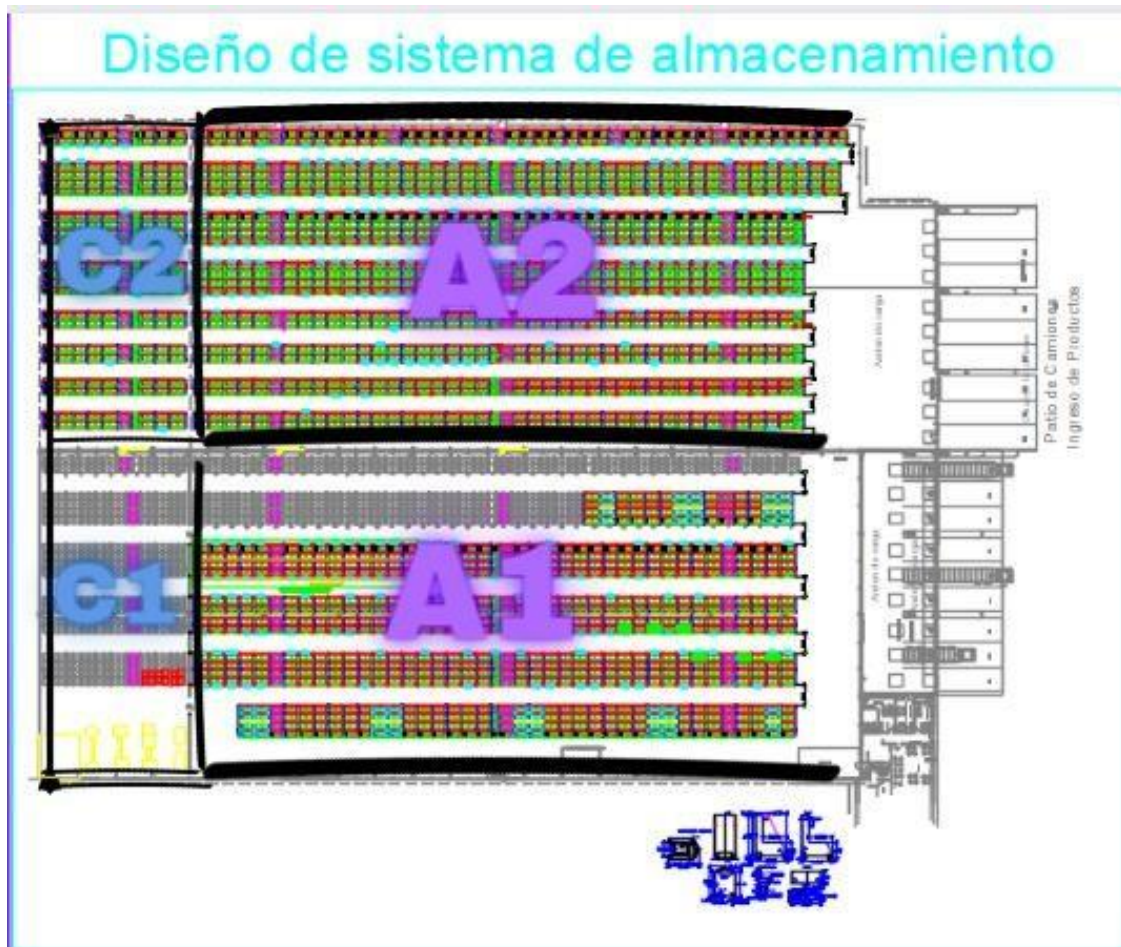


Figura 2.1 Layout de la Bodega por zonas

Fuente: (Autor).

Tabla 2.1 la tabla Dimensiones de la Bodega

Dimensiones de la Bodega		
Largo (m)	Ancho (m)	Area total (m^2)
131,65	111,85	14725,05

Fuente: (Elaboración propia)

Según la tabla 2.1 muestra las dimensiones totales de la bodega que son, el largo 131.65 metros y el ancho es de 111.85 metros por lo tanto tiene un Área total de 14725.05 metros cuadrados.

Tabla 2.2 Dimensiones de la bodega por zonas

	Dimensiones por zonas		
	Largo (m)	Ancho (m)	Area total (m ²)
Ambiente 1	107,88	59,45	6413,47
Ambiente 2	107,88	52,40	5652,91
Climatizado 1	23,77	59,45	1413,13
Climatizado 2	23,77	52,40	1245,55

Fuente: (Elaboración propia)

Tabla 2.3 Dimensiones de pallet

Medidas de palet (mm)	
Largo	Ancho
1000	1100

Fuente: (Elaboración propia)

Nota: Las dimensiones del pallet es de 1000 milímetros de largo por 1100 (mm) de ancho

Tabla 2.4 Dimensiones de racks selectivo simple

Rack selectivo simple	
Ancho (mm)	Profundidad (mm)
1200	1100

Fuente: (Elaboración propia)

Tabla 2.5 Dimensiones de racks selectivo doble

Rack selectivo doble	
Ancho (mm)	Profundidad (mm)
2300	2400

Fuente: (Elaboración propia)

2.1.2.1 División de la bodega por zonas

En el centro de distribución de consumo masivo, es común manejar una amplia gama de productos, incluyendo alimentos perecederos, bebidas, productos lácteos y otros artículos sensibles a la temperatura. La zona climatizada se destina para productos que requieren un control estricto de la temperatura, como refrigeración o congelación, para mantener su frescura y calidad.

Por otro lado, existen productos que no requieren condiciones de temperatura especiales y pueden almacenarse en una zona ambiente. La división de la bodega en una zona climatizada y una zona ambiente permite optimizar los recursos energéticos y reducir los costos operativos.

Los datos de las ubicaciones actuales se encuentran en las siguientes tablas, que incluyen la cantidad de racks, pasillos y el total de ubicaciones en cada pasillo.

Estos datos son esenciales para el análisis y la planificación de la bodega, porque permiten una visión clara de la distribución espacial y la capacidad de almacenamiento actual.

Tabla 2.6 Ambiente 1

pasillo	Número de Racks	Numero de ubicaciones
1	1	714
2	2	1812
3	2	2034
4	2	1872
5	2	1710
6	2	1548

Fuente: (Elaboración propia)

La tabla 2.3 nos indica que en esa zona hay 6 pasillos, la cantidad de 11 racks y el número de ubicaciones, dando como resultado total 9690 ubicaciones

Tabla 2.7 Ambiente 2

pasillo	Número de Racks	Numero de ubicaciones
7	1	316
8	2	632
9	2	880
10	2	632
11	2	1592
12	2	2224
13	2	2120
14	2	1702

Fuente: (Elaboración propia)

La tabla 2.4 nos indica que en esa zona hay 8 pasillos, la cantidad de 15 racks y el número de ubicaciones, dando como resultado un total de 10098 ubicaciones.

Tabla 2.8 Climatizado 1

pasillo	Número de Racks	Numero de ubicaciones
102	1	178
103	2	416
104	2	356
105	2	356
106	2	344

Fuente: (Elaboración propia)

La tabla 2.5 nos indica que en esa zona hay 5 pasillos, la cantidad de 9 racks y el número de ubicaciones, dando como resultado un total de 1650 ubicaciones.

