

Desarrollar una propuesta de manejo y control en la ubicación de material con el uso de Técnicas de almacenaje en el área de almacenamiento para minimizar la pérdida de material en una empresa fabricante de cartón corrugado.

Rigoberto Cruz Roa

Universitaria Agustiniiana – Uniagustiniana

Facultad de Ingenierías

Programa de Ingeniería Industrial

2022

Desarrollar una propuesta de manejo y control en la ubicación de material con el uso de Técnicas de almacenaje en el área de almacenamiento para minimizar la pérdida de material en una empresa fabricante de cartón corrugado.

Rigoberto Cruz Roa

Director

Jair Eduardo Rocha González

Universitaria Agustiniiana – Uniagustiniana

Facultad de Ingenierías

Programa de Ingeniería Industrial

2022

Resumen

Este proyecto de investigación tiene como finalidad desarrollar una propuesta de mejora para la empresa fabricante de cartón corrugado dedicada a la elaboración de cajas cartón corrugado con el propósito de minimizar las pérdidas de material que son representativas en dicha organización.

Para llevar a cabo este trabajo se tomó como referencia la base de históricos de las problemáticas presentadas para el año 2021 en donde se evidencia que la mayor causa de desperdicios se presenta en el área de almacenamiento tanto de producto en proceso como de producto terminado.

Por medio de la metodología del análisis de operaciones se realiza un estudio detallado del área de almacenamientos, mostrando que las principales causas en las pérdidas de material se dan por no contar con un sistema de información que permita darle una trazabilidad de la información en tiempo real y de manera eficiente, esto da como lugar al exceso de movimientos, entre otros.

Finalmente se desarrolla una propuesta de mejora que integra un sistema de codificación RFID, implementación de estanterías que permitan tener una mejor distribución del almacenamiento para el cual permita un mayor aprovechamiento del espacio, adquisición de estibas plásticas que minimice el deterioro del cartón corrugado y, por último, un análisis de costos que brinde información de la viabilidad de este.

Palabras claves: Análisis de operaciones, identificación por radiofrecuencia RFID, manejo de inventarios, manejo de materiales.

Abstract

The purpose of this research project is to be of help by presenting an improvement proposal for the corrugated cardboard manufacturing company dedicated to the production of corrugated cardboard boxes with the purpose of minimizing the losses of material that are representative.

To carry out this work, the historical base of the problems presented for the year 2021 was taken as a reference, where it is evident that the greatest cause of waste occurs in the storage area of both product in process and finished product.

Through the operations analysis methodology, a detailed study of the storage area is carried out, showing that the main causes of material losses are due to the lack of an information system that allows traceability of the information in real time. and efficiently, this gives rise to excess movements, among others.

Finally, an improvement proposal is developed that integrates an RFID coding system, implementation of racks that allow a better distribution of storage for which it allows a greater use of space, acquisition of plastic pallets that minimize the deterioration of corrugated cardboard and, for Lastly, a cost analysis that provides information on its viability.

Keywords: Operations analysis, RFID radiofrequency identification, inventory management, material handling.

Tabla de Contenido

Tabla de Contenido.....	5
Introducción.....	16
1. Descripción del problema.....	17
1.1 Antecedentes del problema.....	24
1.2 Pregunta de investigación.....	30
2 Justificación.....	31
3 Objetivos.....	32
3.1 Objetivo general.....	32
3.2 Objetivos específicos.....	32
4 Marco de referencia.....	33
4.1 Estado del Arte.....	33
4.2 Marco Teórico.....	45
4.2.1 Antecedentes.....	45
4.2.2 Análisis de operaciones.....	47
4.3 Marco Conceptual.....	50
4.4 Marco Legal.....	52
5 Marco Metodológico.....	54

5.1	Tipo de Investigación.....	54
5.2	Variables del problema	54
5.3	Fuentes de información.....	54
5.4	Instrumentos de recolección de la información	55
6	Diagnóstico	56
6.1	Análisis de operación.....	56
6.1.1	Finalidad	56
6.1.2	Diseño de las partes	74
6.1.3	Especificación y tolerancias	80
6.1.4	Material.....	86
6.1.5	Secuencia y proceso de fabricación.....	87
6.1.6	Configuración y Herramientas.....	92
6.1.7	Manejo de materiales.....	94
6.1.8	Distribución en planta.....	96
6.1.9	Diseño del trabajo.....	111
7	Propuesta de mejora	116
7.1	Trazabilidad de la información	117
7.1.1	Definición de las alternativas	118
7.1.2	Definición de criterios	122
7.1.3	Valoración de los criterios.....	123

7.1.4	Selección de la alternativa AHP	128
7.1.5	Elementos propuestos para la mejora	128
7.1.6	Manejo del área del almacenamiento después de la mejora	131
7.2	Distribución de los almacenes.	132
7.2.1	Definición de las alternativas.	132
7.2.1.1	<i>Estantería Selectivas</i>	132
7.2.1.2	<i>Estantería Compacta drive in</i>	133
7.2.1.3	<i>Estantería de pasillo estrecho</i>	133
7.2.1.4	<i>Estantería de doble profundidad</i>	134
7.2.1.5	<i>Estantería de bases móviles</i>	134
7.2.1.6	<i>Estantería dinámica</i>	134
7.2.2	Definición de los criterios.....	135
7.2.3	valoración de Criterios.....	137
7.2.4	Selección de la alternativa AHP	144
7.2.5	Alternativa seleccionada.....	145
7.2.6	Desarrollo	146
7.2.6.4	<i>Posicionamiento de la estantería</i>	150
7.2.6.7	<i>Posicionamiento de la estantería</i>	154
7.3	Implementación de las propuestas	158
8	Comparación y análisis de la propuesta.	160

8.1	Costo de la inversión.....	160
8.1.1	Costo de implementación de la codificación.....	160
8.2	Costo de implementación de la estantería.....	160
8.2.1	Costo de la adquisición de las estibas.....	161
8.2.2	Costo total de la inversión.	162
8.3	Cuantificación de pérdidas por periodo.	162
8.4	Inversión por periodos.	163
8.5	Viabilidad del proyecto Financiero.....	163
8.5.1	ROI.....	164
8.5.2	TIR.....	164
8.5.3	TIO.....	165
8.5.4	VPN.....	166
9	Conclusiones.....	167
10	Anexos.....	169
11	Lista de referencia.....	178

