



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

**PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE UNA BODEGA DE
PRODUCTOS NO PERECIBLES**

PATRICIA ROCÍO FLORES MARIÑAS

Actividad de graduación para optar al grado de:

Magíster en Ingeniería Industrial

Profesor supervisor:

ALEJANDRO MAC CAWLEY

Santiago de Chile, Setiembre 2019

© 2019, Autor (PATRICIA FLORES)



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

**PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE UNA BODEGA DE
PRODUCTOS NO PERECIBLES**

PATRICIA ROCÍO FLORES MARIÑAS

Informe presentado a la comisión integrada por los profesores:

ALEJANDRO MAC CAWLEY

ELBIO AVANZINI

SERGIO MATURANA V.

Actividad de graduación para optar al grado de:

Magíster en Ingeniería Industrial

Santiago de Chile, Setiembre 2019

Dedicado a mis padres, por su amor y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios porque con él todo es posible.

Agradezco a mis padres Germán Flores y Dora Mariñas; y a mi hermana Jessica Flores, por su cariño y apoyo.

Agradezco a PRONABEC (Perú), que me permitió cursar esta maestría y vivir grandes experiencias.

Agradezco a mi profesor supervisor Alejandro MacCawley, por su continuo soporte en todo el proceso de elaboración de este trabajo.

Agradezco a todo el equipo administrativo del MII: Carmen Harambour, Marcela Berrios, Ángela Saba y Claudia Berrios, por su ayuda incondicional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	viii
CAPITULO 1	10
1.1. INTRODUCCIÓN	10
1.2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	12
1.2.1 Estructura de la empresa	12
1.2.2 Recepción	13
1.2.3 Almacenamiento	14
1.2.4 Picking	15
1.2.5 Despacho	16
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	23
1.4.1. Objetivo general	23
1.4.2. Objetivos específicos	23
1.5. Justificación del estudio	23
1.6. Alcance del estudio	24
CAPITULO 2	25
MARCO TEÓRICO	25
2.1. Operaciones en el Almacén	25
2.2. Perfil de actividad mensual	27
2.3. Perfil de actividad de la semanal	27
2.4. Almacenamiento compartido	28
2.5. Almacenamiento dedicado	28
2.6. Almacenamiento en piso	28
2.7. Perfil de Actividad de SKU	29

2.8. Apiladores	31
CAPITULO 3	32
METODOLOGÍA	32
CAPÍTULO 4	33
DESARROLLO	33
4.1 RECOPIACIÓN DE DATOS E INFORMACIÓN DEL PROBLEMA	33
4.1.1. Comportamiento de las órdenes de pedido	33
4.1.2. % Utilización de mano de obra	34
4.1.3. Perfil de SKU (Cálculo de popularidad)	35
4.1.4. Sistema de manipulación de pallets actual	36
4.1.5. Control de tiempos de Recepción	37
4.1.6. Control de tiempos de traslado de productos en el picking (Despacho)	39
4.1.7. Posicionamiento actual de los productos (Sistema y tipo de almacenamiento)	41
4.1.8. Ubicación actual de los productos	42
4.1.9. % Utilización del almacén	44
4.1.10. Sistema de preparación de pedidos para el despacho de productos	45
4.1.11. Alquiler de vehículos en despacho	47
4.2 ANÁLISIS DE DATOS E IMPLEMENTACIÓN PROPUESTAS DE MEJORA	48
CAPITULO 5	57
5.1. CONCLUSIONES	57
5.2 TRABAJOS FUTUROS	59
5.3 BIBLIOGRAFÍA	60
5.4 ANEXOS	61
Anexo 1. Estadísticas de posicionamiento de cada producto	61
Anexo 2. Órdenes de pedido del cliente	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla - 1. Organigrama de Empresa Corporación MRL	13
Tabla - 2. Modo de almacenamiento y asignación de espacio	15
Tabla - 3. Tiempo de viaje para ubicar los productos, Ubicación en base al peso versus popularidad	21
Tabla - 4. Características del Apilador Walkie.....	31
Tabla - 5. Tabla Posicionamiento de productos	41
Tabla - 6. % Utilización del almacén	44
Tabla - 7. Costo anual de contratación de camiones para despacho.....	47
Tabla - 8. Tiempo de traslado de pallets usando Apilador Walkie – Picking	53
Tabla - 9. Tiempo de entrega en preparación en almacén versus preparación en cliente. ...	55
Tabla - 10. Ahorro en días de despacho en la situación actual vs propuesta)	55
Tabla - 11 Ahorro anual de contratación de camiones, con la mejora implementada.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Carretillas manuales usadas para el transporte de productos	14
Figura 2. Paletizado de productos.....	19
Figura 3. Pallet con productos luego del paletizado.....	19
Figura 4. Tiempo de paletización y despaletización en el picking de productos	19
Figura 5. Números de viaje en carretilla - Picking.....	20
Figura 6. Tiempo total de espera por semana de despacho	20
Figura 7. Preparación de pedido en destino.....	20
Figura 8. Dos productos diferentes en un mismo carril.....	21
Figura 9. Utilización de horas hombre	22
Figura 10. Flujo de materiales en un almacén.....	25
Figura 11. Distribución de tiempos de las actividades en la etapa de picking.....	26
Figura 12. Distribución de órdenes de pedido mensual.....	33
Figura 13. Distribución órdenes de pedido semanales.....	34
Figura 14. % Utilización de horas hombre- (% HH utilizadas/ HH disponible).....	35
Figura 15. Distribución de la popularidad anual por producto.....	36
Figura 16. Sistema de manipulación de pallets - Carretilla manual.....	37
Figura 17. Paletizado en recepción.....	38
Figura 18 . Horas semanales en traslados y paletizado/ despaletizado.....	38
Figura 19. Horas anuales en traslado y paletizado/ despaletizado.....	38
Figura 20. Traslado de productos	39
Figura 21. Paletizado (armado de pallets en el camión).....	39
Figura 22. Despaletizado	39
Figura 23. Horas semanales traslado, paletizado/ despaletizado.....	40
Figura 24. Horas anuales en traslado y paletizado/ despaletizado.....	40
Figura 25 Número de viajes para trasladar los pallets hacia la zona de despacho.....	40
Figura 26. Bloqueo de una posición a la otra (2 productos en 1 carril) Fuente: Elaboración propia.....	41
Figura 27. Vista superior del almacén (1er piso) –Ubicación actual de cada producto	43
Figura 28. Fotografía del almacén antes de recepción de los productos	44

Figura 29. Número de destinos de provincia y locales.....	45
Figura 30. Búsqueda del producto, contabilización y descarga manual.....	46
Figura 31. Productos despachados al cliente.....	46
Figura 32. Preparación de órdenes provincias. Embalados en sacos.	46
Figura 33. Tiempo de preparación de órdenes en el local del cliente versus Almacén.....	47
Figura 34 Carril conteniendo un sólo SKU	49
Figura 35. Vista superior del almacén (1er piso) – Ubicación óptima y carriles mixtos	51
Figura 36. Sistema de manipulación de pallets - Apilador Walkie	52

RESUMEN

El presente trabajo muestra la problemática de una microempresa, del rubro de almacenamiento y distribución, respecto a la eficiencia operacional en sus procesos y a su presupuesto limitado. El propósito buscado en este trabajo es optimizar las operaciones de la empresa para generar ahorros que le permitan incrementar su utilidad y lograr su subsistencia a través del tiempo.

La problemática se abarcó, a través de una metodología que consiste en la recopilación de los datos, análisis de datos para determinar si se está haciendo un uso óptimo de los recursos y en el planteamiento y/o implementación de mejoras, las cuales se basaron en la revisión bibliográfica.

Las propuestas de mejoras en el tipo de almacenamiento, sistema de manipulación de pallets, reposicionamiento de los productos y en la preparación de órdenes de pedidos, generaron resultados positivos, se obtuvo ahorros de tiempo de más del 45 % en diferentes actividades que involucran la operación más crítica del todo sistema de almacenamiento, el picking. También se generaron ahorros del 8 % de los costos en la contratación de personal temporal y 38.5% en los costos en alquiler de camiones. Las mejoras también tienen un impacto positivo en el clima laboral y en la generación de condiciones seguras de trabajo.

Puedo decir que las deficiencias del proceso se atribuyen a que el negocio se diseñó sólo en base a la experiencia que tuvieron los dueños en la venta de abarrotes al por menor en un mercado y no en la administración de almacenes. Por lo cual, las mejoras planteadas, no involucraron una inversión significativa, sino, la aplicación de conceptos de Logística y Cadena de suministro.

En suma, muchas Mipymes diseñan sus procesos de manera empírica, sin considerar los aspectos técnicos del negocio, tal como lo fue el almacén en estudio, por ello, en el presente trabajo se ha demostrado que para diseñar un almacén se debe considerar los principios básicos de almacenamiento para así lograr un proceso eficiente.

Palabras claves: Microempresa, optimización, picking, almacén

ABSTRACT

This document shows the problem of a micro-enterprise, of the storage and distribution industria, regarding the operational efficiency in its processes and its limited budget. The purpose sought in this work is to optimize the company's operations to generate savings that allow it to increase its usefulness and achieve its subsistence over time.

The problem was covered, through a methodology consisting of data collection, data analysis [to determine if optimal use of resources is being made] and in the approach and / or implementation of improvements, which were based on the bibliographic review.

The proposals for improvements in the type of storage, pallet handling system, product repositioning and in the preparation of orders, generated positive results. Time savings of more than 45% were obtained in different activities that involve the operation most critical of the entire storage system, picking. Savings of 8% of the costs in hiring temporary staff and 38.5% in the costs of truck rental. The improvements also have a positive impact on the work environment and the generation of safe working conditions.

I can say that the shortcomings of the process are attributed to the fact that the business was designed only based on the experience that the owners had in the sale of retail groceries in a market and not in the administration of warehouses. Therefore, the improvements raised, did not involve a significant investment, but the application of logistics and supply chain concepts.

In sum, many MIPYMES design their processes empirically, without considering the technical aspects of the business, such as the warehouse under study, therefore, in this work it has been shown that to design a warehouse, the basic principles of storage must be considered to achieve an efficient process.

Keywords: Micro-enterprise, optimization, picking, warehouse

CAPITULO 1

1.1. INTRODUCCIÓN

Los almacenes son los puntos en la cadena de suministro donde el producto se guarda y es manipulado. Esto consume espacio y tiempo (horas-persona), los cuales son un gasto (Bartholdi & Hackman, 2014). Es por ello, que las empresas deben lograr eficiencia operacional para reducción de los costos. Siendo aún más desafiante para las Mipymes (Micro y pequeña empresa)

En Perú, según un informe elaborado por el Ministerio de la Producción, las Mipymes contribuyen a la economía del país, a través de la generación de empleo, éstas emplean alrededor del 60% de la Población económicamente activa, sin embargo, existen limitaciones en sus procesos, ya que presentan una baja productividad. En la misma línea, la Cámara de Comercio de Arequipa en Perú reportó que el 39.8% de las Mipymes, son empresas de subsistencia, cuyos ingresos permiten cubrir por lo general, las necesidades básicas de sus dueños; como alimentación, vivienda, educación, etc.; siendo negocios que no tienen posibilidad de generar utilidades e incrementar su productividad. Es por ello, la importancia de lograr la eficiencia en los sistemas, proveedores y logística para que ayuden a las Mipymes a incrementar el margen de la empresa de tal manera que contribuyan a su crecimiento.

El presente trabajo se realiza a una Microempresa peruana CONSORCIO MRL dedicada al almacenamiento y distribución de productos no perecibles para el consumo humano. La empresa tiene como clientes a programas de alimentación escolar de entidades públicas.

Su principal cliente, es una entidad del estado, quién representa el 95% de las ventas y por ser una entidad pública, la empresa se debe ceñir estrictamente a sus protocolos y cumplir una serie de requisitos que hace el proceso burocrático.

El proceso de almacenamiento y distribución ha sido diseñado bajo prueba/error, en base a la experiencia del gerente general en la distribución de productos al por menor en un mercado. Actualmente CONSORCIO MRL, debido a la adquisición de un nuevo local, tiene un presupuesto muy limitado, mano obra sobre utilizada y existe dificultades para cumplir con

los tiempos de entrega dentro de la jornada laboral. Se debe tener en cuenta que cualquier incumplimiento en los estándares de calidad y/o plazos puede generar significativas penalidades monetarias o afectar la continuidad de la empresa como proveedor del Estado.

Los desafíos que tiene esta microempresa, es asegurar que los productos se entreguen en los plazos establecidos y dentro de la jornada laboral, así como lograr la reducción de los costos operacionales. Es por ello, que en el presente trabajo se analizará los datos disponibles de la empresa, para identificar la problemática y proponer mejoras que ayuden a la Mipyme a optimizar sus recursos y reducir los costos, para que así, CONSORCIO MRL pueda ser una empresa rentable y sostenible en el tiempo.

1.2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

CONSORCIO MRL es una Microempresa familiar fundada en el 2015, ubicada en la provincia de Chincha, departamento de Ica, Perú. Se inició en el negocio de venta de abarrotes al por menor, y actualmente es una Mipyme dedicada al almacenamiento y distribución de productos no perecibles para el consumo humano.