Tabla 2.9 Climatizado 2

pasillo	Número de Racks	Numero de ubicaciones
107	1	87
108	2	174
109	2	240
110	2	174
111	2	261
112	2	348
113	2	348
114	2	348

Fuente: (Elaboración propia)

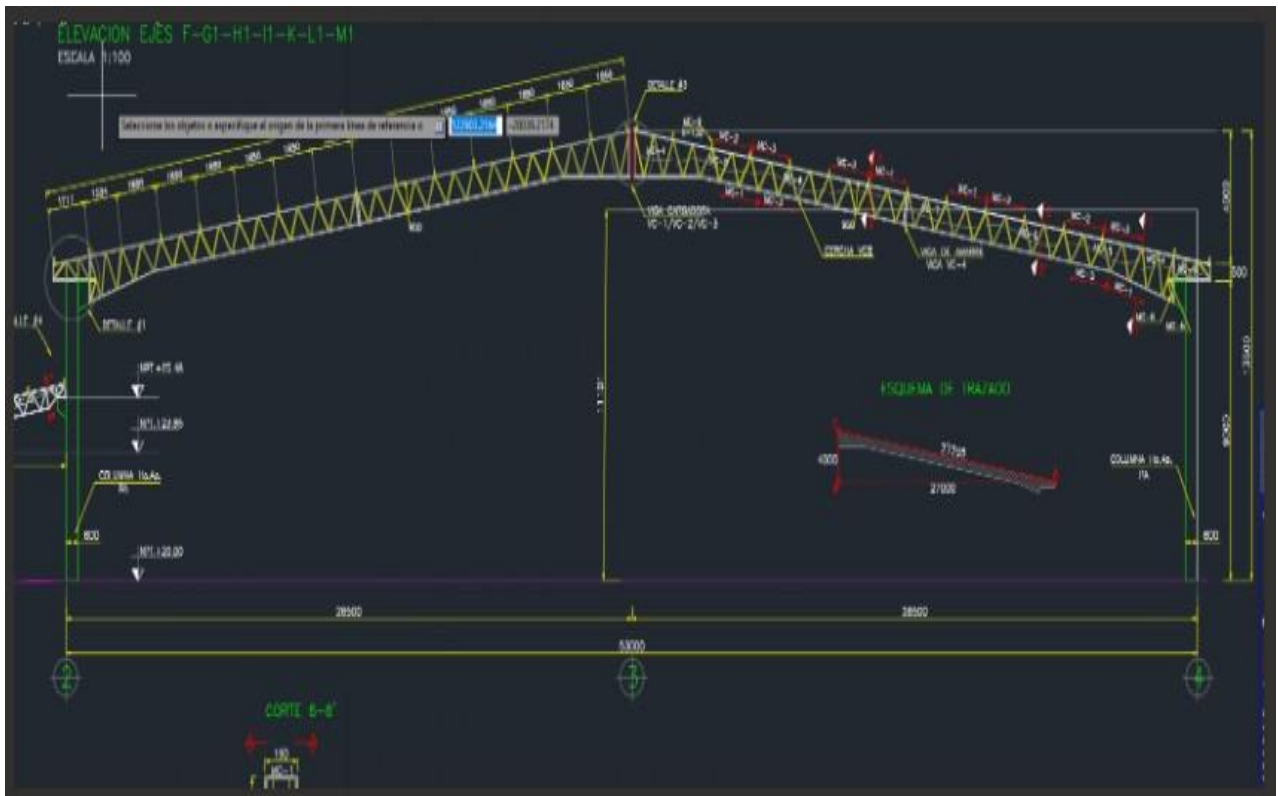
La tabla 2.6 nos indica que en esa zona hay 8 pasillos, la cantidad de 15 racks y el número de ubicaciones, dando como resultado 1980 ubicaciones

2.2 Análisis de la información levantada

La configuración del techo de la bodega tiene diferentes alturas. Por lo tanto, los racks deben adaptarse a estas alturas para ajustarse adecuadamente al espacio disponible.

Cada rack tiene una capacidad de carga máxima que puede soportar. Esta capacidad está determinada por la resistencia y la calidad de los materiales utilizados en la construcción del rack. Debido a que los racks pueden variar en su capacidad de carga, también pueden variar en altura para garantizar que puedan soportar el peso de los objetos almacenados sin comprometer su integridad estructural.

En el plano 2.1 se visualiza la configuración del techo, la medida en el centro es de aproximadamente 11 metros y a las esquinas 6 metros que se utilizan para su almacenamiento.



Plano 2.1 configuración del techo

Fuente: (EDEHSA, n.d.)

Con el análisis de las dimensiones de la bodega del centro de distribución se pretende encontrar los puntos claves para cumplir nuestro objetivo, que es el aumento de ubicaciones para una mayor capacidad de almacenamiento.



Figura 2.2 Layout de la Bodega en Autocad

Fuente: (EDEHSA, S.A)

Se analiza la distribución de los productos en la bodega para entender su clasificación, la cual se maneja con un sistema de almacenamiento caótico. Cada producto debe contar con un código o etiqueta única que permita su localización rápida y precisa dentro del almacén. La clasificación puede basarse en características como tamaño, peso, rotación, compatibilidad o cualquier otro criterio relevante para la gestión del inventario, esto se lo hace de manera estratégica.

Se pueden incluir la frecuencia de acceso a cada producto, la duración del tiempo en almacenamiento, las ubicaciones más comunes, entre otros. El análisis de estos datos puede revelar tendencias y patrones que ayuden a optimizar la ubicación y distribución de los productos dentro de la bodega.

En sistemas de almacenamiento caótico, es importante optimizar las rutas de recogida de productos. Mediante el análisis de los patrones de movimiento y la agrupación de productos según la frecuencia de acceso, se pueden diseñar rutas de recogida más eficientes, minimizando la distancia recorrida y el tiempo empleado.

2.3 Descripción de los modelos

2.3.1 Propuesta 1

La propuesta de rediseño se centra en mejorar la eficiencia y la utilización del espacio, especialmente en la zona de ambiente1 y climatizado 1. Para conseguirlo, se propone reducir los pasillos que actualmente miden de ancho 3.33 a 2.7 metros para agregar un rack selectivo simple y que por cada pasillo pueda pasar una carretilla elevadora retráctil con pantógrafo.

Estas carretillas elevadoras pueden trabajar en pasillos más estrechos que los equipos convencionales, con anchos de pasillo de entre 2.5 y 2.7 metros. Esto significa que el espacio necesario para los pasillos se reduce significativamente, lo que permite aumentar el número de estantes, por lo tanto, la capacidad de almacenamiento de la bodega.



Figure 2.3 Carretilla retráctil

Fuente: (Jungheinrich)

Además, estas carretillas alcanzan más de 10 metros de altura, lo que facilita aprovechar la altura del almacén y proporciona espacio adicional para almacenar verticalmente. En consecuencia, para aprovechar al máximo esta capacidad de elevación.