Lista de Tablas

Tabla 1. Resistencia a la compresión vertical del Cartón Corrugado.	19
Tabla 2. Histórico de no conformidades año 2021.	24
Tabla 3. Datos históricos sobre la frecuencia de las causas de la pérdida de material.	29
Tabla 4. Estado del arte.	33
Tabla 5. Normas Legales	52
Tabla 6. Variables del problema.	54
Tabla 7. Finalidad del material de fabricación de la lámina corrugada.	57
Tabla 8. Finalidad del material en impresión y troquelado.	59
Tabla 9. Finalidad del montacarga en su inspección.	62
Tabla 10. Finalidad del montacarga cuando se prepara.	64
Tabla 11. Finalidad del montacarga al levantar el material.	65
Tabla 12. Finalidad del montacarga al transportar el material.	65
Tabla 13. Finalidad del montacarga al almacenar el material.	66
Tabla 14. Finalidad del operario en la inspección del montacarga.	67
Tabla 15. Finalidad operario verificación de pedidos.	69
Tabla 16. Finalidad del operario al identificar el pedido.	70
Tabla 17. Finalidad del operario al alimentar las maquinas.	71
Tabla 18. Finalidad operario al cargar el pedido del producto terminado.	72
Tabla 19. Finalidad de operario de almacenar el material.	74

Tabla 20. Diseño de partes del material en el proceso de corrugación.	75
Tabla 21. Diseño de partes del material en la impresión y troquelado.	78
Tabla 22. Especificación de material al corrugar.	80
Tabla 23. Tolerancia del material al corrugar.	82
Tabla 24. Especificaciones y tolerancias del material en impresión y troquelado.	83
Tabla 25. Especificación y tolerancia del montacarga al almacenar el material.	85
Tabla 26. Material en la fabricación de la lámina corrugada.	86
Tabla 27. Material en el procesamiento de la lámina.	87
Tabla 28. Secuencia y proceso con el montacarga.	88
Tabla 29. Secuencia y proceso del operario en el proceso.	90
Tabla 30. Configuración y herramientas del material al corrugador.	93
Tabla 31. Configuración y herramientas del material al transformar en impresión y troqueladora.	94
Tabla 32. Manejo de materiales con el montacarga.	95
Tabla 33. Diagrama de flujo de proceso para el montacarga 1 (M1).	97
Tabla 34. Diagrama de flujo de proceso para el operario del montacarga 1 (M1).	98
Tabla 35. Diagrama de flujo de proceso para el montacarga 2 (M2).	99
Tabla 36. Diagrama de flujo de proceso para el operario del montacarga 2 (M2).	100
Tabla 37. Diagrama de flujo de proceso para el montacarga 3 (M3),	101
Tabla 38. Diagrama de flujo de proceso para el operario del montacarga 3 (M3)	102

Tabla 39. Diseño del trabajo.....	111
Tabla 40. Resumen de las problemáticas.....	116
Tabla 41. Escala de valoración de criterios Thomas Saaty.	123
Tabla 42. Método AHP criterio costo.....	124
Tabla 43. Método AHP Criterio: Confiabilidad	125
Tabla 44. Método AHP criterio Facilidad en lectura.....	125
Tabla 45. Método AHP criterio Reutilización	126
Tabla 46. Método AHP Comparación de criterios	127
Tabla 47. Resultado Método AHP	128
Tabla 48. Método AHP criterio: costo.....	138
Tabla 49. Método AHP criterio: Facilidad	139
Tabla 50. Método AHP criterio: Acorde a montacargas actuales	140
Tabla 51. Ideal para el proceso	141
Tabla 52. Método AHP criterio: Optimización del espacio	142
Tabla 53. Método AHP criterios.....	143
Tabla 54. Tabla resumen	144
Tabla 55. Orden de implementación de las propuestas.	158
Tabla 56. Valor para implementar la codificación.	160
Tabla 57. Valor para implementar la Estantería.	161
Tabla 58. Valor de adquirir las estibas y la asesoría del trabajo.	161

Tabla 59. Sumatoria de las inversiones.	162
Tabla 60. Gastos por periodo.....	162
Tabla 61. Inversión por periodo.	163
Tabla 62. Cálculo del indicador ROI.....	164
Tabla 63. Flujo de caja	164

Lista de Figuras

Figura 1. Volumen de empaque por región. Guevara, M. (2019).	17
Figura 2. Mercado mundial de empaques por material. Guevara, D. (2019).	18
Figura 3. Estudio sobre el crecimiento en el sector de empaque. ANDI. (2019).	18
Figura 4. Diagrama de flujo de la empresa en estudio. Nota. Elaboración propia.	20
<i>Figura 5. Diseño de planta de la fábrica de Cartón corrugado. Nota. Elaboración propia. ...</i>	<i>21</i>
Figura 6. Marcación tarjeta por estiba. Nota. Fotografía tomada del almacén de producto en proceso.	22
Figura 7. Árbol de problemas. Elaboración propia.	27
Figura 8. Espina de pescado. Nota. Elaboración propia.	28
Figura 9. Pareto de las causas de pérdida de material en el área de almacenamiento. Elaboración propia.....	30
Figura 10. Apile del cartón corrugado. Nota. Fotografía tomada en la máquina corrugadora. .	59
Figura 11. Ingreso de la lámina en la impresora. Nota. Fotografía tomada en las instalaciones	61
Figura 12. Cajas terminadas de máquina. Nota. Fotografía tomada en instalaciones.	61
Figura 13. Retiro del material procesado. Nota. Fotografía tomada en las instalaciones de la empresa.....	73
Figura 14. Arrume ideal que sale del corrugador. Nota. Fotografía tomada en las instalaciones de la empresa.	76
Figura 15. Mercancía remontada en el área de producto en proceso. Nota. Fotografía tomada en las instalaciones de la empresa.	77

Figura 16. Mercancía remontada en el área de producto terminado. Nota. Fotografía tomada en las instalaciones de la empresa.	79
Figura 17. Lista de chequeo del montacarga. Nota. Fotografía tomada del archivo de la empresa.	92
Figura 18. Plano de recorrido de los tres montacargas. Nota. Elaboración propia.	104
Figura 19. Ampliación del Diagrama de recorrido del montacarga M1. Nota. Elaboración propia.	105
Figura 20. Ampliación del Diagrama de recorrido del montacarga M2. Nota. Elaboración propia.	106
Figura 21. Ampliación del Diagrama de recorrido del montacarga M3. Nota. Elaboración propia.	109
Figura 22. Resumen del diagnóstico.....	114
Figura 23. Código QR. Denso wave Incorporated (2022).....	120
Figura 24. Lector de radiofrecuencia Zebra MC3300. Zebra (2022).	129
Figura 25. Impresora RFID Series ZT400. Zebra (2022).	130
Figura 26. Etiqueta ZBR2000. Zebra (2022).....	130
Figura 27. 11608-PEM - Teklynx CodeSoft Network RFID Platinum. Barcodesite (2022). .	131
Figura 28. Altura ideal de la estantería. Elaboración propia.	146
Figura 29. Acomodación actual del producto. Elaboración propia.	148
Figura 30. Vista de las posiciones de la estantería en producto en proceso.	149
Figura 31. Posicionamiento de la estantería.	150

Figura 32. Acomodación actual del producto en el área de producto terminado. Elaboración propia..... 151

Figura 33. Vista de las posiciones de la estantería en producto terminado. Elaboración propia.
..... 153

Figura 34. Posicionamiento de la estantería. Elaboración propia..... 155

Figura 35. Estiba plástica. Elaboración propia. 156

Figura 36. Estiba de madera. Elaboración propia..... 157

Introducción

El sector de papel a nivel mundial juega un papel muy importante en el mercado, especialmente, en el sector del papel de cartón corrugado, dicho material es utilizado para la fabricación de cajas de cartón y sus derivados, que son demasiado valiosas en la de cadena de valor en las industrias, como en la operación logística, permiten el embalaje de una gran variedad de productos que se comercializan; y se espera que este sector este en crecimiento, esto gracias a la pandemia del 2020, que dio apertura y fuerza al comercio electrónico “e-commerce”.