Debido al crecimiento del negocio, la empresa decidió invertir en la compra de un terreno, para el desarrollo de sus operaciones, por el cual, en diciembre del 2018, adquirió un local de 800 mts² destinados para el almacenamiento y distribución.

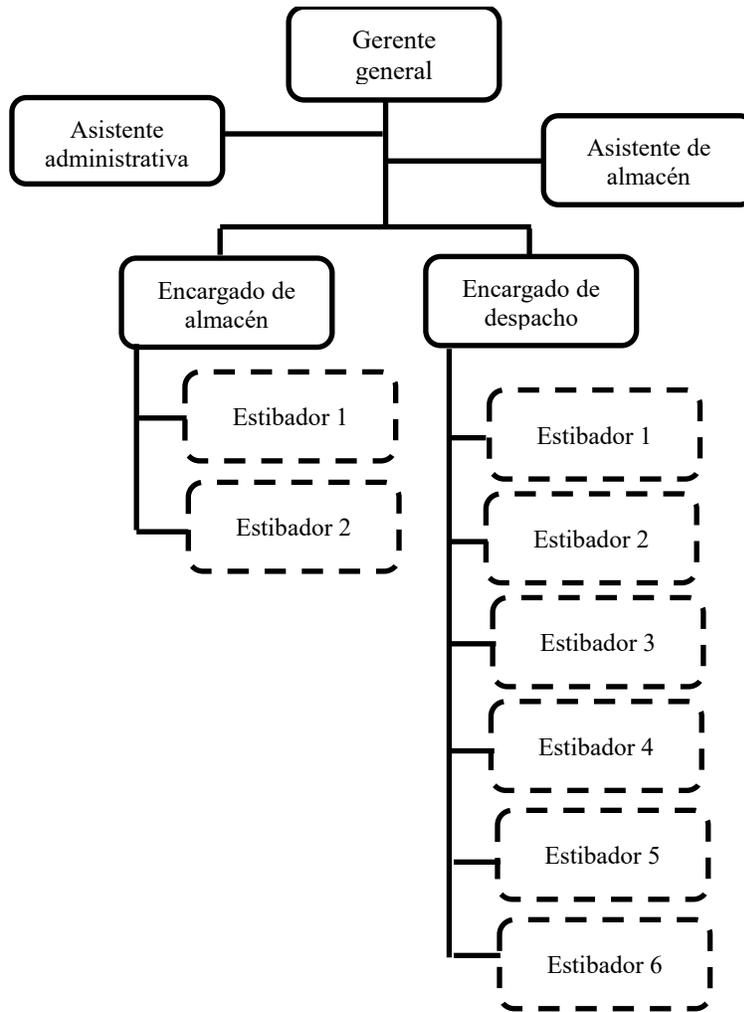
La Empresa maneja alrededor de 42 SKU, trabajando con 15 proveedores que le abastecen de los productos. Su principal cliente representa el 95% de sus ventas, siendo éste una entidad pública, quien establece las fechas de inspección del producto y de despacho (cinco últimos días de cada mes).

La planificación es make to order. Las cantidades que se compran a los proveedores son las que se despacharán en el mes, por lo que, generalmente no existe inventario del producto en el almacén.

1.2.1 Estructura de la empresa

La estructura de la empresa es jerárquica, en la Tabla N°1 se muestra el organigrama. Actualmente CONSORCIO MRL requiere contratar personal temporal para poder atender sus operaciones de recepción y despacho. Este personal representa el 55% del personal total, existiendo dificultades su contratación, ya que éstos priorizan los trabajos a largo plazo, y lo que ofrece Consorcio MRL es un contrato por cinco días. La contratación de personal temporal es debido a que existe una ventana de tiempo, donde la carga laboral es baja, primera y tercera semana de cada mes, por lo que tener personal fijo incrementaría los costos.

Tabla - 1. Organigrama de Empresa Corporación MRL



Fuente: Elaboración propia

1.2.2 Recepción

Los productos se reciben la segunda semana de cada mes, ya que el cliente realiza una inspección de lo que se va a despachar en esa semana según contrato.

Para la recibir los productos se usa una carretilla manual, mostrada en la Figura N° 1, el uso de esta carretilla hace necesaria el despaletizado y paletizado del producto para poder transportarlo, esto genera un incremento en el número de viajes.

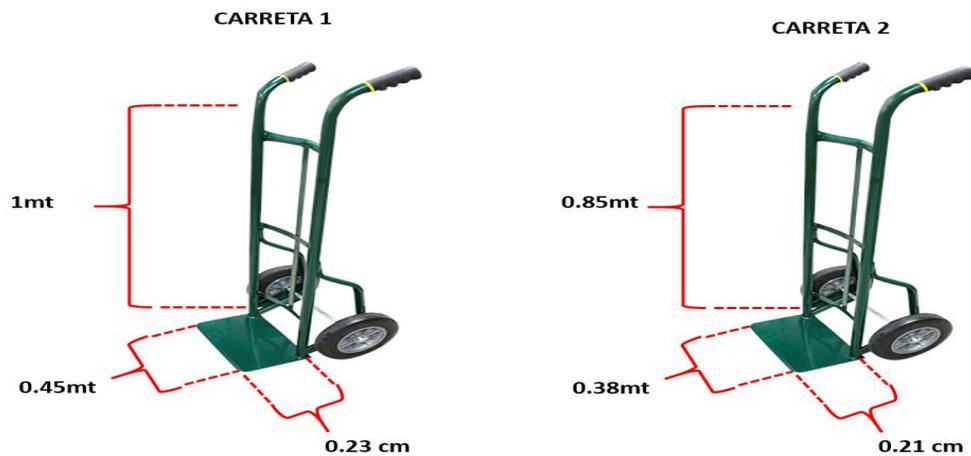


Figura 1. Carretillas manuales usadas para el transporte de productos

Fuente: Elaboración propia

Descripción del proceso de recepción

- El asistente de almacén verifica que el producto que se recibe coincida con la orden de compra.
- El asistente de almacén y dos estibadores inician la descarga del producto, un estibador está en el camión y despaletiza el producto (para que pueda ser transportado en la carretilla) y el otro estibador recibe el producto para colocarlo en la carretilla y llevarlo hacia el almacén, realizando los viajes que sean necesarios para transportar todo el producto contenido en el pallet.
- El estibador, ubica el producto en la posición designada dentro del almacén y paletiza el producto dentro del almacén.
- El asistente del almacén realiza la inspección visual y envía un mail de conformidad al proveedor.

1.2.3 Almacenamiento

El área de almacenamiento es de 483 m². El criterio de ubicación de los productos es de acuerdo al peso, los más pesados están en la zona más accesible. Todos los productos están almacenados en pallets, estos pallets se encuentran fijos en cada posición y los productos se van paletizando dentro del almacén a medida que se vaya recepcionando el

producto. El sistema y tipo de almacenamiento se muestra en la Tabla N°2. Además, debido a que no todos los productos se reciben y despachan todos los meses (sólo el 50% de los productos), estos varían de posición, lo que genera que no haya un aprendizaje en la ubicación de los productos por parte del personal, incrementando los tiempos de búsqueda de productos dentro del almacén.

Tabla —2. Modo de almacenamiento y asignación de espacio

Sistema de almacenamiento	Tipo de Almacenamiento
Pallet en piso	Compartido

Fuente: Elaboración propia

Descripción del proceso de almacenamiento

- Los productos de mayor peso y/o dificultad para traslado se ubican cerca de la zona de despacho y los de menor peso o de fácil manejo alejados de la zona de despacho.
- Una vez ubicado el producto en su posición, el estibador paletiza el producto en el pallet fijo que se encuentra en cada posición del almacén.

1.2.4 Picking

Para la recolección de pedidos se debe tener en cuenta el acta de entrega, documento en el cual se especifica los productos que deben ser entregados a cada cliente.

Todo el traslado de los productos hacia el camión se hace usando las carretillas manuales (Figura N°1). En las actividades del picking existen reprocesos, ya que los productos son despaletizados, en el almacén, para poder transportarlos y luego vuelven a paletizarse en el camión.

Existen dos tipos de destinos: locales y provincia. Para los destinos de provincias (8% del total de destinos), se hace una preparación de pedidos en el almacén: se preparan paquetes individuales, según acta de entrega, cada uno contiene el total de productos a entregar por cliente. Para destinos locales (92%), se carga en el camión todos los

productos a entregarse en el día de reparto, según programación, sin diferenciar el destino y cliente. Luego, en el local de cada cliente se prepara cada pedido.

Descripción del proceso de picking

El encargado de despacho elabora el programa diario de despacho.

Pick para destinos locales

- El estibador carga y traslada al camión todos los productos indicados en el programa de despacho diario.
- Se cargan cajas cerradas y para completar la cantidad se abren cajas o paquetes.
- El asistente de almacén verifica que las cantidades cargadas estén correctas.

Pick para destinos provincia

- En base al acta de entrega, se arman paquetes individuales por destino
- El estibador carga al camión los paquetes armados
- El asistente de almacén verifica que las cantidades cargadas estén correctas.

1.2.5 Despacho

El despacho se realiza la cuarta semana de cada mes, esta frecuencia de despacho es una condición del cliente. Se debe realizar dentro de las fechas límites indicadas por el cliente, ya que un incumpliendo en los tiempos de entrega generan penalidades monetarias para la empresa.

Para el despacho de los productos se alquilan dos (2) camiones y una (1) camioneta, el gasto del alquiler asciende a USD 1400 mensuales.

Para el 92% de los destinos, el pedido a entregar es preparado en el local del cliente; generando en la mayoría de casos situaciones retrasos y también tiempo de espera innecesarios; en promedio, el tiempo para bajar los productos en cada destino es de 1 hora (40 min bajar productos y 20 min verificación y coordinación con el cliente).

Descripción del proceso de despacho

- El jefe de despacho coordina con el cliente la inspección del producto, para la liberación correspondiente. El cliente aprueba los lotes de cada producto que deben ser enviados.
- El jefe de despacho elabora el plan de ruta y programación de entregas diarias para la distribución de los productos a los 97 destinos, cada destino debe contener los lotes de productos aprobados por el cliente.
- Para destinos locales, en base a la programación de entrega, se calcula el total de unidades de productos a entregar por día y por camión y se carga los productos a los camiones sin diferenciar el destino.
- En cada destino el encargado de despacho indica al estibador cada lote y producto que debe ser bajado, se termina de bajar un producto y se continúa con el otro, este ciclo se repite hasta completar todos los productos. Se abren cajas o bolsas para completar la cantidad que corresponda.
- Para destinos en provincia, las órdenes de pedido para cada destino, son preparados en paquetes individuales en el almacén.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la descripción de la empresa se han identificados diversas formas de trabajo y decisiones que están afectando el funcionamiento de las operaciones de Consorcio MRL, éstas se traducen en problemas de eficiencia operacional los cuales se desglosan en:

- Picking de los productos
- Despacho de productos
- Localización de los productos en el almacén
- Asignación de personal

A continuación, describimos cada una de las problemáticas:

Picking de los productos

Durante el picking de los productos existen reprocesos por paletizado y despaletizado, se gastan 75 horas anuales (Figura 4) en esta actividad, lo que genera un proceso ineficiente. Como se mencionó anteriormente (Sección 1.2.2) este reproceso se da por el uso de una carretilla manual (Figura 2), no pudiendo transportar el pallet completo (Figura 3), se hace necesario realizar más de un viaje en la carretilla para transportar un pallet desde la zona de despacho/recepción hasta la ubicación del producto en el almacén. En el año se transportan 342 pallets en 3244 viajes (Figura 5).



Figura 2 Paletizado de productos
Elaboración propia



Figura 3. Pallet con productos luego del paletizado
Elaboración: Fuente propia

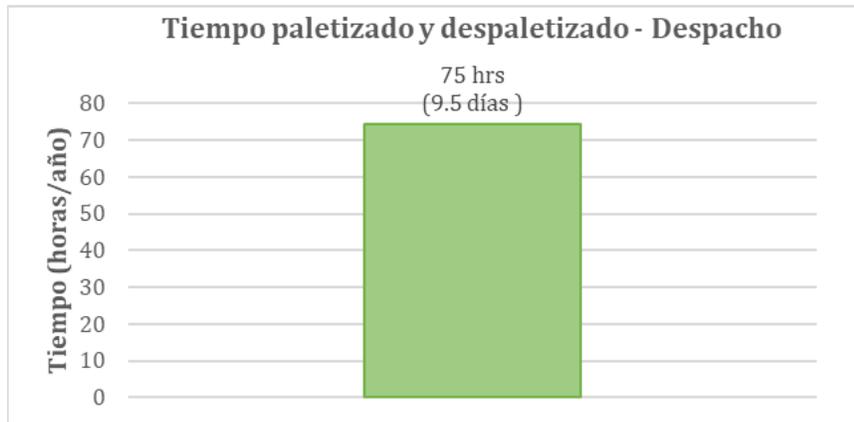


Figura 4. Tiempo de paletización y despaletización en el picking de productos
Elaboración: Fuente propia

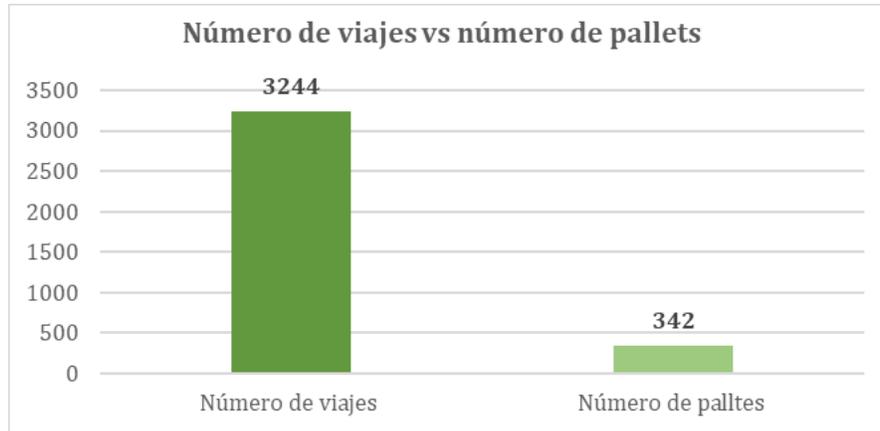


Figura 5 *Números de viaje en carretilla - Picking*
 Elaboración: Fuente propia

Despacho de productos

Con respecto al despacho, se puede observar que, durante la entrega de los productos al cliente, hay tiempo de espera por parte de los conductores de los camiones, ya que para el 92% de destinos, las órdenes son preparadas en el local del cliente (Figura 7), el transportista debe esperar no menos de una hora para entregar la orden. Por semana de despacho, el tiempo total de entrega de productos es en promedio 89 horas (Figura 6), ya que son 89 destinos.