Tabla 2.5 medidas de carretilla trilateral

Medidas básicas		
Descripción	valores	unidades
Ancho total	1770	mm
Longitud total	3665	mm
Ancho de pasillo	2700	mm
palet	1000x1200	mm
Peso propio	3700	kg
Capacidad de carga	2000-2500	kg

Fuente: (Jungheindrch)

Nota en esta tabla se encuentran las medidas de la carretilla obtenidas de la tabla técnica de la empresa Jungheindrch

En esta propuesta se plantea reducir los pasillos en la zona de ambiente 1 para agregar estanterías o racks, las nuevas dimensiones de los pasillos son en la zona de ambiente 1 son de 1.8 metros con esto se pretende aumentar dos racks selectivos doble y un pasillo cercano a la recepción de 3 metros. Se observa en la figura 2.4 y 2.5.

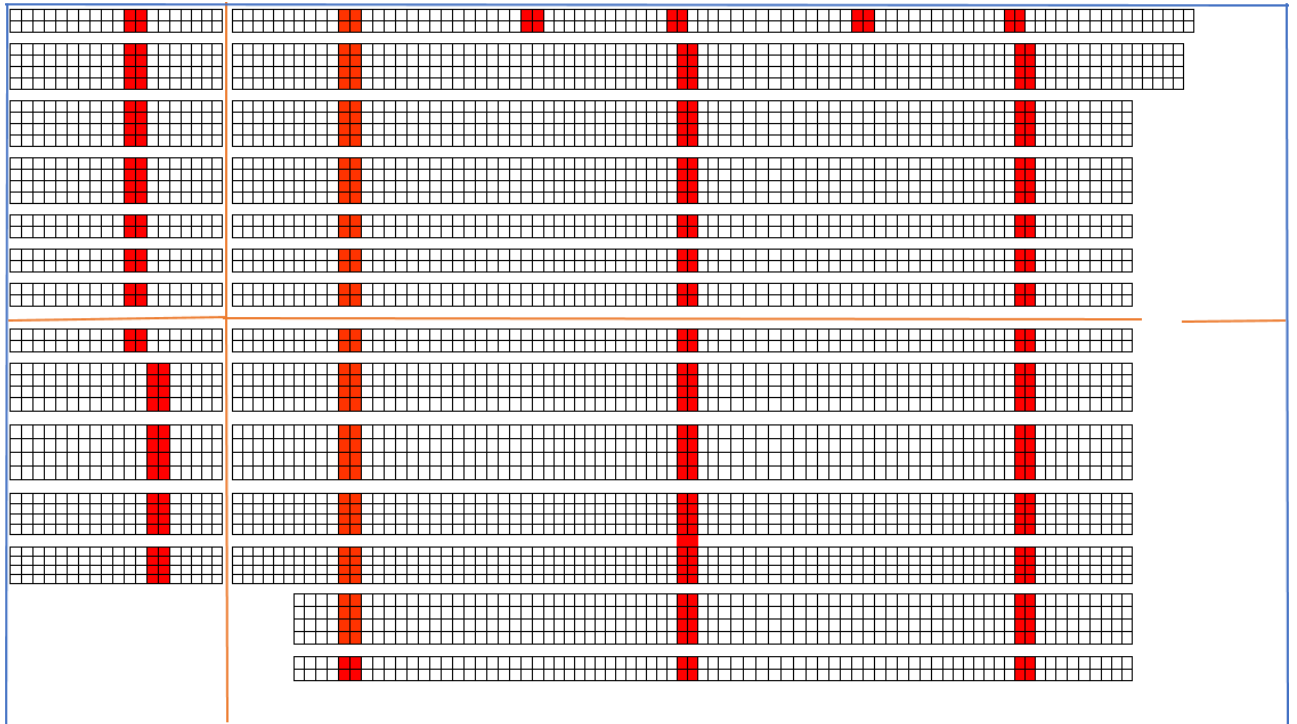


Figure 2.4 Propuesta del diseño 1

Fuente: (Elaboración propia)

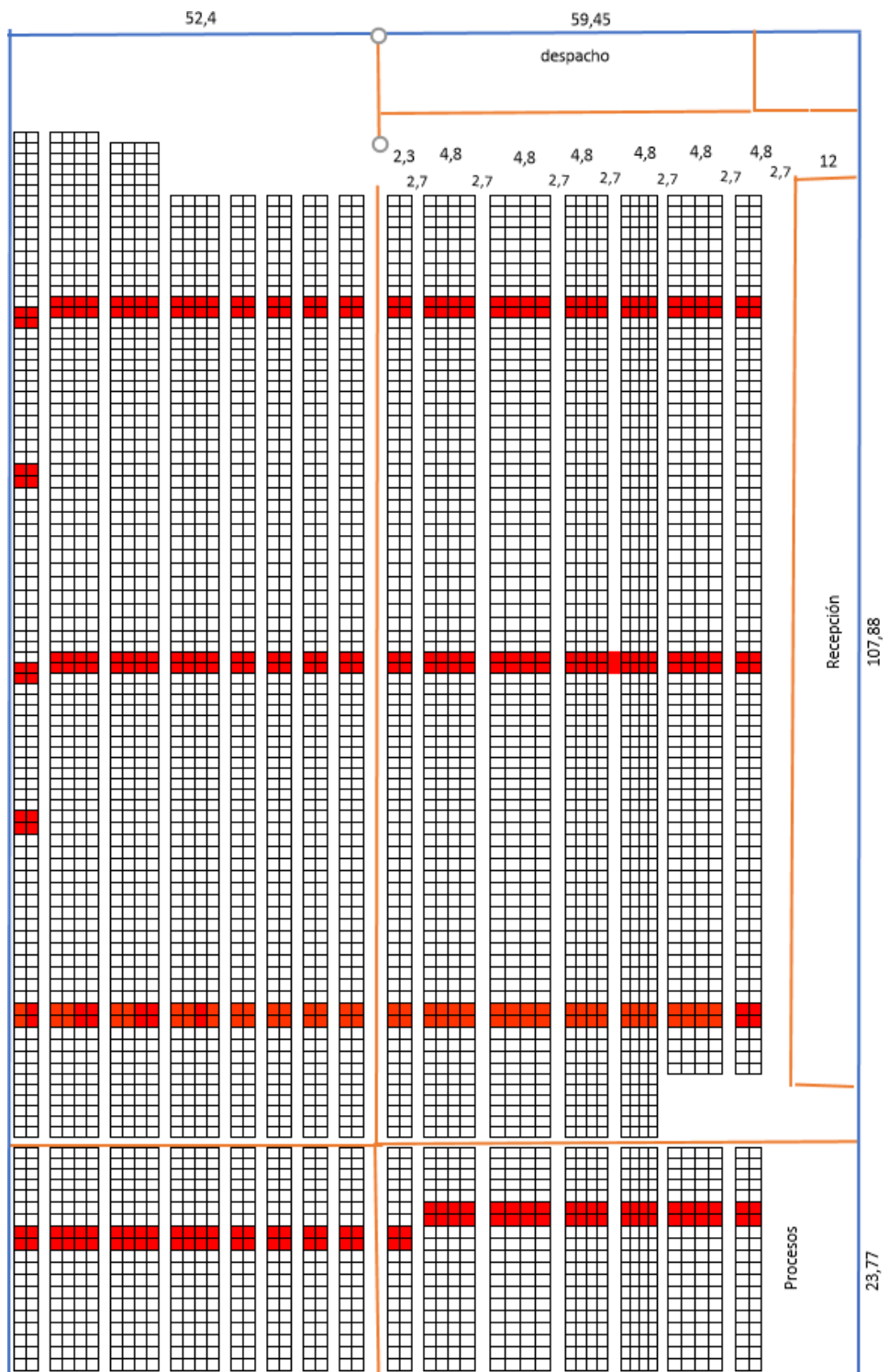


Figura 2.5 Diseño del modelo

Fuente: (Elaboración Propia)

2.3.1.1 VENTAJAS

Mayor eficiencia del espacio: Al reducir los pasillos y utilizar montacargas retráctiles, se optimiza el uso del espacio en la zona de ambiente 1. Esto permite aumentar el número de estanterías y la capacidad de almacenamiento de la bodega.