En Colombia, este sector del papel se vio afectado por la pandemia del Covid-19, además el movimiento del paro de camioneros del 2021, que en su mayor afectación se dio en el valle del Cauca, en dicho municipio se encuentra un gran porcentaje de molinos de papel gracias a su posición geográfica que favorecen las materias primas para su producción. Dicha problemática generó desabastecimiento de papel para la fabricación de cajas de cartón y demás productos relacionados a nivel nacional.

Con el presente trabajo se pretende presentar una propuesta para la empresa fabricante de cartón que ayude a mitigar dicho desperdicio que se presenta en el área de producto en proceso y producto terminado y así, ayudar a la problemática actual que se vive en dicho sector y a su vez al cliente.

1. Descripción del problema

Las empresas productoras de papel pertenecen a la actividad económica 1701 y las empresas que fabrican cartón corrugado y lo transforman a la actividad económica 1702, este cartón corrugado es utilizado para realizar empaques los cuales facilitan el manejo logístico para todas las empresas, pertenecen al sector manufacturero y desarrolla una economía circular, según la Cámara de Comercio de Bogotá este sector tuvo crecimiento del 28,1% a septiembre del 2021 con respecto al mismo mes del año anterior.

A nivel mundial el sector papelerero tiene movimientos grandes, siendo el sector de empaques y envases uno de los motores más importantes de desarrollo a nivel mundial, según (Guevara, 2019) entre los mayores consumidores de empaque están Asia Pacifico, seguido de China, Europa Occidental y Estados Unidos como se evidencia en la figura 1. El sector de empaques está en crecimiento por sus avances tecnológicos y por la demanda de sostenibilidad de los consumidores lo que causa su impulso, lo que significa que a 2023 tenga una tasa de crecimiento anual del 3%.

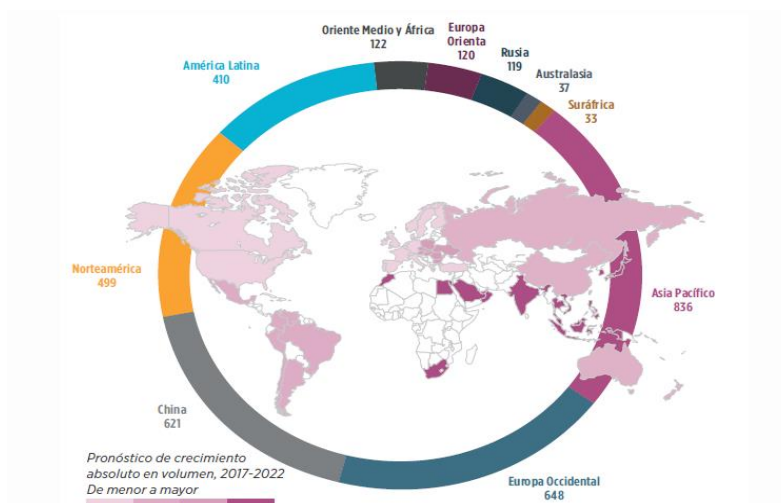


Figura 1. Volumen de empaque por región. Guevara, M. (2019).

En el sector de empaques encontramos categorías de las cuales el cartón corrugado predomina con el 35,7% del total de la demanda del mercado mundial y esto se debe a su alta demanda para temas logísticos y nuevos mercado como el E-commerce, En la figura 2 vemos los porcentajes que tiene cada categoría de empaque.

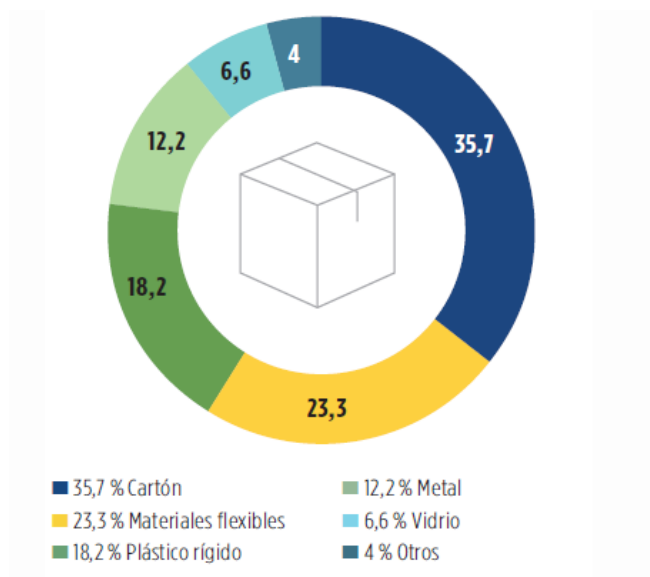


Figura 2. Mercado mundial de empaques por material. Guevara, D. (2019).

En Colombia, la industria de empaques y envases alcanza los USD 840 millones de dólares anuales en ventas y según la (ANDI, 2019) hay en total 15 empresas productoras de papel y cartón según la figura 3. El cartón corrugado es el que tiene el mayor porcentaje de consumo con el 48%, es una industria sostenible y productora de más de 90.000 empleos y que tiene una participación del 4,6% en el PIB Industrial, lo cual muestra un grado positivo para la economía del país, el 87% cubre la producción para abastecer el mercado nacional y tan solo un 13% se exporta a países de centro América en especial.



Figura 3. Estudio sobre el crecimiento en el sector de empaque. ANDI. (2019).

La empresa fabricante de cartón corrugado, en la que nos vamos a enfocar este estudio, se encuentra ubicada en el sector de empaque secundario, es una empresa dedicada a la fabricación, comercialización y venta de toda clase de cartones y papeles, los cuales manejan diferentes tipos de cajas, entre ellos se encuentran, lo que son cajas corrientes, cajas troqueladas, cajas telescópicas y cajas tipo floricultor; todas ellas fabricadas en las siguientes resistencias que se presentan en la tabla 1:

Tabla 1. Resistencia a la compresión vertical del Cartón Corrugado.

Designación	RCV mínimo	
	kN/m	kgf/m
450	4,41	450
540	5,30	540
620	6,08	620
720	7,06	720
790	7,75	790
930	9,12	930
1 050	10,30	1,050
1 130	11,08	1,130
1 200	11,77	1,200
1 520	14,91	1 520

Nota. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2005).

En la planta de fabricación que se enfocara el proyecto se encarga de atender el mercado de la capital y sus alrededores, es una de las más grande del grupo empresarial, con una producción superior a las 4.000 toneladas al mes.