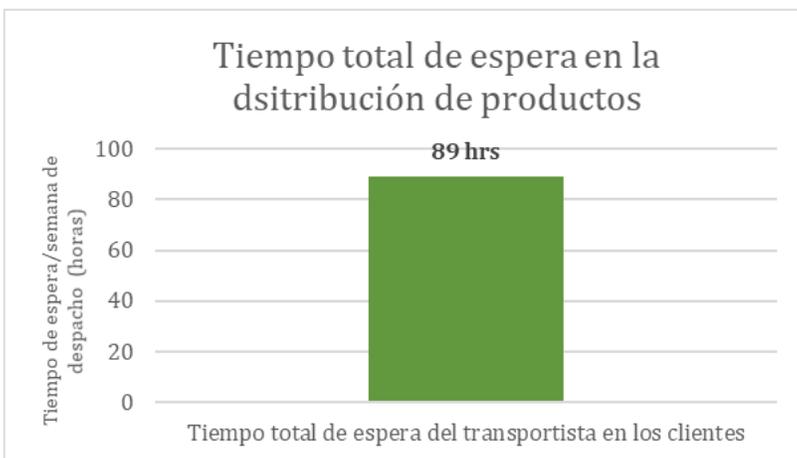


Figura 6. *Tiempo total de espera por semana de despacho*
 Fuente: Elaboración propia



Figura 7. *Preparación de pedido en destino*
 Fuente: Elaboración propia

Localización de los productos en el almacén

Por otro lado, existe un problema con la ubicación de los productos, se invierte mucho tiempo en su traslados; los productos que tienen más movimiento están ubicados lejos de la zona de despacho, debido a que la posición ha sido definida en base al peso del producto y no en base a la popularidad, originando mayores tiempos de viaje (Tabla 3), por ejemplo para el arroz, en su posición actual, el tiempo de viaje para trasladarlo desde la zona de recepción hasta su ubicación es de 20 seg., mientras que si reubicamos el arroz en una zona delantera debido a su alta popularidad, el tiempo de viaje es de 6 seg., habiendo un ahorro por viaje de 14 seg.

Tabla - 3. Tiempo de viaje para ubicar los productos, Ubicación en base al peso versus popularidad

SKU	Popularidad	Tiempo de viaje para ubicar SKU (Ubicación en base al peso)	Tiempo de viaje para ubicar SKU (Ubicación en base popularidad)	Ahorro tiempo de viaje (s)
Arroz	642	20	6	14
Conserva	359	20	6	14
Azúcar	208	23	8	17
Leche	180	14	8	6

Elaboración: Fuente propia

Continuando con la explicación de la problemática del posicionamiento; también se observa que, para ubicar y sacar algunos productos, una posición bloquea a la otra, esto es debido a que en cada fila (carril) se almacenan diferentes productos (Figura 8)



Figura 8. Dos productos diferentes en un mismo carril.

Elaboración: Fuente propia

Asignación de personal

La otra problemática observada respecto a la asignación del personal es que la primera y tercera semana de cada mes la utilización del personal fijo es menos del 50%, y, por otro lado, la cuarta semana de cada mes, periodo en el cual se realiza el despacho, existe una sobrecarga laboral (Figura 9), en ocasiones según indica el dueño de la empresa, los trabajadores pueden trabajar más de 16 horas al día.

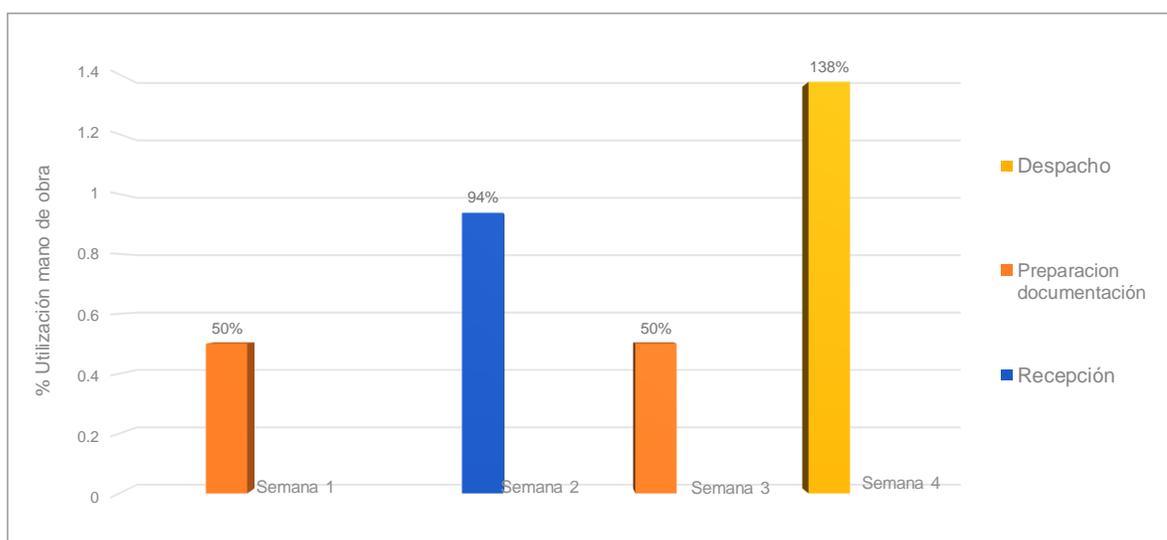


Figura 9. Utilización de horas hombre

Fuente: Elaboración Propia

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Los problemas identificados en las operaciones del almacén se abordarán con el siguiente planteamiento de objetivos:

1.4.1. Objetivo general

El objetivo general de este trabajo es diseñar una propuesta que permita optimizar los recursos de tiempo y fuerza laboral del almacén.

1.4.2. Objetivos específicos

En el presente trabajo, se propone alcanzar los siguientes objetivos específicos:

- Determinar la ubicación óptima para cada uno de los productos que están en el almacén, con la finalidad de optimizar los tiempos de viaje durante la recepción y el picking.
- Proponer y justificar un sistema de manipulación de pallets, para evitar reprocesos de paletizado y despaletizado de productos y para disminuir el número de viajes.
- Proponer un esquema de trabajo para la preparación de órdenes de pedido y así reducir los tiempos de espera del transportista y el número de días de entrega.
- Proponer la asignación adecuada de personal fijo y temporal, a fin de evitar sobrecarga laboral y baja utilización de horas disponibles.

1.5. Justificación del estudio

Actualmente la empresa tiene un presupuesto limitado, dificultades en cumplir los tiempos de entregas de productos dentro de la jornada laboral, además sobrecostos generados por las deficiencias en las diferentes etapas del proceso, por lo cual hacer un análisis de sus operaciones y proponer mejoras para lograr la eficiencia operacional se vuelve un factor clave para la subsistencia de Consorcio MRL.

1.6. Alcance del estudio

El presente trabajo se realiza a los procesos de recepción, almacenamiento, picking y las actividades previas al despacho de Consorcio MRL, con foco en la manipulación de materiales. Se propone una metodología de trabajo para la optimización de las actividades del almacén, mediante la recopilación de la información in situ de cada etapa del proceso y propuestas de mejoras aplicables a cada una de las áreas en mención.

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

Para poder resolver los problemas presentados en el Capítulo 1, debemos revisar algunos conceptos que ayudaran entender la realidad de la empresa y a generar propuestas de mejora para un proceso más eficiente.

2.1. Operaciones en el Almacén

Las operaciones mostradas en la Figura 10 son las operaciones de un almacén, inicia con la recepción, guardado, luego con el almacenamiento, picking y finalmente con el despacho, estas operaciones generalmente son similares para todos almacenes independientemente del tipo de almacén.

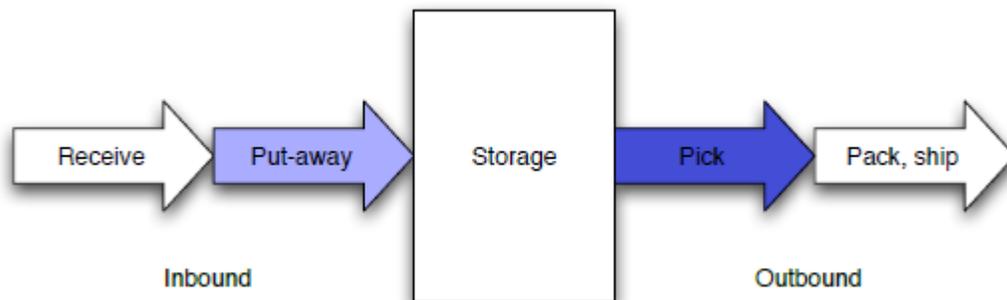


Figura 10. Flujo de materiales en un almacén.

Fuente: (Bartholdi & Hackman, 2014)

En consorcio MRL se manejan principalmente las operaciones que se definen a continuación:

2.1.1. Recepción

Es el inicio del flujo de productos a través del almacén, aquí la empresa realiza la recepción y descarga de los productos que llegan al almacén para las posteriores actividades de verificación y guardado en una posición definida, en base a la popularidad de los productos.

2.1.2. Almacenamiento

Luego de la recepción y guardado de los productos, éstos son contenidos o almacenados hasta que haya una orden de despacho, que en nuestro caso se ejecutan en la última de semana de cada mes. Para almacenar los productos es necesario definir el tipo y sistema (modo) de almacenamiento, estos conceptos se definen en las siguientes secciones.

2.1.3. Picking

Después del almacenamiento, se ejecuta la orden de despacho donde se hace necesario hacer el picking de los productos, esto consiste en la recolección de los productos desde el almacén hasta la zona de despacho para la atención de una demanda específica (que en el caso de MRL se da a través, de la orden de despacho).

Es importante tener en cuenta, para el desarrollo del presente trabajo, que el picking es la operación más importante del almacén (Bartholdi & Hackman, 2014), ya que, según la bibliografía, este consume el 55% del costo de las operaciones de los almacenes, por el cual, las mejoras a implementar deben contemplar al picking. El picking a su vez se puede desglosar en 4 etapas: viaje dentro del almacén (para recolección de productos), búsqueda del producto, extracción de producto y preparación de documentos. Una de ellas, el tiempo de viaje dentro de almacén, compromete alrededor de un 55 % del tiempo de picking (Bartholdi & Hackman, 2014), ver Figura 11, por ende, un análisis de esta etapa, es crítica para la mejora de los tiempos.

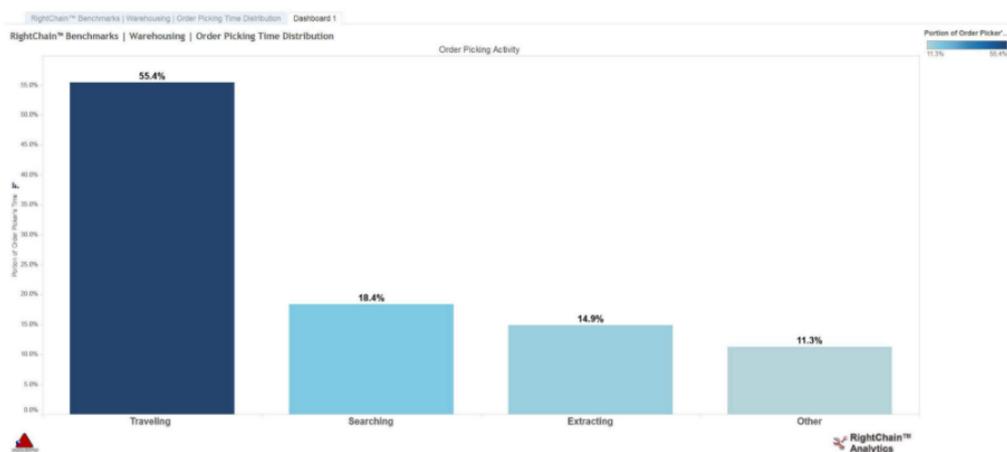


Figura 11. Distribución de tiempos de las actividades en la etapa de picking

Fuente: (Frazelled, 2016)

2.1.4. Despacho

Es la última etapa en el proceso de almacenamiento, aquí se realiza la carga de los productos al camión para que puedan ser distribuidos a sus destinos. Las unidades que se manejan generalmente son pallets, tal como lo es nuestro caso de estudio. Generalmente, los productos en los camiones son cargados en orden inverso a la entrega (Bartholdi & Hackman, 2014), por ejemplo, por temas de accesibilidad, los productos que se entregan primero se cargan últimos.