Aprovechamiento de la altura: Los montacargas retráctiles pueden alcanzar más de 10 metros de altura, facilitando la altura del almacén. Esto proporciona espacio adicional para el almacenamiento vertical y maximiza la capacidad de la bodega.

Mayor flexibilidad: pueden adaptándose a las necesidades específicas de la operación y permitiendo una mayor eficiencia en los desplazamientos.

2.3.1.2 Desventajas

Costo de implementación: La implementación de montacargas retráctiles y la adaptación de la sección de ambiente 1 pueden implicar un costo inicial significativo. Es necesario invertir en la adquisición de los equipos y posibles modificaciones en la infraestructura de la bodega.

Requerimientos de capacitación: El personal encargado de operar deberá recibir una capacitación adecuada para familiarizarse con las características y el funcionamiento de estos equipos. Esto puede requerir tiempo y recursos adicionales.

Limitaciones de espacio en pasillos estrechos: Aunque los montacargas retráctiles trabajan en pasillos más estrechos que los equipos convencionales, aún hay limitaciones en cuanto a espacio de maniobra. Es importante asegurarse de que los pasillos cumplan con los requisitos de seguridad y permitan un movimiento sin restricciones de los montacargas.

Mantenimiento y posibles averías: Al ser equipos más especializados, pueden requerir un mantenimiento más riguroso y pueden estar sujetos a posibles averías. Esto implica contar con un plan de mantenimiento adecuado y un personal de mantenimiento capacitado.

2.3.2 Propuesta 2

La propuesta se centra en aumentar las ubicaciones en la bodega mediante el estudio de la estructura de estanterías tradicionales de simple y doble profundidad. Este método es adecuado para zonas específicas de la bodega, como ambiente 1, climatizado 1 y climatizado 2.

Un estudio de la estructura del rack es esencial para determinar la factibilidad de agregar niveles adicionales en estas áreas. Esto significa tener en cuenta la altura del techo disponible de la bodega, ya que se pueden agregar pisos adicionales en áreas de mayor altura y reducir la capacidad de carga o el peso.

El aumento del número de niveles de estanterías permite un uso eficiente del espacio vertical disponible en el almacén. Al agregar niveles adicionales, la capacidad de almacenamiento se puede aumentar sin ocupar más espacio en el piso.

Es importante mencionar que la capacidad de carga y peso de los niveles adicionales se ajustará de acuerdo a las características estructurales y de seguridad de la bodega. Se realizarán análisis detallados para determinar la capacidad de carga máxima que se puede añadir en cada nivel adicional, garantizando la integridad estructural de la instalación y la seguridad de los productos almacenados.



Figura 2.6 Estructura de racks

Fuente: (Empresa Nestlé)

2.3.3 Propuesta 3

Compactación de productos

La clasificación de productos es un paso crucial en el proceso de compactación y optimización en un centro de distribución. Agrupar los productos en categorías o

familias en función de sus características comunes permite identificar oportunidades para maximizar el uso del espacio de almacenamiento y mejorar la eficiencia operativa.

Al clasificar los productos, se pueden considerar diversas características relevantes, como el tamaño, la rotación, la compatibilidad y otros atributos específicos de cada industria. se pueden clasificar según su tamaño físico, capacidad de almacenamiento, características técnicas y requerimientos de embalaje.

La agrupación de productos similares facilita la identificación de patrones y tendencias que pueden ayudar a optimizar la compactación en el centro de distribución. Al reunir productos con características comunes, es posible determinar cómo se pueden apilar o colocar de manera eficiente para maximizar la utilización del espacio.

Una vez que se han clasificado los productos, se pueden utilizar técnicas de optimización para determinar la mejor forma de compactarlos dentro de cada categoría o familia. Esto puede implicar el uso de algoritmos que consideren restricciones específicas, como la compatibilidad entre productos, para encontrar configuraciones óptimas que minimicen el espacio desperdiciado y maximicen la capacidad de almacenamiento.

2.4 Uso de software

2.4.1 Microsoft Excel

Una herramienta muy útil de una hoja de cálculo, que además permite realizar representaciones visuales y análisis de datos.

Este software es una herramienta muy útil en la representación visual de las tablas y los bocetos del layout de la bodega. Utilizando esta herramienta, pudimos crear representaciones gráficas de la distribución física de los Racks dentro de la bodega.

Además de su capacidad para generar representaciones visuales, el software permite realizar un análisis detallado de los productos almacenados. Utilizamos las funciones y características del software para registrar y organizar información relevante, como el tamaño, la altura, el peso de los racks y las dimensiones. Esta recopilación de datos nos proporcionó una visión completa de las características comunes y las variaciones que se puede implementar.

2.4.2 Herramienta de diseño Canvas

Puede usarse para crear representaciones donde proporcionan un lienzo digital y una amplia gama de herramientas para la edición de imágenes. Además, representaciones de los procesos que se están siguiendo.

2.5 Consideraciones éticas y legales

Normativas legales

La organización cuenta con la norma ISO 26000, que establece: promover la estrategia de responsabilidad social en los negocios, mejorar las competencias empresariales, y mejorar el impacto ambiental, económico y social

Cumplimiento normativo: Los centros de distribución deben cumplir con las siguientes normas y leyes aplicables al Ecuador en materia de almacenamiento de mercancías: Normas de Seguridad en el Trabajo, Normas de Protección contra Incendios y Protección del Medio Ambiente. En este proyecto se analizó las dimensiones actuales de la bodega y se consideró los espacios necesarios para un correcto funcionamiento.

Se firmó un contrato de confiabilidad con la empresa, la cual consiste en que toda la información brindada se maneje de forma discreta y solo para uso del beneficio de la empresa y de los estudiantes.

Control de acceso: El centro de distribución debe contar con un sistema de control de acceso para evitar el acceso no autorizado a las áreas de almacenamiento. Esto puede incluir medidas como vallas, puertas cerradas, cámaras de vigilancia y sistemas de registro de visitantes.

Manipulación y almacenamiento adecuados: Se deben seguir prácticas seguras al manipular y almacenar mercancías. Es importante asegurarse de que los productos estén debidamente etiquetados, empaquetados y almacenados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Además, evite condiciones que puedan dañar el producto, tales como: B. Exposición a la humedad, altas temperaturas o productos químicos incompatibles.