La planta se divide en dos áreas, la primera encargada de fabricar el cartón y la segunda, transformar el cartón tanto en componentes, como en procesos intermedios y finales, siendo estas las áreas que existe almacenamiento en donde presenta pérdida de material, la cual dicha problemática será objeto de estudio.

En la figura 4, se encuentra el diagrama de flujo para la fabricación de la caja de cartón corrugado con el fin de mostrar de manera visual el proceso de transformación que lleva la materia prima con el fin de suplir las necesidades y especificaciones que requiere el cliente en las cajas de cartón corrugado.

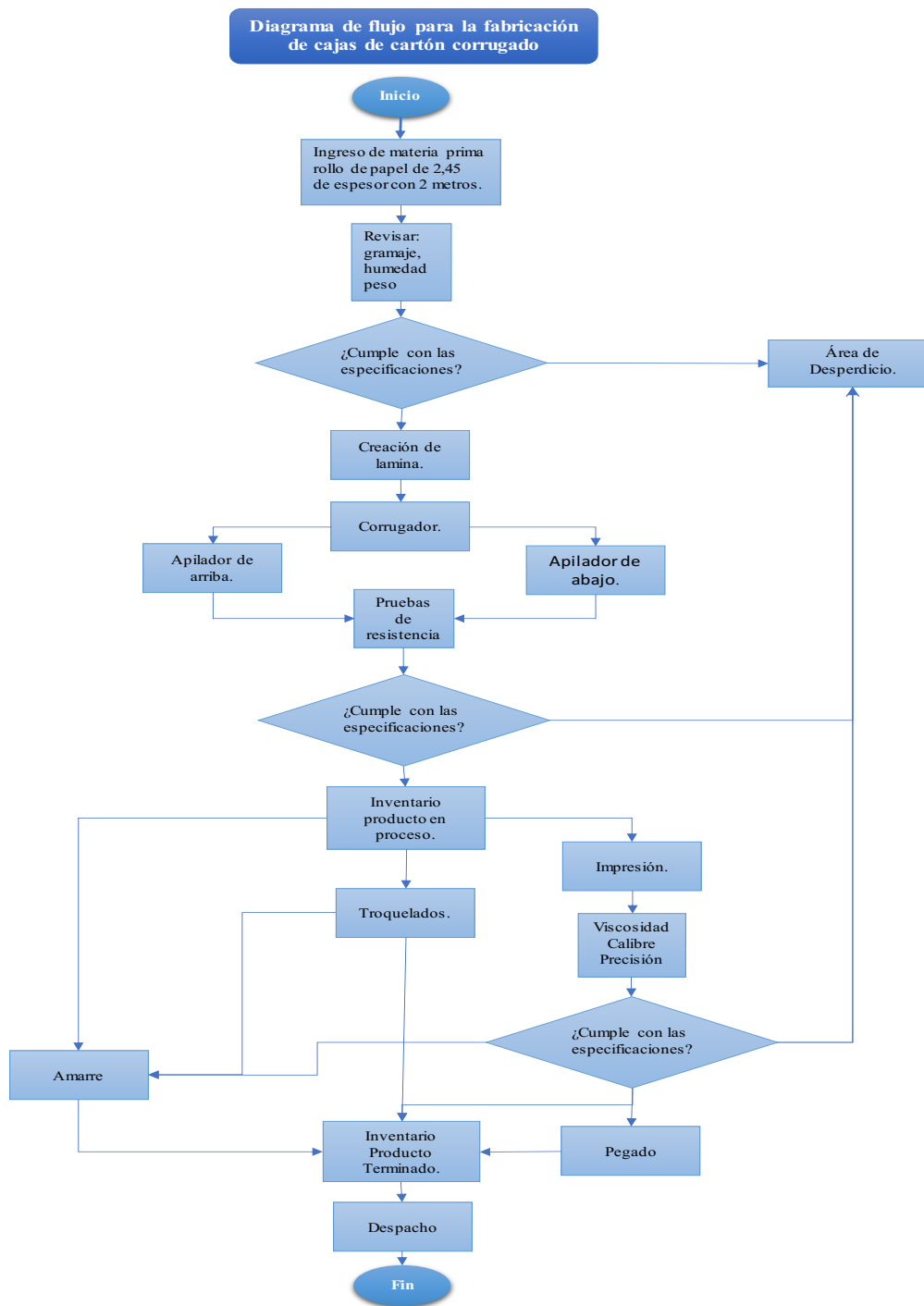


Figura 4. Diagrama de flujo de la empresa en estudio. Nota. Elaboración propia.

La primera área, donde la materia prima el papel se convierte en cartón, por medio de un proceso de ondulación y unión de tres papeles, los cuales se pegan con un almidón y entran a un tren de secado, para después ser cortada y apilada en estibas de plástico, en este momento el montacarga

la pasa a las zonas demarcadas como producto de almacenamiento en proceso y esta mercancía queda organizada en lo posible por orden de pedido sin importar la cantidad de estibas que contenga el pedido.

La segunda área está compuesta por las impresoras, que tienen la finalidad de transformar esta lámina de cartón corrugado en componentes como: caja corriente, caja telescópica y caja tipo floricultor, así mismo se imprime en una de las 5 impresoras y si requieren un proceso adicional como las cajas troqueladas se pasa a troquelar, para después pasar al área de almacenamiento de producto terminado. Se puede evidenciar la distribución de la planta en la figura 5 para mayor comprensión.