Luego de revisar las operaciones del almacén se debe analizar los picos o valles de estas operaciones, esto es, para dimensionar cada una de las etapas del proceso. Para Consorcio MRL los picos y valles se pueden analizar a través del perfil de actividades mensual y semanal, con el fin de que los sistemas de almacenamientos y manejo de materiales estén diseñados de acuerdo a los niveles de actividad de recepción, picking y envío.

2.2. Perfil de actividad mensual

Se analiza la distribución mensual de las actividades, generalmente aquí se muestra estacionalidad porque visualiza el impacto por temporadas.

2.3. Perfil de actividad de la semanal

Se analiza la distribución de las actividades en forma semanal. Generalmente, la mayor parte de la actividad de envío ocurre durante la última semana del mes y la mayor parte de la actividad de recepción se produce durante la primera semana del mes (Frazelle, 2016), tal como ocurre en nuestro caso.

Una vez analizado la distribución de los niveles de actividad del almacén, debemos revisar el tipo de almacenamiento actual, para proponer mejoras sobre este, en nuestro caso de estudio, el tipo de almacenamiento es el compartido:

2.4. Almacenamiento compartido

Aquí los productos no tienen una ubicación exclusiva, un producto puede ser asignado a más de una ubicación y una ubicación vacía puede estar disponible para su reasignación a otro producto distinto, por lo cual se consigue una mejor utilización de los espacios. Sin embargo, en nuestro caso, no es conveniente usar este tipo de almacenamiento, porque se requiere un sistema de administración de almacén (software), además existe un bajo aprendizaje y mayores errores de asignación y picking.

Entonces, para la mayoría de los productos de Consorcio MRL, lo más conveniente para lograr un proceso eficiente, sería un almacenamiento dedicado:

2.5. Almacenamiento dedicado

Cada producto tiene una ubicación exclusiva, cada ubicación está reservada para un producto asignado y sólo este producto puede almacenarse ahí. (Bartholdi & Hackman, 2014). Este tipo de almacenamiento es el más conveniente para Consorcio MRL, porque se obtiene un alto aprendizaje, menores errores de asignación y de picking y no necesita inversión en un software. Si bien es cierto, con este tipo de almacenamiento hay menos eficiencia en uso de espacio, sin embargo, esto no es problema para la empresa porque el % de utilización es sólo de 30%.

Una vez definido el tipo de almacenamiento, es necesario revisar el sistema de almacenamiento de pallets para definir el sistema de manipulación de pallets adecuado (vehículos convencionales, de pasillo estrecho o automatizados). El sistema de almacenamiento pallets que tiene la empresa es:

2.6. Almacenamiento en piso

El sistema de almacenamiento en piso se utiliza cuando el producto se encuentra paletizado, luego, estos pallets son apilados uno encima de otro y almacenados en el piso formando carriles de almacenamientos con una determinada profundidad (Frazelle, 2016) Debido a que

la inversión en este sistema de almacenamiento es mínima y que los productos de Consorcio MRL están en pallets, el almacenamiento en piso nos resultaría conveniente.

Para el almacenamiento en piso, se hace necesario optimizar el tiempo de manipulación y extracción de los productos, para ello debemos conocer las características del carril y sus profundidades:

- **La profundidad de un carril**, es el número de pallets que se van almacenar de forma consecutiva lejos del pasillo de recogida, se determina en base a las dimensiones del pasillo y altura de la pila (Bartholdi & Hackman, 2014), sin embargo, para nuestro caso, debido al diseño del almacén y al espacio disponible, la profundidad de carril será 2, es decir cada carril tendrá dos pallets.
- **Características de un carril**, en un carril sólo debe haber productos de un mismo SKU, ya que si hay más de un SKU llevará a una doble manipulación de los pallets (incrementando el tiempo de picking) y dificultad para encontrar un producto. (Bartholdi & Hackman, 2014). En nuestro caso, se manejará el mismo criterio, en un carril se colocará productos de un mismo SKU, a excepción de productos que tengan popularidad muy baja, en estos casos será factible colocar en un carril dos productos, para evitar pérdida de capacidad de almacenamiento y disminuir los tiempos de viaje, ya que se ocuparan menos carriles.

Luego, una vez definido el tipo y sistema de almacenamiento, se debe analizar el perfil de SKU para ir optimizando el posicionamiento de cada SKU, el perfil servirá para determinar el sistema de almacenamiento óptimo y ubicación de almacenamiento óptima de cada producto para su sistema de almacenamiento apropiado:

2.7. Perfil de Actividad de SKU

El perfil de actividad de SKU es necesario para describir las características de cada SKU y para implementar acciones adecuadas para cada uno, el perfil de actividad de SKU incluye el análisis de:

- **Perfil de popularidad**

Este indicador es crítico porque lo medimos como la cantidad de veces posibles que un operador visitará la ubicación de un artículo en particular (Frazelle, 2016). La popularidad está relacionada directamente con el tiempo que se comprometerá en el picking de los productos.

En nuestro caso, la popularidad anual se calcula como el volumen total de los productos entre el volumen de la carretilla, lo que nos dará como resultado la cantidad de veces que se va a buscar el producto usando la carretilla:

$$P = \frac{\text{Volumen}_{\text{unidades anuales}}}{\text{Volumen}_{\text{carretilla}}}$$

La estimación de la popularidad ayudará a determinar la ubicación óptima del producto en el almacén. El principio primordial es asignar los productos de mayor popularidad en posiciones que sean accesibles y convenientes, para que permitan reducir los costos de fuerza laboral en el tiempo de viaje, búsqueda y extracción de los productos.

- **Perfil de movimiento cúbico**

Utilizamos este concepto para ratificar el sistema de almacenamiento adecuado para la empresa en estudio. Según la bibliografía, se indica que el perfil de movimiento del volumen indica la porción de elementos que cae dentro de los rangos de movimiento cubico pre especificados. Si los rangos pre especificados corresponden a alternativas de modo de almacenamiento, entonces el perfil de movimiento de cubo esencialmente resolverá el problema de asignación de modo de almacenamiento (Frazelle, 2016).

En nuestro caso calculamos el movimiento cubico

$$C = \frac{\text{Unidades}}{\text{mes}} \times \frac{\text{Volumen}}{\text{Unidad}}$$

Para Consorcio MRL, el criterio que utilizaremos para la asignación del modo (sistema) de almacenamiento es: Los productos que tengan un movimiento cubico mayor $> 0.5 \text{ m}^3/\text{mes}$ pueden ser candidatos para almacenarlos en piso, y aquellos que tengan $< 0.5 \text{ m}^3/\text{mes}$, son candidatos para almacenarlos en estanterías.

Una vez definido los conceptos para hacer mejoras en los procesos, se debe considerar hacer los cambios en tecnología o equipamiento para lograr un proceso más optimizado. Nuestro proceso de manipulación de pallets se optimizará reemplazado el sistema de manipulación actual, la carretilla manual, por un apilador, un ejemplo se describe a continuación:

2.8. Apiladores

Estos apiladores son los más accesibles y sencillos de manejar. El operador maneja el apilador, caminando detrás de éste para levantar, transportar y apilar la carga (Frazelle, 2016). Este tipo de apilador tiene las siguientes características:

Tabla - 4. Características del Apilador Walkie

Equipo	Distancia máxima	Altura elevación	Ancho pasillo	Velocidad máxima
Apilador	45 m	1.5 m	3 m	5 km/h

Fuente: (Frazelle, 2016).

CAPITULO 3

METODOLOGÍA

En el presente capítulo se desarrollará la metodología a trabajar para lograr un proceso optimizado, esta metodología tiene tres etapas, las cuales se explican a continuación:

- **Recopilación de datos e información relacionados a los problemas detectados**

Con los datos disponibles de la demanda se determina y presenta los parámetros del almacén, se estima las distribuciones de las órdenes semanales para visualizar si hay picos o valles, se calcula el porcentaje de utilización del almacén, y en base al horario de entrada y salida del personal se calcula el porcentaje de utilización de mano de obra, se calcula la popularidad, se indica el sistema y tipo de almacenamiento actual y así también se presenta el layout del almacén indicando la ubicación actual de los productos para poder relacionarlos con la popularidad.

Por otro lado, se realiza un control de tiempos de las actividades críticas del proceso, por ejemplo, los tiempos de viaje durante el picking de los productos, tiempo de paletizado y despaletizado y tiempos de espera del chofer del camión durante la entrega de productos al cliente.

- **Análisis de datos**

Se revisa la información recopilada y se identifica qué actividades deben ser mejoradas con el fin de lograr un uso eficiente de los recursos

- **Planteamiento e implementación de propuestas de mejoras**

Para cada una de las actividades identificadas en el ítem anterior se realiza el planteamiento y/o implementación de las propuestas de mejoras, tomando decisiones de qué sistema y tipo de almacenamiento es el más adecuado, cuál es la ubicación óptima de los productos que minimice los tiempos de viajes, luego se definirá un procedimiento para la preparación de las órdenes de los clientes, todo ello aplicando los conceptos y principios indicados en el capítulo 2.

CAPÍTULO 4 DESARROLLO

4.1 RECOPIACIÓN DE DATOS E INFORMACIÓN DEL PROBLEMA

Los datos que disponemos son las características de la demanda, del almacén y de los productos, con esta información se analiza el comportamiento de las órdenes de pedido, la distribución de horas hombre, las características de la situación actual del almacén (% de utilización de espacio, tipo y sistema de almacenamiento y manipulación de pallets), se calcula la popularidad y se muestra la posición actual de cada producto para observar si los productos más populares están en una zona accesible. Finalmente, se realiza, en campo, un control de tiempos de las actividades de recepción, picking, preparación de pedidos y despacho, con el fin de optimizarlos.

4.1.1. Comportamiento de las órdenes de pedido

Perfil de actividad mensual

En la Figura 12 se muestra que las órdenes de pedidos son constantes mes a mes no hay picos ni valles. El promedio de órdenes mensual es de 107. Por lo que la asignación o dimensionamiento de los recursos deberían ser similares mes a mes. Podemos decir que no hay variabilidad en la demanda, ya que ésta es conocida al inicio de cada año.

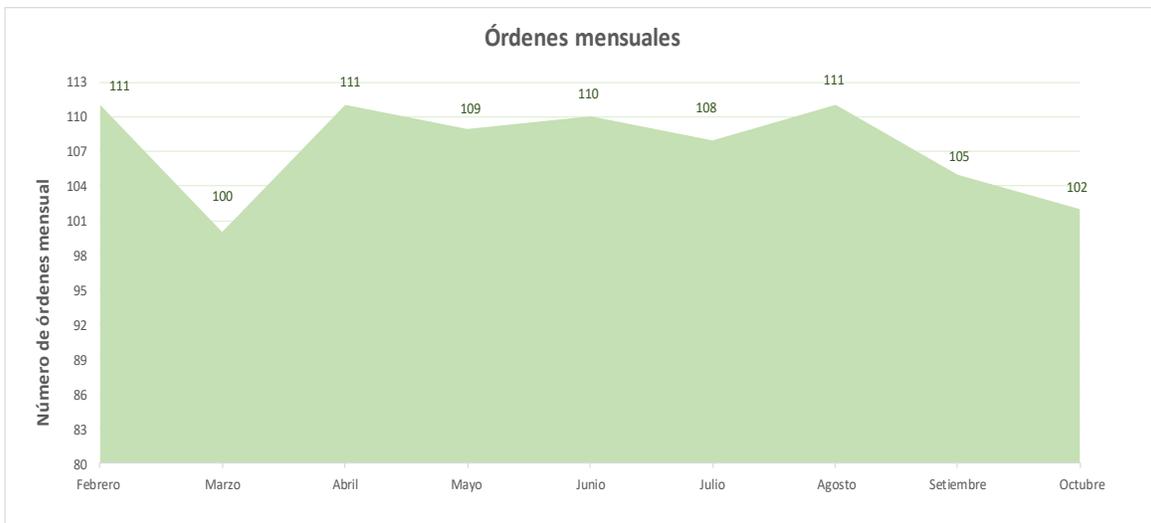


Figura 12. Distribución de órdenes de pedido mensual
Fuente: Elaboración propia

- **Perfil de actividad semanal**

A diferencia de la figura anterior, aquí cuando se hace un análisis semanal se observa que hay picos en las órdenes de pedido (Figura 13), los cuales se dan en la cuarta semana de cada mes, esto es por la naturaleza del servicio, los despachos se realizan sólo en la cuarta semana. Por el cual, la asignación de recursos debe ser mayor en ese periodo.