Educación y Capacitación: Los empleados que trabajan en los centros de distribución deben estar debidamente capacitados en las normas de seguridad y prácticas de almacenamiento. Esto incluye capacitación en la operación segura del equipo de manejo de materiales, procedimientos de seguridad de emergencia y uso adecuado del equipo de protección personal.

ISO 14001: Esta norma se centra en la gestión ambiental, ayudando a las organizaciones a establecer sistemas para minimizar el impacto ambiental de sus operaciones.

ISO 45001: Anteriormente conocida como OHSAS 18001, esta norma aborda la gestión de la salud y la seguridad en el trabajo, asegurando un ambiente laboral seguro y saludable.

Normas técnicas

DIN EN 15635: Norma Europea que regula los Sistemas de Almacenamiento Estático - Aplicación y mantenimiento de estos Sistemas de Almacenamiento

Normativas Éticas

Se firmó un contrato de confiabilidad, de ambas partes involucradas, así evitar la divulgación de la información de la empresa y manejo discreto de los datos.

En el ámbito económico aumentar las ubicaciones es una tarea crucial para optimizar las operaciones logísticas y garantizar la capacidad de respuesta ante las demandas cambiantes del mercado, asegurando así una gestión eficiente del inventario y mejorando la satisfacción del cliente.

Considera el impacto ambiental de las actividades que se realiza en las operaciones y manejo de los desechos con buenas prácticas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente

El factor social respetar los derechos humanos, promover la igualdad y la diversidad en todas las interacciones con los empleados. Se evita prácticas que puedan perjudicar a grupos vulnerables

Se explora varias propuestas con sus ventajas y desventajas tanto en el económico como tiempo de ejecución.

2.6 Fases del proyecto

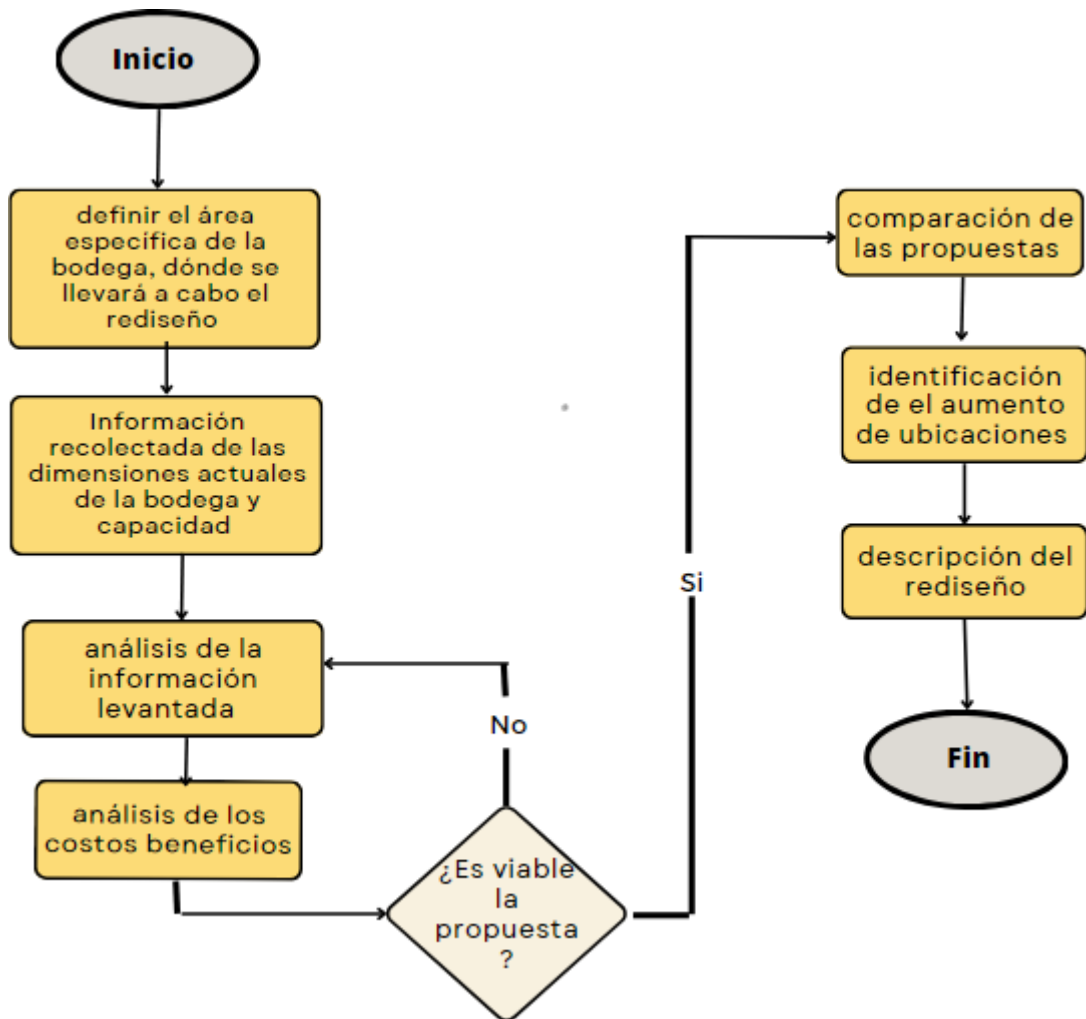


Figura 2.7 Fases de proyecto

Fuente: (elaboración propia)

2.7 Cronograma de trabajo

Cronograma de trabajo																							
Actividades	Mayo				Junio												Julio						
	4	19	20	23	1	3	5	7	11	15	23	25	26	28	30	1	3	5	8	10	11	13	
Reunión lanzamiento de proyecto	■																						
Reunión jefe de Bodega		■	■																				
Visita técnica a las instalaciones			■	■																			
Análisis de datos (ubicaciones actuales)				■	■	■	■	■	■	■													
Análisis de las dimensiones de la bodega								■	■	■	■	■	■	■									
Propuestas del layout												■	■	■	■	■							
análisis de la propuesta																■	■	■	■	■			
descripción de la propuesta																				■	■	■	
validación de la propuesta con el jefe de Bodega																						■	■

Figura 2.8 Cronograma de trabajo

Fuente: (elaboración propia)

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Análisis de resultados

3.1.1 Resultados propuesta 1

La propuesta 1 nos muestra el porcentaje de aprovechamiento del área de almacenamiento que cambia con respecto a la actual, en las siguientes tablas.