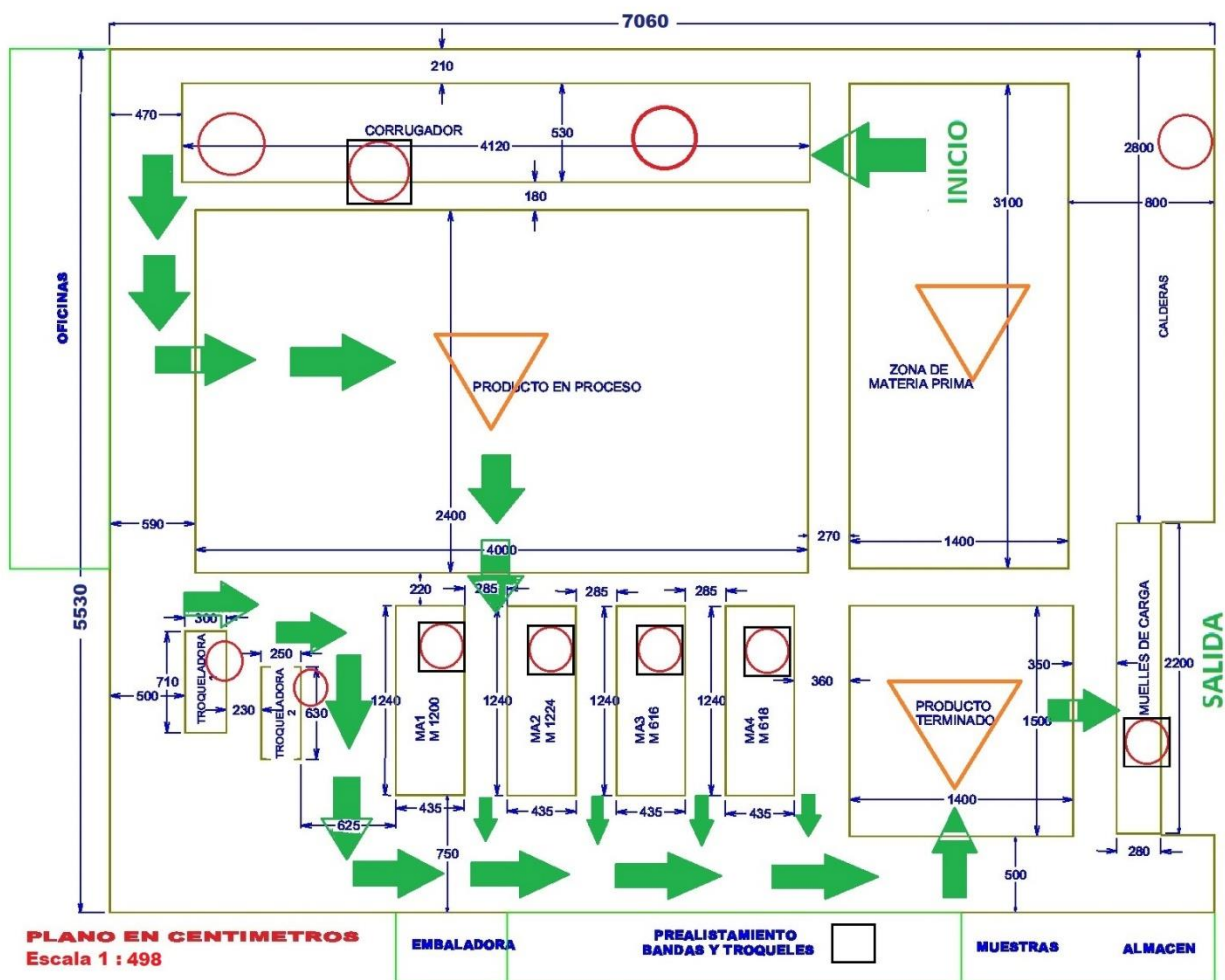


Figura 5. Diseño de planta de la fábrica de Cartón corrugado. Nota. Elaboración propia.

Cabe anotar que el material es debidamente marcado por una tarjeta Kanban con datos básicos del nombre de cliente, cantidad corrugada, operario y proceso siguiente como se ve en la figura 6. En el proceso de fabricación desde que entran las materias primas, hasta que se despacha el producto terminado es sistematizado, a excepción de los procesos en almacenamiento que se hacen a mano y los cuales generan los desperdicios que van a entrar en nuestro estudio.



Figura 6. Marcación tarjeta por estiba. Nota. Fotografía tomada del almacén de producto en proceso.

La pérdida de material se genera por excesos movimientos en las áreas de almacenamiento generados por los montacargas, el primer montacarga se encarga de evacuar del corrugador la lámina fabricada al área de almacenamiento, el segundo montacarga se encarga de alimentar las impresoras de lámina y evacuar las cajas que se producen, hasta el almacén de producto terminado

y el tercer montacarga se encarga de realizar el despacho de producto terminado hacia el camión, en esta cadena de manipulación del material se presentan los siguientes aspectos:

- Daños en el material, en algunos casos cuando se mueve la mercancía con el montacarga y este a su vez maltrata la lámina de cartón ya sea en proceso de almacenamiento o en producto terminado cuando, este maltrato se origina, ya sea con la estiba o con el mismo montacarga, lo que genera que haya pérdida ya que al procesar las unidades no va a salir el material completo.

- Faltantes de material que generan paradas de máquina, tiempos muertos, reprocesos, reposiciones y tiempos de alistamientos dobles, por tener que buscar el material para completar el pedido, al haber tantos movimientos de mercancía hace que se pierda el control y el orden que tenía el material y cuando pasa a máquina no pasa en su totalidad ya que el movimiento no es sistemático y no es controlado.

Hay zonas demarcadas y específicas en cada área, pero cada vez que se corre el material no se actualiza, así mismo como no se corre en su totalidad el pedido a un mismo pasillo, si no que en ocasiones se corre al pasillo que tenga más espacio o al que se pueda hacer más rápido para no dejar parar la máquina, hay que tener en cuenta que esto se genera porque en el pasillo puede haber unas 10 estibas en línea y como se fabrican cantidades pequeñas puede que el pedido que se requiere este en la mitad del pasillo y como no hay una secuencia se termina desordenando las estibas perdiendo el control de cantidad que genera el Kanban.

Las estibas que pertenecen a un mismo pedido quedan en distintas zonas y cuando hay un cambio de turno, este no tiene información actualizada; cuando en máquina se dan cuenta que falta una cantidad grande, paran la máquina y entran a buscar el material, esto genera tiempos muertos y paradas de máquina y cuando no encuentran el material hacen la observación y se solicita la reposición del material lo que genera nuevos set up que hacen disminuir las eficiencias de máquina, cuando el material que hace falta es poco el operario de la máquina da por cumplido el pedido, pero no verifican si el material esta ya que el parar la máquina es más costoso.

Cuando se realiza un inventario general, en muchos casos aparecen las láminas que estaban faltando, las cuales se desechan para fabricar nuevamente papel, el motivo es que se desconoce cuándo va a haber un siguiente pedido, el cartón por ser papel absorbe humedad y hace que pierda

sus características iniciales, también el cartón es un material que ocupa mucho espacio y mantener ese inventario es muy costoso, haciendo que no se pierda el material, pero sí que deje la huella de carbón por su fabricación.

En la actualidad se entregan mensualmente en promedio 4.950 pedidos en cantidades de 500 unidades a 100.000 unidades y se atiende una media de 472 clientes al mes de los cuales pueden ser esporádicos o repetitivos.

1.1 Antecedentes del problema

Con el fin de evidenciar la mayor problemática para la empresa, se evaluó el histórico de No Conformidad, para lo cual se toma de base año 2021, en donde se evalúa cada problemática con la cantidad de toneladas que fueron afectadas y su porcentaje de participación en las No Conformidades; evidenciada en la tabla 2:

Tabla 2. Histórico de no conformidades año 2021.