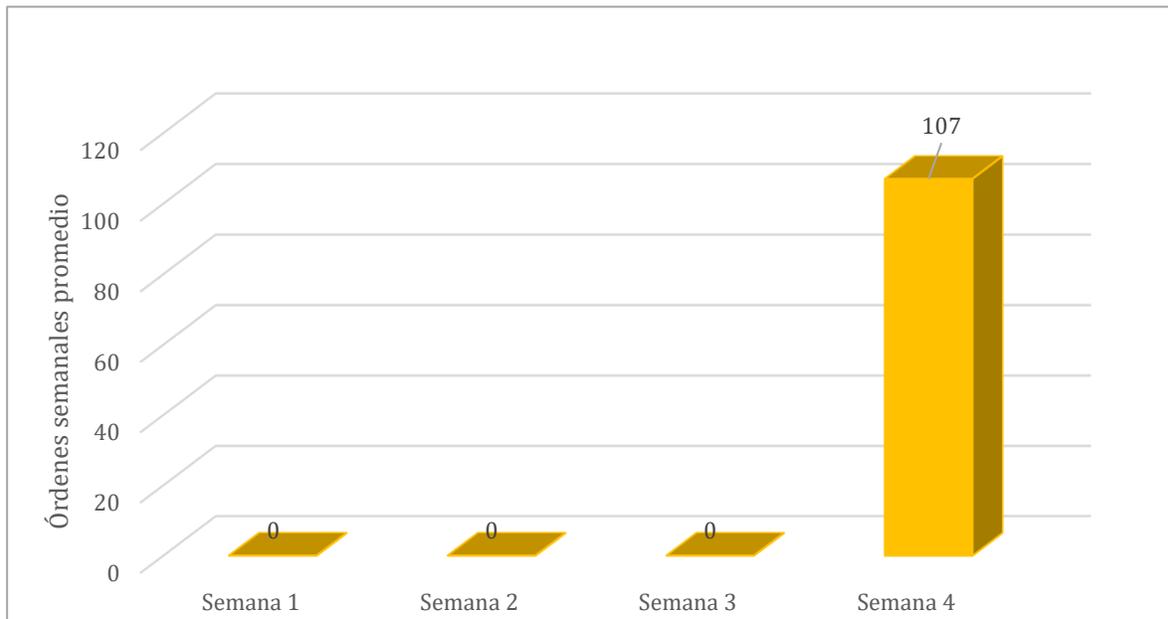


Figura 13. Distribución órdenes de pedido semanales.
Fuente: Elaboración propia

4.1.2. % Utilización de mano de obra

Se puede observar (Figura 14) que durante la cuarta semana de cada mes hay una sobreutilización de mano de obra con 138%, esto ocurre porque sólo en esta semana se procesan todas las órdenes de pedido. En la segunda semana, durante la etapa de recepción, hay una utilización del 94%, en esta semana se da la recepción, sin embargo, en la primera y tercera semana de cada mes existe una subutilización de la mano de obra con un 50%.

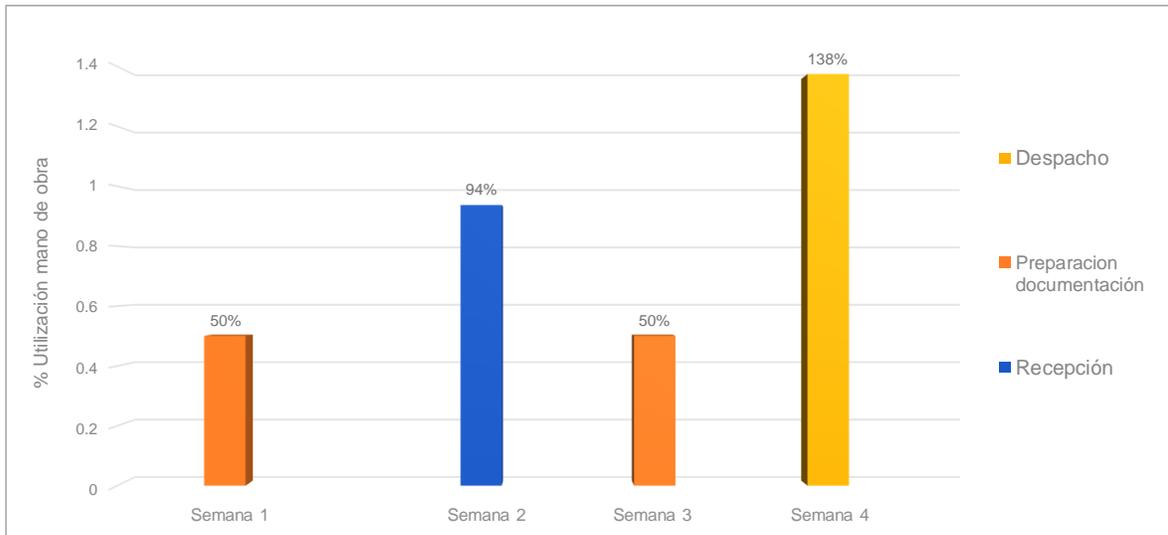


Figura 14. % Utilización de horas hombre- (% HH utilizadas/ HH disponible)

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Perfil de SKU (Cálculo de popularidad)

Para cada uno de los SKU estimamos la popularidad utilizando los datos disponibles del Anexo 1, este parámetro lo calculamos mediante la siguiente fórmula:

Sea P : popularidad

$$P = \frac{\text{Volumen}_{\text{unidades anuales}} (m3)}{\text{Volumen}_{\text{carretilla}} (m3)}$$

Al graficar la popularidad de cada producto (Figura 15), se puede observar que el arroz (642), conserva (359), leche (180), azúcar (208) son los SKU que tienen mayor popularidad, por lo que deberían tener un posicionamiento diferenciado con respecto a los demás SKU. Se observa que el valor de la popularidad va desde 4 hasta 642.

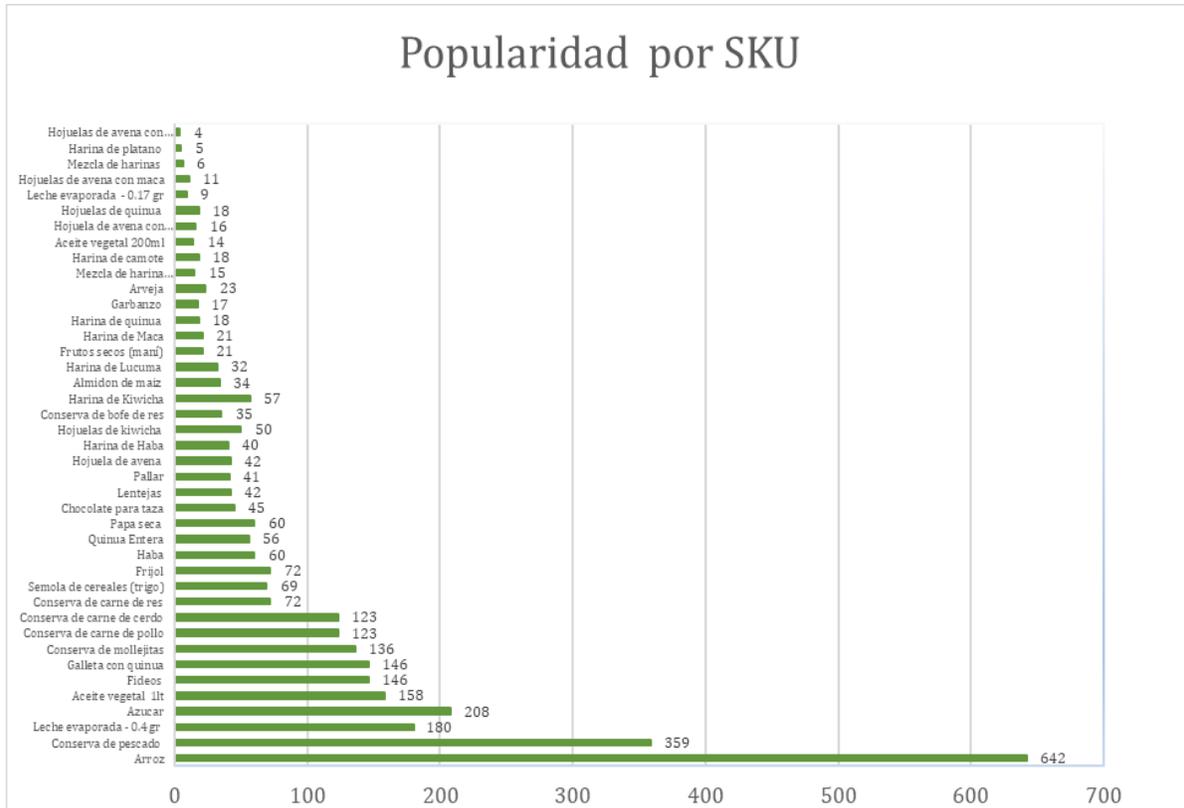


Figura 15. Distribución de la popularidad anual por producto

Fuente: Elaboración propia

4.1.4. Sistema de manipulación de pallets actual

Tal como se mencionó en el Capítulo 1, el sistema de manipulación de pallets usado es una carretilla (Figura 16), este medio se utiliza para poder transportar los productos durante el proceso de recepción y picking, este tipo de equipo no permite el traslado de pallets completos, por el cual, se hace necesario el reproceso por paletizado y despaletizado del producto.

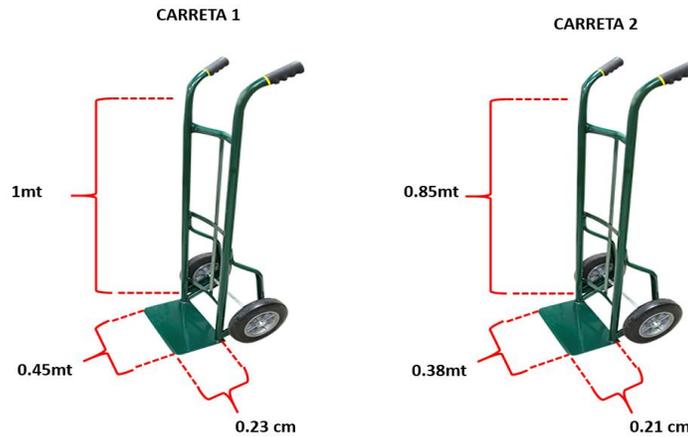


Figura 16. Sistema de manipulación de pallets - Carretilla manual.
Fuente: Elaboración propia

4.1.5. Control de tiempos de Recepción

En el proceso de recepción se controla dos tipos de tiempos:

Tiempo de viaje para ubicación de productos

Para cada producto se controló el tiempo de viaje que toma el operador para trasladar el producto desde el camión hasta la ubicación en el almacén. En la Figura 18 se muestra las horas invertidas en traslado por semana de recepción y en la Figura 19 se muestra la estimación del tiempo anualizado.

Tiempo de paletizado y despaletizado

Esta actividad se realiza debido a que no se tiene un equipo de manipulación de pallets para transportar el pallet completo, sino una carretilla que sólo permite transportar cajas. Para cada producto se controló el tiempo del operador en desarmar el pallet en el camión (para bajarlo del camión y llenar la carretilla) y el tiempo en volver armar el pallet dentro del almacén (vaciar carretilla, figura 17) y poder ubicar al producto en su posición. Debido a que el 25 % de los proveedores dejan los productos más populares dentro del almacén, el tiempo de paletizado y despaletizado (Figura 18 y 19) no tendría un gran impacto en la utilización de mano de obra de la empresa, sin embargo, se puede reducir.



Figura 17. Paletizado en recepción
Fuente: Elaboración propia

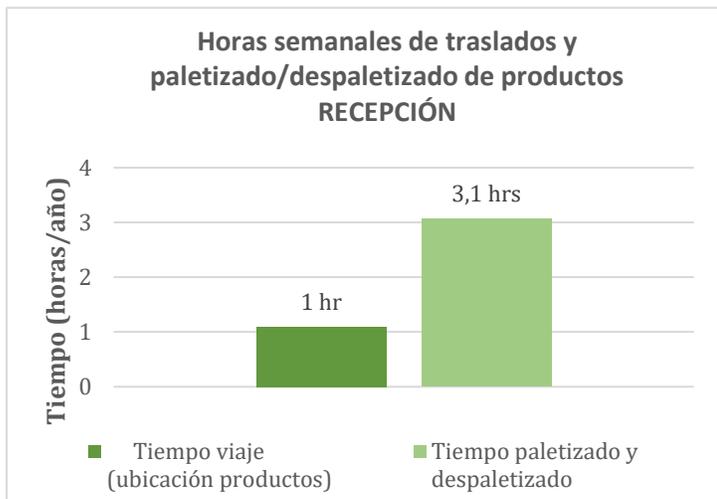


Figura 18 . Horas semanales en traslados y paletizado/ despaletizado.
Fuente: Elaboración propia

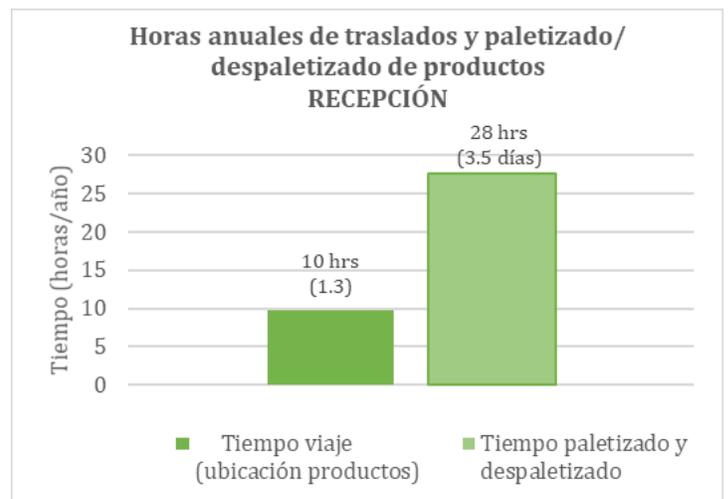


Figura 19. Horas anuales en traslado y paletizado/ despaletizado.
Fuente: Elaboración propia

4.1.6. Control de tiempos de traslado de productos en el picking (Despacho)

Se controló el tiempo en traslado (Figura 20), paletizado (Figura 21) y despaletizado (Figura 22) de productos. Con los resultados, observamos hay un tiempo estimado de 8.3 horas semanales (Figura 23) en el paletizado/despaletizado que pueden ser eliminados al usar un sistema de manipulación diferente al actual.