Tabla 3.1 áreas de diferentes zonas con la propuesta

	Largo	Ancho	Área
Area Bodega	131,65	111,85	14725
zona oficina	15	18	270
zona montacraga	10	12	120
zona procesos	23,45	25	586
Área Total (At)			13749
Bodega Ambiente			
Zona de recepción	77	12	924
Zona de despacho	95	15	1425
pasillos de 2,7 :A1	87	2,7	234,9
pasillos de 2,7 :A2	87	2,7	234,9
pasillos de 3	80	2,7	216
pasillos de 3 despacho	90	3	270
Bodega Climatizado			
pasillos de 2,7 C1	23	2,7	62,1
pasillos de 2,7 C2	23	2,7	62,1

Fuente: (elaboración propia)

Tabla 3.2 totales de áreas de diferentes zonas

Área recepción	Ar	924
Área despacho	Ad	1425
Área de pasillo	As	4644
		6993

Fuente: (elaboración propia)

$$\text{Aprovechamiento del área} = \frac{\text{área útil}}{\text{área total}} * 100\% \quad (3.1)$$

Al aumentar el número de ubicaciones, se logra un mayor porcentaje del área de aprovechamiento, lo que representa una mejora significativa para el almacenamiento. Esta optimización permite obtener una mayor eficiencia en el almacenamiento de recursos, lo cual es beneficioso para el rendimiento y la capacidad de almacenamiento en general.

Tabla 3.3 comparación porcentaje de aprovechamiento del área

área de aprovechamiento actual			área de aprovechamiento propuesta 1		
Área útil	AU	6388	Área útil	AU	6756
Área total	At	13749	Área total	At	13749
		46%			49%

Fuente: (elaboración propia)

Adquirir carretillas o montacargas retráctiles para disminuir los pasillos nos beneficia.

Aumento en la capacidad de almacenamiento: Si el rediseño permite aumentar la capacidad de almacenamiento de la bodega, esto puede traducirse en la posibilidad de almacenar más inventario y, por lo tanto, atender una mayor demanda. El beneficio esperado aquí sería el incremento en las ventas y, en consecuencia, en los ingresos generados por esa capacidad adicional.

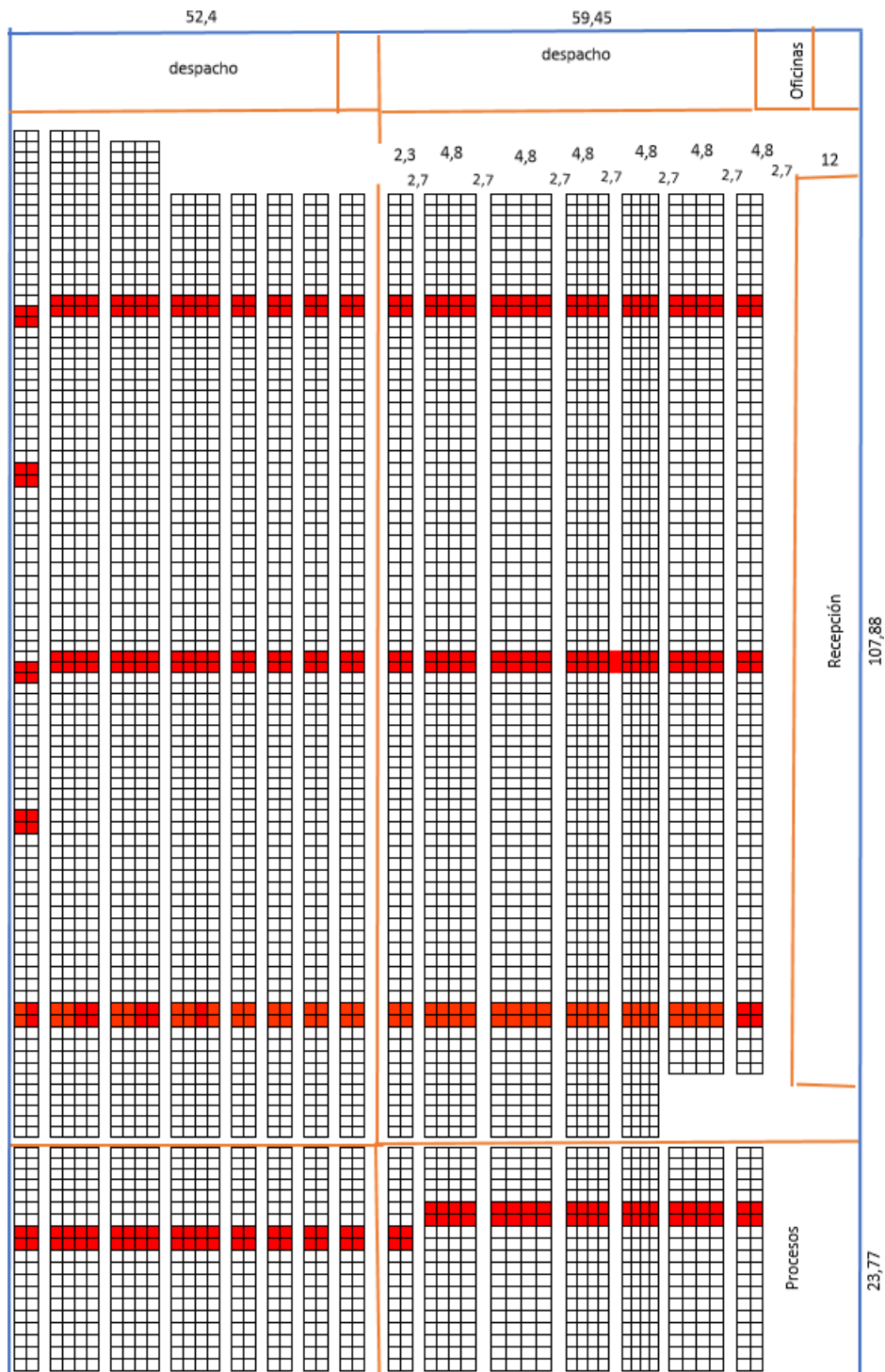


Figura 3.1 layout de la propuesta 1

Fuente: (elaboración propia)

Tabla 3.4 cantidades aumentadas

Ambiente 1 actual	10414		
Ambiente 1 propuesto	11128	714	6%
Climatizado 1 actual	1670		
Climatizado 1 propuesto	1848	178	10%
Total		892	

Fuente: (elaboración propia)

Las ubicaciones aumentadas son en la zona de ambiente 1 con un 6% con respecto a esa zona y climatizado 1 con un 5%.

-

Se presenta proyecciones detalladas de los costos a lo largo de diferentes períodos, como trimestres o años, dependiendo de la duración del proyecto.

Tabla 3.5 costos de inversión

	cantidades	costos uni	ineversión
ubicaciones	892	\$ 197,57	\$ 176.232,44
montacarga retráctiles	4	\$ 54.000,00	\$ 216.000,00

Fuente: (Elaboración propia)

Tabla 3.6 Costos proyectados

	Costos
costo de mover una estantería	\$ 76.578,13
costo de adquirir montacarga	\$ 216.000,00
estantería	\$ 176.232,44
Total	\$ 468.810,57

Fuente: (Elaboración propia)

3.1.2 Resultados de la propuesta 2

La altura actual de los racks en las zonas de ambiente1 y ambiente2 en promedio la altura es 8.47 metros este dato no sirve para sacar el porcentaje de aprovechamiento de la altura. Además, la altura máxima para el almacenamiento es de 11 metros excepto en Los dos primeros pasillos y los dos últimos el porcentaje de aprovechamiento de la altura es de 77%.