Problema	Cantidad Toneladas	Porcentaje No Conformidad	Frecuencia al año (# de pedidos)
Material Faltante	233	17%	490
Material Dañado por Transporte y Manejo	190	14%	173
Diferencia por juegos incompletos	143	10%	716
Lamina Despegada	127	9%	156
Problemas de calidad de cajas	116	8%	134
Impresión Defectuosa	96	7%	119
Lamina Encocada	88	6%	110
Material Sobrante	8	1%	67
Cliente No aceptan bultos incompletos	79	6%	58
Inconsistencia en la Información	56	4%	42
Atasco en Maquina	48	3%	39
Cuadre de Maquina	36	3%	33
Dimensiones de la Lamina	33	2%	28
Material Fracturado	30	2%	27

Baja de Calidad en el Troquelado	28	2%	22
Grafado de Lámina	25	2%	18
Material con Refile	20	1%	14
Otros	50	4%	35
Total	1.406	100%	2.281

Nota. Elaboración Propia

Se evidencia que para el año 2021, las mayores problemáticas de productos no conformes son:

- ✓ Material faltante con 233 toneladas de pérdida de material equivalente a 17%.
- ✓ Material dañado por transporte y manejo con 190 toneladas de pérdida de material equivalente al 14 %.

Con el fin de encontrar y mitigar las posibles causas que generan la pérdida de material que se convierten en desperdicios, reprocesos, incumplimiento a los clientes, trabajo extra en el área contable y en costos adicionales, se ha seleccionado estas dos causas, que son los que tienen una mayor ponderación y están afectando en un 31% el total de las causas, la siguiente causa diferencia por juegos incompletos no se tendrá en cuenta en el estudio, ya que es un proceso inherente de la operación y no se puede eliminar por las tolerancias que se manejan en el proceso para producir cada pedido.

Dentro de los procesos en la fabricación de cajas de cartón, la empresa cuenta con la mayoría de ellos estandarizados, pero el elevado número de pedidos que se manejan a diario, las cantidades de cada pedido, y su capacidad casi en un 100%, hace que el manejo de los operarios encargados de alimentar cada proceso cometa errores y que se presente la pérdida de material.

El procedimiento no sistematizado en las áreas de material en proceso, es una de las causas que genera retrasos en producción, paradas de máquinas y pérdidas de tiempo que se traducen en sobrecostos e ineficiencias, esto a su vez genera que el material no sea encontrado por el operario, lo que genera sobrecostos de producción al generar reposiciones innecesarias para cumplir la demanda del cliente, en la actualidad este procedimiento es manual lo que genera que se creen cierto tipos de cuellos en la producción y no se cumpla la utilización del equipo a la capacidad máxima que debería funcionar.

El material dañado es otra causa que genera pérdida de tiempos e ineficiencia en máquinas, ya que el operario, al alimentar la máquina evidencia el daño y debe parar la máquina para escoger el material y adicional, si no está en la tolerancia que se tiene acordado con el cliente se entra a fabricar la reposición del material que hace falta, para cumplir la cantidad pedida en la orden de compra. Cabe mencionar que el sistema que maneja la empresa de cartón corrugado es Just In Time (Justo a tiempo), el cual está parametrizado para saber en qué momento se debe comenzar a fabricar el cartón para poder cumplir la entrega y al suceder la causa del material dañado los tiempos de producción se extienden generando incumplimientos en las entregas.

La siguiente causa es la pérdida de información que se genera al hacer los inventarios, al guardar la información o a la hora de hacer los cargues en el despacho, ya que los operarios digitan mal la información o hacen conteos incorrectos en el proceso, estos procedimientos que se realizan a mano son totalmente necesarios.

Para concluir, este trabajo se encargará de recopilar información, diagnosticar y utilizar herramientas y métodos que nos permitan encontrar la causa de dicha pérdida de material, en las distintas áreas de producción, gracias a ello generar posibles soluciones que se adecue a la organización, que permitan mitigar dicho impacto en el área productivo de la empresa.



Figura 7. Árbol de problemas. Elaboración propia.

Se realiza un árbol de problemas, para identificar las posibles causas que llevan a la pérdida de material en el área de producto en proceso, como se evidencia en la figura 7:

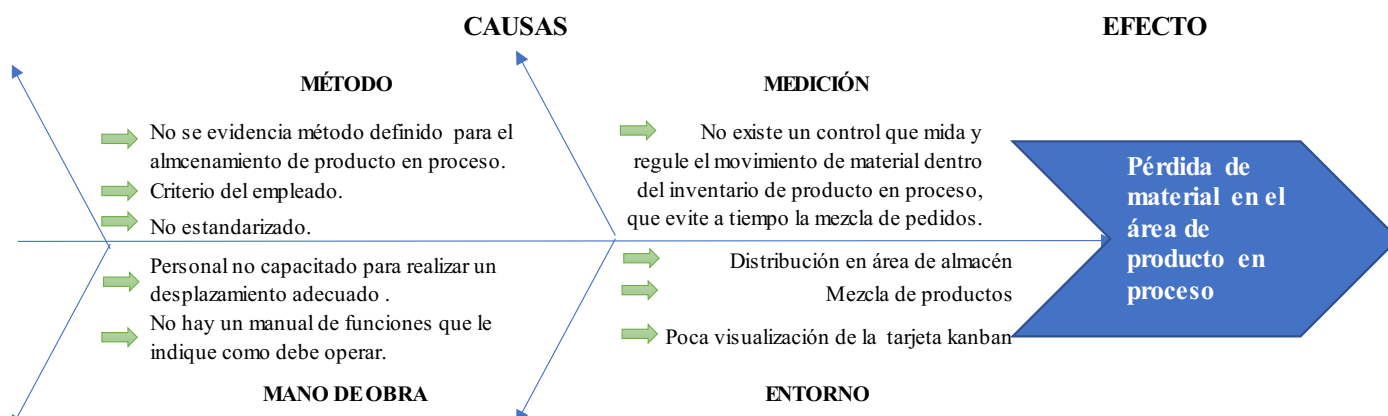


Figura 8. Espina de pescado. Nota. Elaboración propia.

En el diagrama causa y efecto presentado en la figura 8, se puede evidenciar que las posibles causas son:

✓ Método.

En el área de producto en inventario no hay un procedimiento estandarizado, ni existe un método definido que indique como debe ser el almacenamiento en producto en proceso, lo que genera es que el operario almacene los productos bajo su criterio, sin importar que se mezclen los productos y sea difícil acceso.

✓ Medición.

No existe un mecanismo que permita medir y regular el movimiento del material dentro del área de almacén de producto en proceso, lo que permita una retroalimentación de las fallas que se puedan presentar y encontrar de una manera fácil los productos que se requieran para dirigirse a la siguiente etapa de producción.

✓ Mano de obra.

Al no tener ese proceso estandarizado, no existe un manual de procedimiento que le indique al operario como debe almacenar de una manera adecuada el producto en proceso, sin ninguna capacitación adecuada a esa función, generando que sea el operario que almacene el inventario como el crea que es pertinente y fácil para él.

✓ Entorno.

Al existir desplazamientos de material dentro del área de almacenamiento, no existe un mecanismo que le permita al operario acceder al material que requiere para continuar la producción, debe ir a buscarlo y en dicho proceso se pierde tiempos de producción, y en muchos casos al no encontrar el producto requerido, requiere volver a fabricar.