Figura 20. Traslado de productos
Fuente: Elaboración propia



Figura 21. Paletizado (armado de pallets en el camión)
Elaboración propia



Figura 22. Despaletizado
Elaboración propia

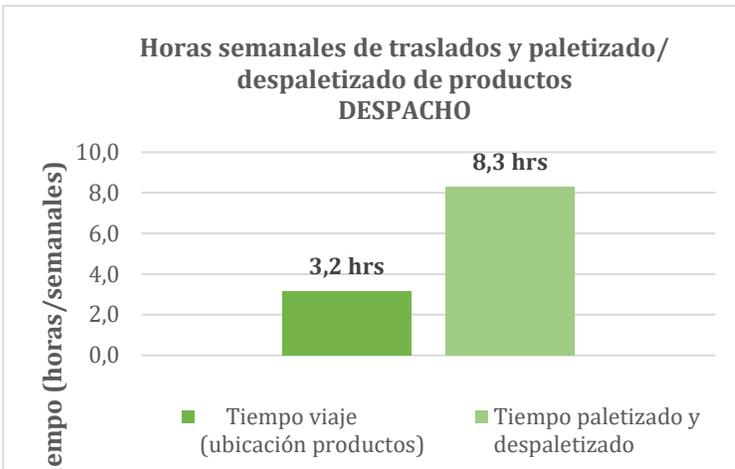


Figura 23. Horas semanales traslado, paletizado/ despaletizado.
Fuente: Elaboración propia

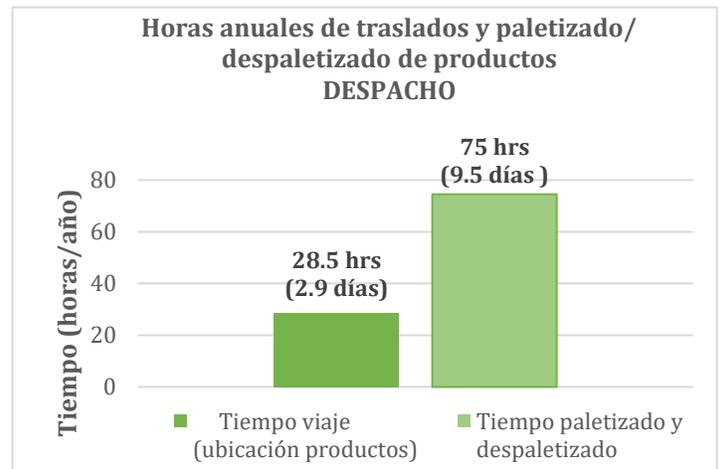


Figura 24. Horas anuales en traslado, paletizado/ despaletizado.
Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, se estimó que el número de viajes que se hace en un año para trasladar los productos (342 pallets) desde su ubicación hacia la zona de despacho es de 3244 viajes (Figura 25). Esta cantidad de viajes puede ser optimizado usando otro medio de manipulación de pallets.

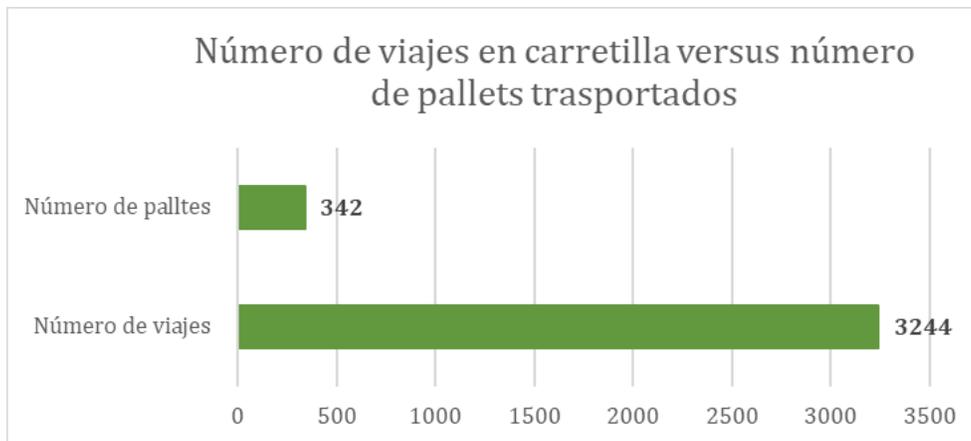


Figura 25 Número de viajes para trasladar los pallets hacia la zona de despacho.
Fuente: Elaboración propia

4.1.7. Posicionamiento actual de los productos (Sistema y tipo de almacenamiento)

El sistema de almacenamiento usado es el más simple, debido a que los productos son manejados en pallet, se usa un sistema de almacenamiento en piso (Tabla 5). Con respecto al tipo de almacenamiento usado es del tipo Compartido, lo que dificulta el aprendizaje de la ubicación por parte del operador, en este tipo de almacenamiento el operador tiene dificultades para encontrar el producto, incrementándose los tiempos de picking, ya que la ubicación va variando.

Tabla - 5. Tabla Posicionamiento de productos

Sistema almacenamiento	Almacenamiento en piso
Tipo de almacenamiento	Compartido

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, haciendo un análisis de las características del carril, se observó que en muchos casos un carril puede contener más de dos productos (Figura 26), haciendo que una posición bloquee a la otra y generando mayores tiempos en la extracción del producto.



Figura 26. Bloqueo de una posición a la otra (2 productos en 1 carril)

Fuente: Elaboración propia

4.1.8. Ubicación actual de los productos

Con respecto a la ubicación de los productos, ésta ha sido definida en base a la facilidad que se tenga para maniobrar los productos, por ejemplo, los productos de mayor peso se ubican cerca a la puerta de despacho. No se utiliza la variable de popularidad para el posicionamiento de los productos. En la Figura 27, se observa la ubicación actual de los productos.

Entonces, para poder estimar el tiempo invertido para trasladar los productos desde su ubicación actual, aplicamos la siguiente fórmula:

$$Tiempo\ traslado = \sum p_s \times t_{u(Actual)}^s$$

Donde:

p_s = popularidad del producto s

t_u^s = tiempo de traslado de (s) desde su posición (u) hasta zona de despacho

Luego, con los datos de popularidad y tiempos del Anexo 1, calculamos el tiempo total de traslado de productos durante el picking en el despacho:

$$Tiempo\ traslado = 102413\ seg. \approx 28.5 \frac{hrs}{año}$$

Podemos observar que, por semana de despacho durante el picking, se invierten un aproximado de 28.5 horas por año en trasladar productos.



Figura 27. Layout - Vista superior del almacén (1er piso) – Ubicación actual de cada producto
 Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se hizo un análisis del Layout del almacén; las puertas de recepción y despacho están en una misma zona, sin embargo, no hay calor de flujos, ya que estas actividades se realizan en diferentes semanas; con respecto al flujo de materiales van en el mismo sentido de las puertas de recepción y despacho, por el cual, no hay problemas de flujo. Por último, se observa que existe un pasillo intermedio, éste facilita el acceso a los productos. Por lo anterior, concluimos que el Layout del almacén es aceptable.

4.1.9. % Utilización del almacén

La empresa tiene un área de 800 m², pero se construyeron 483 m² para las actividades del almacenamiento, actualmente Consorcio MRL tiene suficiente espacio disponible, el porcentaje de utilización es del 30 %, por lo que podemos decir que hay una subutilización del espacio.

Tabla - 6. % Utilización del almacén

Área Total (m ²)	Área disponible (m ²)	Área utilizada (m ²)	% Utilización
483	430	128	30%

Fuente: Elaboración propia

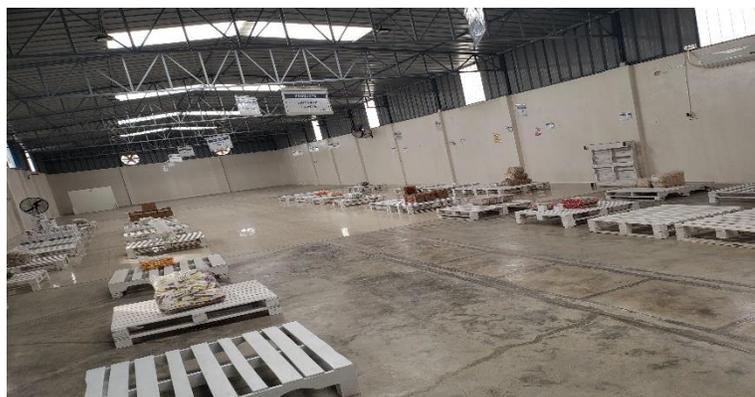


Figura 28. Fotografía del almacén antes de recepción de los productos

Fuente: Elaboración propia

4.1.10. Sistema de preparación de pedidos para el despacho de productos

Existen 97 destinos, 89 destinos son locales y 8 destinos son de provincia (Figura 29) Durante la etapa del despacho el procedimiento de preparación de pedidos depende del tipo de destino.

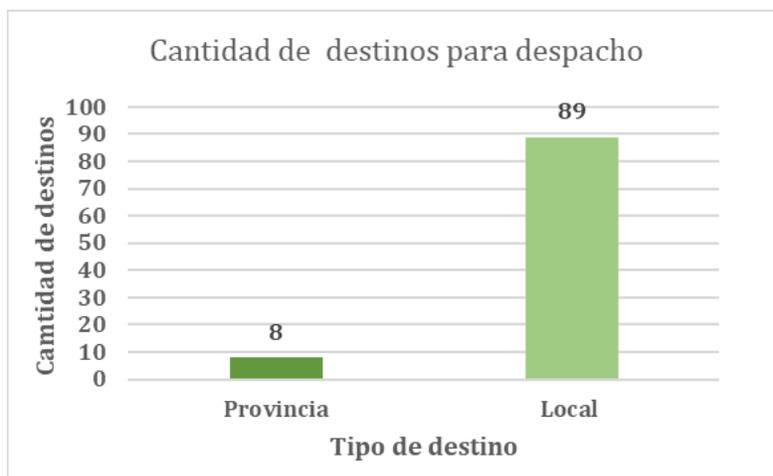


Figura 29. Número de destinos de provincia y locales
Fuente: Elaboración propia

- **Destinos locales (Preparación de pedido en el local del cliente)**

Los pedidos para cada cliente, los cuales contienen 30 SKU en promedio, se preparan en el local del cliente. En el almacén de la empresa se carga a cada camión la totalidad de productos a despachar en el día sin diferenciar el destino. La orden de pedido se prepara en el local del cliente, siendo el tiempo promedio de preparación de 40 min (Figura 33). Este tiempo incluye la buscar del producto dentro del camión, verificar los lotes, bajar el producto manualmente (Figura 30) y revisar que lo despachado este acorde la orden (Figura 31). Además, hay un tiempo de espera de 20 min para la revisión de documentación. Por lo que, en promedio el tiempo total en cada cliente es de una hora.



Figura 30. Búsqueda del producto, contabilización y descarga manual
Elaboración: Fuente propia



Figura 31. Productos despachados al cliente.
Fuente: Elaboración propia

- **Destinos provincia**

Para provincia se realiza una preparación se pedidos en almacén de la empresa (Figura 32), debido a que el volumen es bajo, éstos se colocan en un sacos o cajas. El tiempo promedio en armar este tipo de pedido es de 20 min por orden (Figura 33).