Figure 3.3 Altura de los racks

Fuente: (elaboración propia)

Nota: existen 14 pasillos y en cada pasillo hay dos racks excepto en el primer pasillo

La altura de los racks depende del peso máximo que puede soportar cada nivel por lo general se usan los siguientes pesos como máxima capacidad en cada nivel, el total del peso que soporta la estructura es de 5700 kg

Tabla 3.7 redistribución propuesta de los pesos

Pasillo 6	Pesos max (KG)	
nivel	rack 1	rack 2
0	1300	1300
1	1300	1300
2	1300	1300
3	1000	1000
4	800	800
Total	5700	5700

Fuente: (elaboración propia)

El peso promedio de los productos por categorías es 400 kilogramos y el máximo peso que se tiene es de 1 tonelada o 1000 kilogramos, para abordar este proyecto requiere un enfoque integral que considere los aspectos técnicos, operativos y logísticos para lograr una redistribución exitosa de pesos y ubicaciones

Rediseño de la distribución

Si la disposición actual de ubicaciones no es eficiente, se podría replantearla para optimizar el uso del espacio y la capacidad de carga. Esto se haría agrupando productos con pesos similares o distribuir los productos pesados de manera uniforme en los niveles más bajos.

Reevaluación de las restricciones

Si existen restricciones de ubicación debido a la naturaleza de los productos, por ejemplo, algunos productos deben almacenarse juntos o separados por motivos de seguridad, el sistema toma en cuenta estas restricciones al redistribuir los pesos.

Con el aumento de niveles en algunos racks el promedio de la altura es 8.78 metros
 Con ello podemos calcular el porcentaje de aprovechamiento de la altura. Que sería de un 80% es decir, un aumento del 3% que son 1140 ubicaciones con una altura de 1 a 1.15 metros del nivel adicional.

Tabla 3.7 total ubicaciones propuesta 2

pasillo	ubicaciones	rack doble o simple	
3,1	81	2	162
3,2	81	2	162
4,1	81	2	162
4,2	81	2	162
12,1	82	2	164
12,2	82	2	164
13,1	82	2	164
TOTAL			1140

Fuente: (elaboración propia)

Las nuevas distribuciones de los pesos se dan en base a los pesos del pallet almacenados que no sobrepasen el peso máximo de almacenamiento por nivel esto aplica para los racks que están en los pasillos 3, 4, 12 Y 13

Tabla 3.8 pesos redistribuidos con la propuesta

Pasillo 6	Pesos max (KG)	
	rack 1	rack 2
0	1100	1100
1	1100	1100
2	1100	1100
3	1000	1000
4	800	800
5	650	650
Total	5750	5750

Fuente: (elaboración propia)

La propuesta de aumento de niveles en algunos de los racks nos deja un promedio de aprovechamiento de la altura de un 80%, es decir un aumento de 3% con respecto a la altura actual.



Figure 3.4 Altura de la propuesta 2

Fuente: (elaboración propia)

El enfoque de realizar una sola inversión durante el primer año para cubrir los costos asociados con la implementación del proyecto de aumento de ubicaciones y redistribución de pesos en el sistema de logística y transporte tiene varias ventajas significativas.

Al concentrar la inversión en el primer año, se facilita la transición completa hacia la nueva estructura, es importante tener en cuenta que la realización de una única inversión también presenta desafíos potenciales. Puede requerir una planificación exhaustiva y una evaluación precisa de los recursos financieros necesarios. Además, asegurarse de que los beneficios proyectados del proyecto se materialicen de manera efectiva es fundamental para garantizar que la inversión valga la pena.

Tabla 3.9 costos

Descripción	Cantidad	Uni. Medida	Precio	Total
viga	1140	Unidad	\$ 34,95	\$ 39.843,00
poste	29	Unidad	\$ 135,44	\$ 3.927,76
Empalme	285	Unidad	\$ 26,00	\$ 7.410,00
mano de obra	1	global	\$ 1.160,00	\$ 1.160,00
vinchas	285	unidad	\$ 0,12	\$ 34,20
			Total	\$ 52.374,96

Fuente: (elaboración propia)

Se hizo un presupuesto con el proveedor de la empresa, con lo cual se cotizó el costo de material para las 1140 ubicaciones, con un total de \$52374,96 dolares.

3.1.3 Propuesta 3

La cantidad de espacio que se puede desocupar mediante la compactación de productos depende de varios factores:

Tipo de producto

Los productos con formas y tamaños uniformes pueden ser más fáciles de compactar. Los productos irregulares o frágiles podrían tener limitaciones en términos de cuánto pueden ser comprimidos de manera segura.

Tipo de estanterías

La disposición de las estanterías y la forma en que los productos se almacenan en ellas afectan la capacidad de compactación.

Métodos de organización

Etiquetar correctamente los productos, agruparlos de manera eficiente y usar métodos de picking adecuados pueden contribuir a una mejor compactación.

Consideraciones de seguridad

Es importante asegurarse de que la compactación no comprometa la integridad de los productos ni la seguridad del personal que interactúa con ellos.

La cantidad de espacio liberado puede variar ampliamente según estos factores. En algunos casos, la compactación puede liberar un 15% o más del espacio originalmente ocupado, mientras que en otros casos podría ser menos significativa.

3.1.4 Costos de alquilar una bodega

La elección entre aumentar ubicaciones y alquilar una bodega dependerá de diversos factores, como los objetivos comerciales, el alcance geográfico deseado, la inversión disponible, la naturaleza de tus productos o servicios y las necesidades logísticas. Esto se planteará para hacer una comparativa entre propuestas planteadas.

La siguiente tabla muestra el costo de alquiler de una bodega, se necesita tener en promedio al menos 1000 pallets para 2 meses el costo de cada posición en el mercado es de \$8.50. El costo de transporte cuesta \$120.00 y cada camión lleva 20 pallets. Con una inversión total de \$14500.00 dólares en el año se tendría que alquilar 6 veces dando un total de \$87000.00 dólares.

Tabla 3.10 costos de alquiler

costos de alquiler			
descripcion	costo unidad	cantidad	total
posiciones	\$ 8,50	1000	\$ 8.500,00
transporte	\$ 120,00	50	\$ 6.000,00
			\$ 14.500,00
mes		6	\$ 87.000,00

Fuente: (elaboración propia)

3.1.5 Comparación entre la propuesta elegida y el costo de alquiler de una bodega

Se plantea que la empresa alquila 2 veces al año una bodega lo cual implica costos y se hace una proyección a 5 años lo cual se muestra en la siguiente tabla el costo de las posiciones \$19380 en el primer año el costo de transporte \$13680 y el costo del salario de 2 operadores \$4000 durante el primer año, un total de \$37060 para el primer año y \$61256 en el quinto año.

Tabla 3.11 proyección de los costos de alquiler

	Año1	Año2	Año3	Año4	Año5
		\$ 37.060,00	\$ 43.109,00	\$ 49.158,00	\$ 55.207,00
posiciones	\$ 19.380,00				
transporte	\$ 13.680,00				
salario	\$ 4.000,00	\$ 6.049,00	\$ 6.049,00	\$ 6.049,00	\$ 6.049,00
	\$ 37.060,00	\$ 43.109,00	\$ 49.158,00	\$ 55.207,00	\$ 61.256,00

Fuente: (elaboración propia)

En la figura 3.5 la línea naranja muestra el costo de la inversión de la propuesta 2 y una proyección en el tiempo para recuperar la inversión con respecto a alquilar una bodega durante 5 años



Figura 3.5 comparación entre propuesta elegida y Alquilar una bodega

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Se identificó la situación actual de la bodega con las técnicas de recolección de datos para ver las oportunidades de aumentar su capacidad con una comparación de varias propuestas y elegir una que minimice los costos y los tiempos de ejecución.