Luego de analizar las causas que tienen sobre la pérdida de material en el área de almacenamiento, se analizan los datos históricos del año 2021 que se encuentran en la tabla 3:

Tabla 3. Datos históricos sobre la frecuencia de las causas de la pérdida de material.

CAUSA	FRECUENCIA (# Pedidos)
Movimiento de material	299
Mala distribución de carriles para almacenamiento	176
Falta de estandarización	113
Falta de Capacitación	75
TOTAL	663

Nota. Elaboración propia.

Una vez obtenidos los datos de las frecuencias en las que se presentaron las pérdidas que se encuentra en la tabla 3, se utiliza la herramienta de Pareto para enfocarse en las causas que mayor representación tiene en la pérdida de material que se presenta en el área de almacenamiento.

En la figura 9, se evidencia que el movimiento de material para el 2021 se presentaron un 49 % de las veces, para la causa de la distribución de los racks se presentó el 27 % de los casos, para la falta de estandarización un 17% y la falta de capacitación un 11%. Esto quiere decir que las dos primeras causas están presentando el 72% de la pérdida de material en el área de almacenamiento.

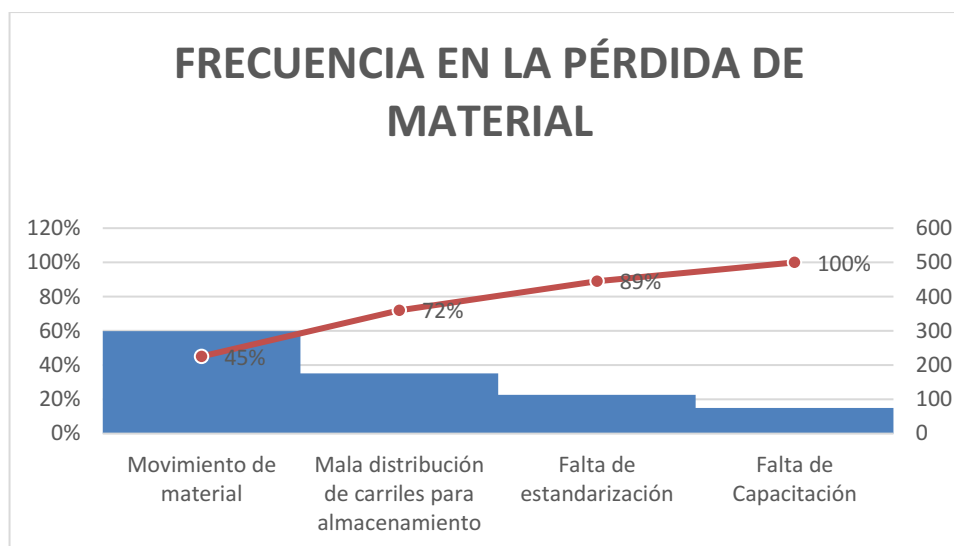


Figura 9. Pareto de las causas de pérdida de material en el área de almacenamiento. Elaboración propia.

En conclusión, en este proyecto se pretende abordar la problemática de la pérdida de material en el área de almacenamiento para una empresa fabricante de cartón corrugado las cuales están representadas por material faltante y daño de material por transporte y manejo del material, representadas en un 18% y 12% para un total de 795.44 toneladas de las No conformidades respectivamente para el año 2021.

Se evidencio que dichas No conformidades se deben por movimiento de material y mala distribución de canales para almacenaje que representan el 72% de las causas que están relacionadas con la pérdida de material la cual será objeto de estudio en el presente trabajo.

1.2 Pregunta de investigación

¿Cómo realizar una propuesta para mejorar y controlar la ubicación de material en el área de almacenamiento en una empresa fabricante de cartón corrugado para minimizar la pérdida de material?

2 Justificación

Al desarrollar este trabajo se pretende formular una estrategia que ayude a reducir la pérdida de material en el área de almacén, generados por múltiples factores y así, favoreciendo en la disminución de costos para la empresa objeto de estudio, con el propósito de aumentar la rentabilidad y utilidades de la empresa fabricante de cartón corrugado.

A su vez, con este estudio se pretende minimizar la huella de carbono que tiene un gran impacto ambiental, ya que reduciendo los desperdicios y reprocesos ayudamos a que se utilicen los recursos naturales necesarios, evitando que se consuma más materia prima o más energía de la necesaria y en especial en una época donde los recursos naturales están muy limitados y su escasez hace que los costos para adquirirlos sean mayores.

Con este proyecto se pretende mejorar los recursos de material, mano de obra y máquina, aumentando la eficiencia del área de almacenamiento y disminuyendo los sobrecostos de la compañía; estos dos factores permiten mejorar las condiciones de los empleados en cuanto a mejores condiciones laborales como mayores bonificaciones y/o menos horas de trabajo entre otros.

Así mismo, con el presente trabajo se busca poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el periodo de estudio, donde puedo demostrar el conocimiento y las habilidades adquiridas en el transcurso de esta etapa y de igual manera optar por el título profesional como ingeniero industrial.

3 Objetivos.

3.1 Objetivo general

Formular una propuesta para el manejo y control en la ubicación de material con el uso de técnicas de almacenaje adecuadas para minimizar la pérdida de material en el área de almacenamiento.

3.2 Objetivos específicos

Realizar un diagnóstico inicial sobre la metodología de trabajo actual en el área de producto en proceso en la fabricación de cartón corrugado.

Desarrollar una propuesta de mejora que permita minimizar la pérdida de material en el área de almacenamiento aplicando algunas técnicas de almacenaje que sean pertinentes para el área de almacenamiento.

Comparar económicamente la propuesta de mejora que se plantea con el fin de minimizar la pérdida de material que actualmente se presenta en el área de almacenamiento para la empresa fabricante de cartón corrugado.

4 Marco de referencia

4.1 Estado del Arte

En este apartado se pretende tener conocimiento de algunos proyectos de grados y de investigación científica que pueden servir como referencia y guía con el fin tener en cuenta diferentes puntos de vista, teorías y mecanismos de ejecución, al momento de desarrollar y abordar el presente proyecto.

Tabla 4. Estado del arte.

TÍTULO	AUTORES	INSTITUCIÓN	AÑO	CIUDAD	RESUMEN	OBSERVACIÓN
Propuesta de mejoramiento para el proceso de alistamiento de materia prima en la empresa Gabriel de Colombia.	Angelica María Rincón Méndez / José David Espejo Acevedo / Juan Carlos Uribe Vásquez.	Universidad ECCI.	2018.	Bogotá D.C., Colombia.	En la empresa Gabriel de Colombia lograron identificar que la mayor problemática se debía a los tiempos de alistamiento de materia prima y los autores presentaron una propuesta de mejora mediante la metodología kanban. (Rincón, Espejo, Uribe, 2018).	Los autores (Rincón, Espejo, Uribe) analizaron el proceso actual de alistamiento por medio de la herramienta causa raíz con el fin de conocer las falencias que en el se presenta y proponer una mejora por medio de la metodología Kanban 2018).