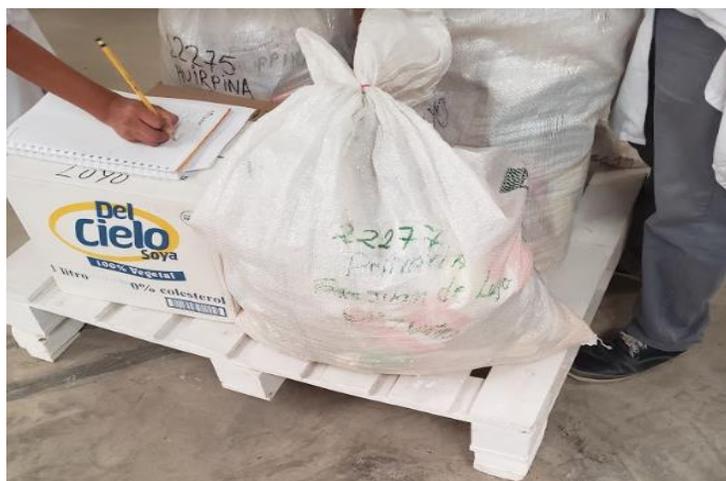


Figura 32. Preparación de órdenes provincias. Embalados en sacos.
Fuente: Elaboración propia

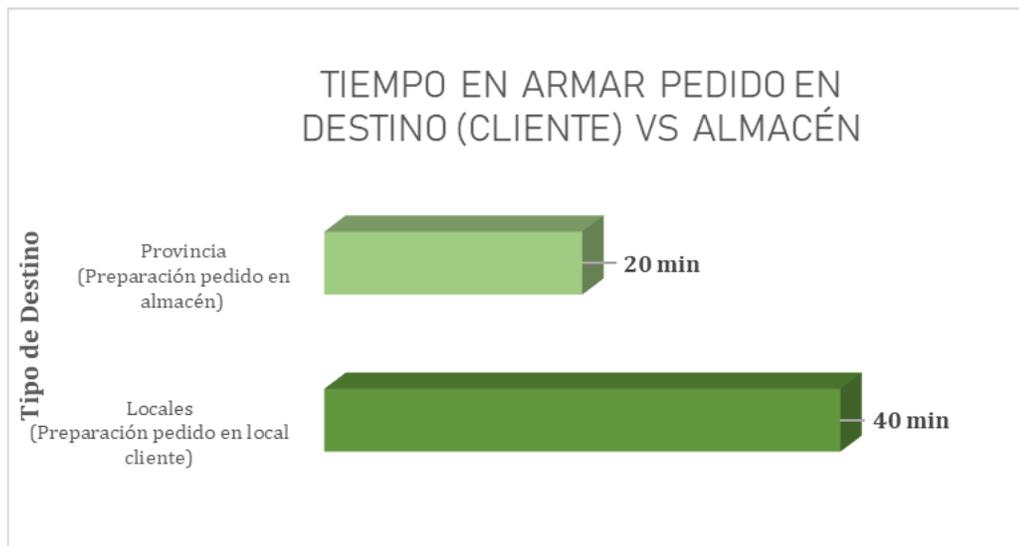


Figura 33. Tiempo de preparación de órdenes en el local del cliente versus Almacén.
Fuente: Elaboración propia

4.1.11. Alquiler de vehículos en despacho

Para realizar las actividades de despacho se alquilan camiones y camionetas, el costo total anual de alquiler es de 14,440 dólares. Optimizando el proceso de preparación de pedidos, se pueden disminuir los días de despacho y por lo tanto generar ahorro en costos por alquiler de camiones.

Tabla - 7. Costo anual de contratación de camiones para despacho

Tipo de Vehículo	Cantidad vehículos	Días de alquiler	Días totales de alquiler	Costo alquiler/día	Costo/mes	Costo anual
Camioneta	1	1	1	200 USD	200 USD	14400 USD
Camión	2	5	10	140 USD	1400 USD	

Fuente: Elaboración propia

4.2 ANÁLISIS DE DATOS E IMPLEMENTACIÓN PROPUESTAS DE MEJORA

La información obtenida en el ítem anterior acerca del sistema y tipo de almacenamiento, ubicación de los productos, sistema de manipulación de pallets, tiempos de traslados en el picking y sistema de preparación de pedidos, nos sirvió de input para entender los problemas de ubicación, picking y despachos de productos; y así plantear propuestas de mejoras. En esta sección, se analiza los datos obtenidos y se muestra las decisiones de mejora planteadas y/o implementadas que resuelven cada uno de los problemas. Las decisiones acordadas fueron: (1) Definir el sistema y tipo de almacenamiento, (2) Decidir la ubicación óptima de los productos, (3) Decidir el sistema de manipulación de pallets adecuado (4) Decidir procedimiento de preparación de órdenes en el despacho

Decisión del sistema y tipo de almacenamiento

Al inicio del estudio, el tipo de almacenamiento observado fue un almacenamiento compartido, por lo cual, la primera decisión fue implementar un tipo de almacenamiento dedicado (ubicación única para cada producto), ya que hay suficiente espacio disponible (70%). Esta opción resultó la más conveniente y eficiente, se logró que el personal tenga un mayor aprendizaje con respecto a la ubicación del producto permitiendo ubicar fácilmente y disminuir el tiempo de búsqueda de producto. En la Figura 35 se muestra el sistema de almacenamiento implementado (posición fija para cada producto).

Con respecto al análisis del carril, anteriormente se observó que en un carril pueden haber más de dos SKU (Figura 26), bloqueando una posición a la otra y generando tiempos adicionales en la manipulación de los pallets; esto nos llevó a tomar una segunda decisión que fue fijar un carril para un sólo SKU (Figura 34), así se observó, que ya no hubo bloqueo de las posiciones permitiendo extraer el producto de manera más rápida. Sin embargo, debido que cada carril tiene dos posiciones y que los SKU con rotación muy lenta sólo ocupan una posición, esto generaba que los productos con baja popularidad siempre dejen una posición vacía, entonces sólo hasta cierto punto vale la pena fijar un carril para un sólo SKU; con base en lo anterior la segunda decisión se planteó como: Para una popularidad menor o igual a 60 se usarán carriles mixtos, es decir en un carril se podrán almacenar más de un SKU, y para

los SKUs con popularidad mayor a 60 éstos tendrán carriles exclusivos, ya que ocupan más de una posición.



Figura 34 Carril con un sólo SKU
Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, haciendo un análisis en el sistema de almacenamiento actual que es almacenamiento pallets en piso, se concluye que éste es el más recomendable, porque la unidad de manejo de productos es el pallet, además hay suficiente espacio disponible y el 70% de los productos ocupan 1 m³ de volumen.

Finalmente, con la implementación de estas mejoras podemos decir que se logró reducir el tiempo búsqueda y extracción de productos, parte significativa de las actividades de picking el cual involucra el 55 % de los costos del almacén.

Decisión de la ubicación óptima de los productos

Haciendo el análisis de los datos de ubicación de los productos visto en la sección 4.1.8, podemos deducir que la ubicación actual (Figura 27) claramente no es eficiente, los productos más populares no están en la zona más accesible y esto triplica los tiempos de viaje (Tabla 3).

La decisión de ubicación de los productos fue modelada a través de un algoritmo en Excel que permitió identificar la ubicación óptima para cada producto, este algoritmo minimizó los tiempos de viaje basándose en la popularidad de cada producto. Es así que se realizó la implementación del reposicionamiento de los productos, colocando los productos más populares más cerca de la zona de recepción/despacho (ubicaciones populares) y los menos populares lejos de esta zona. Este reposicionamiento se muestra en la Figura 35.

Con el fin de calcular el ahorro generado por el reposicionamiento de los productos, calculamos el tiempo total anual invertido en los traslados de los productos durante el picking, tal como se hizo en la sección 4.1.8, pero esta vez considerando el reposicionamiento realizado:

$$\text{Tiempo traslado} = \sum p_s \times t_{u(\text{propuesto})}^s$$

Donde:

p_s = popularidad del producto s

t_u^s = tiempo en trasladar el producto s desde su posición u hasta el despacho

Con los datos de tiempo de traslado a cada posición mostrados en el la Figura 35, calculamos el tiempo total de traslado:

$$\text{Tiempo traslado} = 56143 \text{ seg.} \approx 15.6 \frac{\text{hrs}}{\text{año}}$$

En suma, al comparar los resultados del posicionamiento inicial (sección 4.1.8) versus el reposicionamiento actual, se logró una disminución significativa en los tiempos de traslados de 28.5 horas a 15.6 horas, esto significa para la empresa una reducción de tiempos de traslado del 45%.

Producto No conforme			
Hojuelas de avena quinua ⁴ t ₅₃ = 34	Hojuelas de quinua ¹⁸ t ₅₄ = 32		Harina de plátano ⁵ t ₅₅ = 32
Hojuelas de avena con maca ¹¹ t ₄₉ = 31	Hojuela de avena con kiwicha ¹⁶ t ₅₀ = 29		Harina camote ¹⁸ t ₅₁ = 29
Alverja ²³ t ₄₅ = 29	Garbanzo ¹⁷ t ₄₆ = 27		Harina quinua ¹⁸ t ₄₇ = 27
Frutos secos ²¹ t ₄₁ = 26	Conserva de bofe de res ³⁵ t ₄₂ = 25		Harina maca ²¹ t ₄₃ = 25
Hojuela de avena ⁴² t ₃₇ = 24	Hojuelas de kiwicha ⁵⁰ t ₃₈ = 23		Harina de Kiwicha ⁵⁷ t ₃₉ = 23
Pallar ⁴¹ t ₃₃ = 23	Quinua ⁵⁶ t ₃₄ = 20		Papa seca ⁶⁰ t ₃₅ = 20
Lentejas ⁴² t ₂₉ = 21	Frijol ⁷² t ₃₀ = 18		Haba ⁶⁰ t ₃₁ = 18
Conserva res ⁷² t ₂₅ = 20	Conserva res ⁷² t ₂₆ = 16		Semola de cereales ⁶⁹ t ₂₇ = 16
Conserva pollo ¹²³ t ₂₁ = 18	Conserva pollo ¹²³ t ₂₂ = 15		Conserva cerdo ¹²³ t ₂₃ = 15
Conserva mollejita ¹³⁶ t ₁₇ = 16	Conserva mollejita ¹³⁶ t ₁₈ = 13		Galleta quinua ¹⁴⁶ t ₁₉ = 13
Aceite chico ¹⁴ t ₁₃ = 14	Aceite ¹⁵⁸ t ₁₄ = 10		Fideos ¹⁴⁶ t ₁₅ = 10
Leche chica ⁹ t ₉ = 12	Leche ¹⁸⁰ t ₁₀ = 8		Azúcar ²⁰⁸ t ₁₁ = 8
Conserva pescado ³⁵⁹ t ₅ = 10	Conserva pescado ³⁵⁹ t ₆ = 7		Arroz ⁶⁴² t ₇ = 7
Conserva pescado ³⁵⁹ t ₁ = 8	Conserva pescado ³⁵⁹ t ₂ = 6		Arroz ⁶⁴² t ₃ = 6
RECEPCIÓN / DESPACHO			

Posiciones
Menos populares / Carril
mixto

Posiciones
Más populares / Carril
con único producto

Figura 35. Vista superior del almacén (1er piso) – Ubicación óptima y carriles mixtos
Fuente: Elaboración propia

Decisión del sistema de manipulación de pallet

Al realizar un análisis del sistema de manipulación de pallets actual (carretilla), podemos decir que no es eficiente, debido a que se deben hacer paletizados y despaletizados de los productos, actividades que pueden eliminarse usando un equipo que pueda transportar pallets completos. Además, podemos observar que durante el picking de los productos se hacen 3244 viajes en carretillas para transportar sólo 342 pallets (Figura 25).

La decisión planteada con respecto al sistema de manipulación de pallets es adquirir un sistema adecuado que pueda transportar pallets completos. Para ello, analizamos los datos que permitan una elección correcta del equipo: la dimensión del almacén (Figura 27, sección 4.1.8) es sólo de 39 metros, por lo que será suficiente un equipo que recorra esas distancias, con respecto a la altura de elevación se debe tener en cuenta que no hay racks por lo que esto no será una restricción y sólo se considerará la altura de elevación para la carga al camión, la cual es 1.5 metros, finalmente, el último parámetro a evaluar es la velocidad a la que debe recorrer el sistema de manipulación de pallets; debido a que al almacén es un espacio de alto tránsito, el sistema propuesto debe ir a una velocidad máxima de 5 km/hr. Según las características descritas líneas arriba y las especificaciones indicadas en la Tabla 4 de la sección 2.8; se recomienda la compra de un apilador Walkie como el mostrado en la Figura 36.



*Figura 36. Apilador de elevación automática
Fuente: (INNOLIFT USA, 2019)*

Al utilizar este apilador el número de viajes en el año será sólo 342 y no 3244, ya que son 342 pallets a trasladar, este ahorro de número de viajes se traduce en ahorro de tiempo, el tiempo estimado de traslado es de 4.3 horas a diferencia de las 28.5 horas que se necesitan usando la carretilla.

Tabla - 8. Tiempo de traslado de pallets usando Apilador Walkie – Picking

Tiempo de viaje 342 pallets/año	Total
Traslado en walkie	4.3 hrs

Fuente: Elaboración propia

Con la implementación del apilador se logrará en primer lugar, un ahorro de 75 horas de trabajo por la eliminación de las actividades de paletizado y despaletizado (100% ahorro); en segundo lugar, la reducción del número de viajes realizados durante el picking de 3244 a 342 (800% de ahorro) lo que se traduce en una reducción de tiempo de 28.5 horas a 4.3 horas (24. 2 horas, 85 % ahorro).

Análisis económico

A continuación, realizamos el análisis económico de la adquisición del apilador, según las cotizaciones revisadas el equipo en promedio tiene un precio de 800 USD, tiempo de vida de 5 años, y generaría un ahorro anual de 520 USD (sólo considerando una disminución de tiempos de traslados y eliminación de los tiempos por paletizados y despaletizados).

$$VAN = -800 + 520 \frac{(1 - (1 + 0.10)^{-5})}{0.10}$$

$$VAN = 1171 \text{ USD}$$

$$Payback = \frac{800}{520} = 1.5 \text{ años}$$

En resumen, con la adquisición del apilador se consigue una disminución total de 99.2 horas durante el picking de los productos, equivalentes a 12 días de trabajo, lo cual significa para la empresa una reducción del 8% en los costos en contratación de personal temporal, además esta inversión genera un VAN positivo de 1171 USD y un payback de 1.5 años.