Para el aumento de los niveles de algunos racks se distribuyó los pesos máximos que se permitían actualmente en cada nivel y para ello se tomó en cuenta el peso promedio del pallet.

Posible limitación en el aumento de capacidad: Aumentar los niveles de las estanterías puede tener un límite en términos de cuánto espacio adicional se puede crear antes de que la estructura sea insegura o ineficiente, se basó en el estudio estructural de la empresa para saber cuánto es el peso máximo permitido.

Se realizó un cuadro comparativo de los costos de la propuesta elegida y el alquiler de una bodega en un periodo de 5 años.

Recomendaciones

- Para trabajo futuros se prevé la unión de las dos propuestas y conseguir un mayor aumento de ubicaciones si se plantea un

crecimiento a largo plazo de almacenamiento en la empresa con una cantidad de 1462 ubicaciones en total.

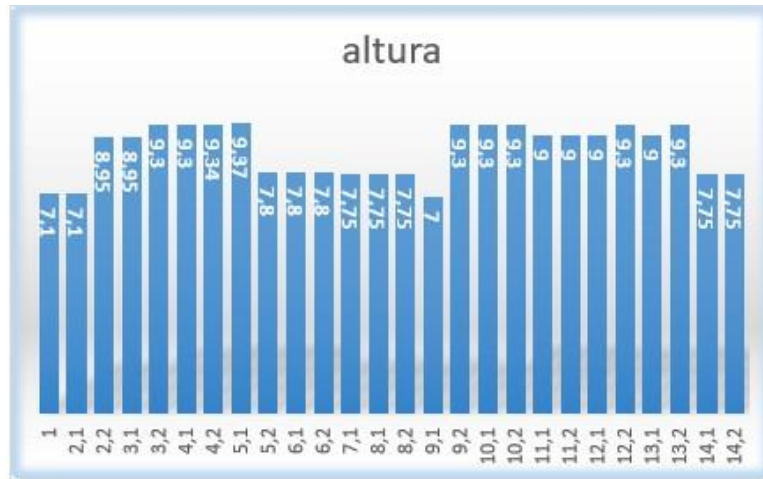
- La posibilidad de conseguir montacargas Raymond trilateral con horquilla telescópica para pasillos estrechos.
- Se plantea hacer un estudio de implementar Montacargas tipo torre bilaterales, para esto se necesita una ampliación del techo para aprovechar la altura que estos montacargas tienen.
- Luego de implementar el aumento de niveles en las estanterías hay que realizar un seguimiento continuo para evaluar su eficacia.

BIBLIOGRAFÍA

- Chopra, S., Meindl, P., Fernandez Molina, A. S., & Carril Villarreal, M. del P. (2008). *Administración de la cadena de suministro : estrategia, planeación y operación*. EDEHSA. (n.d.). EDEHSA – Estructuras de Hierro. Retrieved July 11, 2023, from <https://edehsa.com/>
- Jacyna, M., Lewczuk, K., & Kłodawski, M. (2015). TECHNICAL AND ORGANIZATIONAL CONDITIONS OF DESIGNING WAREHOUSES WITH DIFFERENT FUNCTIONAL STRUCTURES. *Journal of KONES Powertrain and Transport*, 22(3). <https://doi.org/10.5604/12314005.1165971>
- Jiménez Carabalí, V. J., Manotas Duque, D. F., & Villota García, R. M. (2013). Configuración de pasillos en centros de distribución basada en modelos no tradicionales: Modelo espina de pescado. *Entramado*, 9(1), 214-225. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-38032013000100014&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Phumchusri, N., & Kitpipit, P. (2017). Warehouse layout design for an automotive raw material supplier. *Engineering Journal*, 21(7), 361-387. <https://doi.org/10.4186/EJ.2017.21.7.361>
- Rebelo, C. G. S., Pereira, M. T., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., & Sá, J. C. (2021). The relevance of space analysis in warehouse management. *Procedia Manufacturing*, 55(C), 471-478. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2021.10.064>
- Richards, G. (2017). *Warehouse management: a complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse*. Kogan Page Publishers.
- Wang, M., Zhang, R. Q., & Fan, K. (2020). Improving order-picking operation through efficient storage location assignment: A new approach. *Computers & Industrial Engineering*, 139, 106186. <https://doi.org/10.1016/J.CIE.2019.106186>
- Yener, F., & Yazgan, H. R. (2019). Optimal warehouse design: Literature review and case study application. *Computers & Industrial Engineering*, 129, 1-13. <https://doi.org/10.1016/J.CIE.2019.01.006>

APÉNDICES

altura	
1	7,1
2,1	7,1
2,2	8,95
3,1	8,95
3,2	9,3
4,1	9,3
4,2	9,34
5,1	9,37
5,2	7,8
6,1	7,8
6,2	7,8
7,1	7,75
8,1	7,75
8,2	7,75
9,1	7
9,2	9,3
10,1	9,3
10,2	9,3
11,1	9
11,2	9
12,1	9
12,2	9,3
13,1	9
13,2	9,3
14,1	7,75
14,2	7,75



promedio	8,50
	11
	77%

Figura 4.1 estadísticas de la altura

APÉNDICE A

Tabla 4.1 pesos de la zona ambiente 2

Pasillo 10	Pesos max (KG)	
	rack 1	rack 2
nivel		
0	P	P
1	1100	1100
2	1100	1100
3	1000	700
4	1000	700
5	800	600
Total	5000	4200

Pasillo 11	Pesos max (KG)	
	rack 1	rack 2
nivel		
0	P	1100
1	1100	1100
2	1100	1100
3	700	1000
4	700	800
5	600	650
6	-	350
Total	4200	6100

Pasillo 12	Pesos max (KG)	
	rack 1	rack 2
nivel		
0	1100	1100
1	1100	1100
2	1100	1100
3	1000	1000
4	800	800
5	650	650
6	350	
Total	6100	5750

Pasillo 13	Pesos max (KG)	
	rack 1	rack 2
nivel		
0	1100	1100
1	1100	1100
2	1100	1100
3	1000	1000
4	800	800
5	650	650
6	350	
Total	6100	5750

Pasillo 14	Pesos max (KG)	
	rack 1	rack 2
nivel		
0	1100	1100
1	1100	1100
2	1100	1100
3	1000	1000
4	800	800
Total	5100	5100

Posiciones	1140		altura poste	aumento	aumentos por postes
			11,5	1,15	10
		precio	2 posiciones		
viga	\$ 34,95		\$ 69,90	570	\$ 39.843,00
poste	\$ 135,44		28,5		\$ 3.860,04
placa base	\$ 26,00		285		\$ 7.410,00
mano de obra					
vinchas	\$ 0,12		285		\$ 34,20
					\$ 51.147,24