Decidir un sistema de preparación de órdenes de pedidos en despacho

Al revisar la forma y tiempo de entrega de los pedidos al cliente, se observa que para la entrega de pedidos a destinos locales se invierten en promedio 89 horas semanales (Figura 29), este tiempo se puede optimizar, ya que existen varios cuellos de botella, por ejemplo, se observó que el trabajador busca dentro del camión cada producto, verifica el lote correcto a despachar (en ocasiones lotes mezclados deben separarse en el camión), y descarga los productos manualmente en unidades pequeñas (Figura 30) lo que genera errores al momento de bajar los productos; todo esto produce un mayor tiempo de espera por parte del conductor de los camiones, lo que hace que se entreguen menos órdenes por día, aumentando los días de despacho e incrementando los costos en la contrataciones de camiones.

La decisión planteada está enfocada en preparar todas las órdenes de pedido en el almacén de la empresa y no en el almacén del cliente, con el fin de reducir los tiempos de entrega y por consiguiente, reducir los costos de subcontratación de camiones. El nuevo sistema o procedimiento de preparación de pedidos es: (1) Designar una zona de preparación de pedidos en el almacén, (2) Alistar los productos asignados por cliente verificando el lote correspondiente (3) Armar un pallet por cada cliente (4) Cargar el pallet al camión (5) Descargar el pallet en el local del cliente. Es necesario que durante el despacho se lleve el apilador para poder descargar los pallets.

Se realizó pruebas de armar los pedidos en el almacén de la empresa, el tiempo promedio fue de 20 min / pedido. En la siguiente tabla de muestra el comparativo de los tiempos de armado de orden en la situación actual (local del cliente) versus la propuesta (local de la empresa). Cabe resaltar que en la situación propuesta el tiempo de entrega de productos al cliente sería: tiempo en descargar los pallets con el apilador, lo que hemos asumidos que será en máximo

10 minutos y el tiempo de revisión documentaria y verificación por parte del cliente que son los 20 min, lo que suma un tiempo total de 30 minutos.

Tabla - 9. Tiempo de entrega en preparación en almacén versus preparación en cliente.

Tiempo	Situación actual Armado orden local de cliente	Situación propuesta Armado de orden el almacén
Armado de la orden	40 min	20 min
Revisión con el cliente	20 min	20 min
Tiempo en bajar el producto	-	10 min
Tiempo total de despacho/cliente	1 hora	0.50 hora (30 min)
Tiempo total de despacho/mes	89 horas	44.5 horas

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla N°9 podemos concluir que se lograría disminuir el tiempo de entrega de productos de 89 horas a 44.5 horas, lo que significa un ahorro en tiempos del 50%.

Lo que buscamos a continuación, es traducir el ahorro de los tiempos de entrega del 50% en ahorro en costos por contrataciones de los camiones, en la Tabla N° 10 presentamos los datos para poder estimar esta disminución de los costos:

Tabla - 10. Ahorro en días de despacho en la situación actual vs propuesta)

	Situación actual	Situación propuesta	Ahorro
Horas de despacho/ mes	89 horas	44.5 horas	
N° Camiones disponibles	2	2	
Horas de entrega/camión	44.5 horas	22.2 horas	
Días de entrega/camión. (1día: 8 horas)	5.6 días	2.8 días	2,9 días/ camión

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se hizo un análisis de costos, similar al presentado en el Tabla 7, considerando el cambio del procedimiento de preparación de pedidos explicado en esta sección, el nuevo costo sería de 984 USD, tal como se muestra en la siguiente Tabla:

Tabla - 11 Ahorro anual de contratación de camiones, con la mejora implementada

Tipo de Vehículo	Nº camiones	Días de alquiler/ Camión	Días de alquiler	Costo alquiler/día	Costo/mes	Costo anual	Ahorro
Camioneta	1	1	1	200 USD	200 USD	8856 USD	5544 USD
Camión	2	≈ 3	≈ 6	140 USD	784 USD		

Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos, podemos concluir que, con la implementación de la metodología de armado de paquetes en el almacén de la empresa, se logrará una reducción de ≈ 3 días en el despacho, lo cual se traduce en un ahorro de 5544 USD anuales, esto significa para la empresa una reducción en los costos del 38.5 % en contratación de camiones.

CAPITULO 5

5.1. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se ha mostrado la problemática de la empresa Consorcio MRL respecto a la eficiencia en las operaciones de almacenamiento y distribución de productos. Para poder abarcar el problema y brindar una solución; se utilizaron los datos disponibles de las características de la demanda y del almacén, con ello se planteó una metodología que consiste en: primero, hacer la recolección de datos e información; segundo, hacer un análisis de datos; y tercero, planteamiento y/o implementación de propuestas de mejora. A partir de los resultados obtenidos, fue posible concluir que con una selección apropiada del tipo/sistema de almacenamiento, sistema de manipulación de productos, posicionamiento de los productos y metodología de preparación de órdenes, se obtienen ahorros de recursos de dinero y tiempo.

En primer lugar, se implementó la ubicación óptima de los productos, debido a que éstos estaban ubicados en base a su peso lo que se hizo fue reubicarlos en base a la popularidad, se cambió la ubicación de los productos desde las posiciones mostradas en la Figura 27 hacia las posiciones mostradas en la Figura 35. El resultado obtenido fue una disminución en los tiempos de traslados durante el picking, por lo que la reubicación de los productos significó para la empresa un ahorro en tiempos de traslados del 45%.

En segundo lugar, respecto al sistema de manipulación de pallets, como ya se mencionó en las secciones anteriores se utiliza una carretilla manual, luego, al hacer la evaluación del reemplazo de la carretilla (Figura 1) por el apilador walkie (Figura 36), ya no se realizarían las actividades de paletizado y despaletizado de los productos, debido a que se contaría con un equipo adecuado. Además, se reduciría los tiempos de traslados durante el picking, todo ello acumula un ahorro de 92,2 horas anuales lo que significa para la empresa una disminución del 8% en los costos de contratación de personal temporal. Además, la inversión en la adquisición del apilador da un VAN positivo de 1171 USD y un payback de 1.5 años.

En tercer lugar, se estudió el efecto de modificar el sistema actual de preparación de pedidos, es decir en vez de preparar los pedidos en el local del cliente lo preparamos en el almacén de Consorcio MRL; el análisis se hizo en base al ahorro en tiempo y costos. Al cambiar el

sistema de preparación de pedidos se observa que se logrará reducir el número de días de despacho de 6 a 3 días (Tabla 10), lo que se traduce para la empresa en un ahorro de 5544 USD anuales, que representa un 38.5% de los costos de subcontratación de camiones.

Con respecto al tipo de almacenamiento, al tomar la decisión de cambiar de un almacén compartido a dedicado y asignar para cada carril un SKU se logró reducir el tiempo búsqueda y extracción de productos, parte significativa de las actividades de picking.

Las mejoras propuestas no sólo han logrado la disminución de tiempos y costos, sino también mejoras en el clima laboral, ya que habría una reducción de horas extras y condiciones más seguras de trabajo.

En resumen, podemos concluir que las implementaciones de las decisiones de mejora contribuyen a tener un proceso optimizado, ya que cada mejora genera ahorros en tiempo, lo que ayudará a cumplir las entregas de los productos dentro de la jornada laboral con ahorros en costos para la empresa, quien es una Mipyme de bajo presupuesto que tiene la necesidad de generar más utilidades que contribuyan a su crecimiento.

5.2 TRABAJOS FUTUROS

Los trabajos futuros deben estar enfocados en trabajar en la planificación de las actividades con una asignación adecuada del personal fijo y temporal para generar un mejor uso recursos humanos y depender menos del personal temporal

Se debe analizar el impacto de las mejoras propuestas e implementadas en el porcentaje de utilización de las horas hombres.

Finalmente, se debe tener en cuenta que, para la estimación de los ahorros potenciales presentados, se han hecho supuestos para poder facilitar los cálculos, por ejemplo, para la estimación de la cantidad de viajes durante el picking para atender una demanda anual se asumió que la carretilla siempre va llena.

5.3 BIBLIOGRAFÍA

Bartholdi, J. and Hackman, S. (2014). *Warehouse & Distribution Science*. Recuperado de: www.warehouse-science.com.

Frazelle, Edward H. *World-Class Warehousing and Material Handling*, 2E. McGraw-Hill Education. Edición de Kindle.

Andina. (2019, 25 junio). Mipymes emplean más del 60% de la Población Económicamente Activa. Andina, p. 1. Recuperado de <https://andina.pe/agencia/noticia-mipymes-emplean-mas-del-60-de-poblacion-economicamente-activa-756630.aspx>

Camara de Comercio de Arequipa (2018). Informe de coyuntura agosto 2018. Recuperado de: https://www.camaraarequipa.org.pe/sites/default/files/publicaciones/informe_de_coyuntura_agosto_2018.pdf

BING RENTZ. (2019). *Walkie Stacker*. Recuperado de <https://www.bigrentz.com/equipment-rentals/forklifts/walkie-stacker>

5.4 ANEXOS

Anexo 1. Estadísticas de posicionamiento de cada producto

SKU	Unidad	Peso (kg)	Und/año	Volumen unidad (m3)	Popularidad	Movimiento- Cúbico (m3/año)	Movimiento- Cúbico (m3/mes)	Densidad de picking (#Req/ m3)	N° Pallets/año	N° pallets / mes
Arroz	Bolsa	30.0	1105	0.049	642	54	6	12	36	4
Conserva de pescado	Caja	8.2	1933	0.016	359	30	4	12	25	3
Leche evaporada - 0.4 gr	Caja	9.6	1375	0.011	180	15	2	12	9	1
Azucar	Bolsa	30.0	427	0.041	208	18	2	12	18	2
Aceite vegetal 1lt	caja	12.0	576	0.023	158	13	1	12	9	1
Fideos	Bolsa	10.0	1109	0.011	146	12	2	12	12	2
Galleta con quinua	Caja	3.0	1028	0.012	146	12	3	12	12	2
Conserva de mollejas	Caja	7.2	730	0.016	136	11	2	12	10	2
Conserva de carne de pollo	Caja	8.2	652	0.016	123	10	2	12	13	2
Conserva de carne de cerdo	Caja	8.2	637	0.016	123	10	3	12	8	2
Conserva de carne de res	Caja	7.2	377	0.016	72	6	1	12	7	1
Semola de cereales (trigo)	Bolsa	4.0	108	0.054	69	6	2	12	6	2
Frijol	Bolsa	25.0	141	0.041	72	6	1	12	9	1
Haba	Bolsa	25.0	94	0.052	60	5	1	12	7	1
Quinua Entera	Bolsa	25.0	179	0.025	56	4	1	12	9	1
Papa seca	Bolsa	12.5	132	0.038	60	5	1	12	6	1
Chocolate para taza	Caja	4.5	425	0.008	45	3	1	13	9	1
Lentejas	Bolsa	25.0	188	0.018	42	3	1	12	9	1
Pallar	Bolsa	25.0	141	0.023	41	3	1	13	6	1
Hojuela de avena	Bolsa	25.0	123	0.028	42	3	0.4	12	9	1
Harina de Haba	Bolsa	25.0	57	0.056	40	3	1	12	9	1
Hojuelas de kiwicha	Bolsa	25.0	64	0.063	50	4	1	12	5	1
Conserva de bofe de res	Caja	7.2	181	0.016	35	3	1	12	3	1
Harina de Kiwicha	Bolsa	25.0	59	0.079	57	5	1	12	9	1
Almidon de maiz	Bolsa	12.5	59	0.048	34	3	1	12	6	1
Harina de Lucuma	Bolsa	12.5	83	0.029	32	2	0.3	13	9	1
Frutos secos (maní)	Caja	12.5	74	0.024	21	2	1	12	3	1
Harina de Maca	Bolsa	12.5	53	0.032	21	2	1	13	4	1
Harina de quinua	Bolsa	12.5	35	0.044	18	2	1	12	4	1
Garbanzo	Bolsa	25.0	47	0.028	17	1	0.4	13	3	1
Arveja	Bolsa	25.0	47	0.039	23	2	1	13	3	1
de mani tosado y maiz	Bolsa	12.5	27	0.047	15	1	0.2	12	5	1
Harina de camote	Bolsa	12.5	26	0.050	18	1	0.2	14	5	1
Aceite vegetal 200ml	caja	4.8	79	0.011	14	1	0.1	16	9	1
Hojuela de avena con kiwicha	Bolsa	25.0	44	0.028	16	1	0.4	13	5	1
Hojuelas de quinua	Bolsa	25.0	35	0.039	18	1	0.2	13	6	1
Leche evaporada - 0.17 gr	Caja	8.2	58	0.010	9	1	0.1	15	9	1
Hojuelas de avena con maca	Bolsa	25.0	27	0.026	11	1	0.2	16	7	1
Mezcla de harinas	Bolsa	12.5	15	0.029	6	0	0.1	14	3	1
Harina de platano	Bolsa	12.5	13	0.021	5	0	0.1	18	4	1
Hojuelas de avena con quinua	Bolsa	25.0	20	0.013	4	0	0.1	15	2	1