Propuesta de mejora para el control de inventarios en una cadena de restaurantes de comidas rápidas por medio de códigos de barras.	Diana Carolina Gutiérrez González / Stephany Rivillas López.	Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium.	2015	Cali, Colombia.	Una de las principales problemáticas que presentaba el restaurante se basaba en los inventarios, por ser un procedimiento manual, para lo cual los autores proponen la implementación de códigos de barras permitiendo el seguimiento del inventario en tiempo real. (Gutiérrez, Rivillas, 2015).	Los autores (Gutiérrez, Rivillas) proponen implementar un sistema de código de barras para mayor facilidad en la trazabilidad del inventario, se contrata un servicio de una persona que asista 1 vez a la semana con el fin de revisar inventarios, actualizar el sistema y revisión de los equipos. Dicha implementación genera un ahorro de \$3'358.020 y la inversión es de \$11'911.112, se estima que el dinero se recupera en 3 años y medio (2015).
Implementación de un sistema de código de barras para mejorar la trazabilidad de los materiales en un Warehouse de una empresa de servicios de mantenimiento de turbinas.	Diego Manuel Rúaes Aguilar.	Universidad Nacional Mayor de San Marcos.	2017	Lima, Perú.	El autor Rúaes descubrió una problemática importante en el Warehouse localizando los materiales en la empresa dedicada a prestar servicio de mantenimiento de turbinas (2017).	Al implementar el código de barras en la empresa se evidencia una mejora en el seguimiento de los materiales, reducción en los tiempos que se toma para los kits de materiales. (Rúaes, 2017).
Propuesta para la implementación de la estrategia de manufactura Kanban en el área de calandria en zeta de la empresa de	Irwin Benjamín Arce Lazo.	Universidad Politécnica Salesiana.	2014.	Matriz Cuenca, Ecuador.	Por medio de la implementación de la estrategia de manufactura Kanban para el área de calandria en zeta, se pretende reducir el desperdicio del producto, optimizar mejor los recursos	Arce presentó una propuesta para implementar una estrategia de manufactura Kanban, la empresa debía implementar nuevas metodologías que sean adecuados a las políticas de la organización debido al crecimiento que tuvo los neumáticos de tipo CVT (2014).

continental Tire
Andina S.A.

entre ellos el espacio de la
empresa (Arce, 2014).

<p>Propuesta de Metodología Kanban para la mejora de procesos de almacén en la empresa Oxigeno On Line SAC.</p>	<p>Jorge Luis Hernández Villalta.</p>	<p>Universidad Norbert Wiener.</p>	<p>2020.</p>	<p>Lima, Perú.</p>	<p>Mediante una propuesta con la metodología de Kanban el autor Hernández pretende mejorar la gestión en el área de almacén, ya que la empresa no cuenta con el procedimiento y la tecnología adecuada (2020).</p>	<p>El autor Hernández generó una propuesta a la empresa Oxigeno On Line SAC. Ya que no cuenta con los recursos tecnológicos requeridos por tal motivo se presenta una propuesta con la metodología Kanban (2020).</p>
<p>Gestión tecnológica mediante códigos de barras y lector de radio frecuencia, para identificación, control de materiales y optimización en el almacén.</p>	<p>Jesús Ulises Hernández Correa.</p>	<p>Universidad Autónoma del Estado de México.</p>	<p>2018.</p>	<p>Cuautitlán Izcalli, México.</p>	<p>En la propuesta presentada por Hernández para la empresa Envatec S.A. de códigos de barras y un lector de radio frecuencia presenta mejoras para la empresa (2018).</p>	<p>Para la empresa Envatec S.A. es importante implementar un sistema de códigos de barras GS1128 y un lector de radiofrecuencia para el almacén 2 y así mejorar la trazabilidad del material, reducción de errores, fácil y rápida recolección de información (Hernández, 2018).</p>

Aplicación del código QR como solución para un registro eficiente de las revistas de seguridad en un complejo militar.	Germán Santiago Sánchez Páez.	Universidad Militar Nueva Granada.	2021.	Bogotá D.C., Colombia.	Por medio del código QR el autor Sánchez pretende proponer una estrategia de cero papeles para un complejo militar (2021).	El autor propone a la Fuerza Área Colombiana implementar el código QR por medio de aplicaciones que pueden ser descargadas desde Android/IOS y crear un formulario en el programa de Microsoft Forms con el fin de almacenar información necesaria (Sánchez, 2021).
Propuesta de mejora de una empresa de producción de sanitarios y accesorios de baños en Lima Metropolitana.	Luis Felipe Titto Porras.	Pontificia Universidad Católica del Perú.	2018.	Lima, Perú.	Mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing como lo es el Kanban, Poka Yoke y Tpm, el autor Titto presenta una propuesta con el fin de minimizar la ruptura de sanitarios tanto en el proceso como en el stock, basándose solo en el área de sanitarios pues tiene un mayor impacto a nivel económico en la organización (2018).	El autor Titto (2018) propone implementar una mejora aplicando herramientas como poka-yoke, Kanban y de mantenimiento total productivo TPM, analizando la propuesta por medio del costo beneficio que recibirá la empresa, generando un ahorro de 96,925 soles al año generando un VAN positivo para la organización.
Implementación del método Kanban en las empresas constructoras pequeñas y medianas en la ejecución de un proyecto en Colombia.	Juan Sebastián Pinto de los Ríos.	Universidad Politécnica de Valencia.	2015.	Valencia, España.	El autor Pinto presenta unas pautas para la implementación de la metodología Kanban que indica ser pertinente para Colombia y lo coloca en práctica con un proyecto social llamado "Centro Regulador de Emergencias"	En la implementación del método Kanban en la empresa constructora se denota mejoras en las relaciones de manejo del personal, cliente-proveedor, manejo de materiales y haciendo más simple los trabajos que se requieren en la labor. (Pinto, 2015).

en Mosquera municipio de
Cundinamarca. (2015).

<p>Diseño de la estrategia de Manufactura Kanban para mejora del abastecimiento de materias primas e insumos en la fabricación de productos LED, en la empresa Gruspo Kalido S.A.S.</p>	<p>Ancizar Amaya Aguilera / Hillary Clavijo Gallego.</p>	<p>Universidad Tecnológica del Pereira.</p>	<p>2019.</p>	<p>Pereira, Colombia.</p>	<p>En la empresa Grupo Kalido SAS ve la necesidad de buscar posibles mejoras para ser más competitivos en el mercado, por ello los autores (Amaya, Clavijo) pretenden presentar una propuesta de mejora por medio de la metodología Kanban para minimizar desperdicios, reprocesos y nivelar el inventario de materia prima en el área de almacenamiento (2019).</p>	<p>En la implementación de la metodología de manufactura Kanban lo que buscan es alinearse con la filosofía del Justo a tiempo dentro de la fábrica Kalido S.A.S. y tener un buen manejo de los inventarios de materia prima que son requeridos en la elaboración de productos LED con el fin de minimizar el inventario de producto en proceso. (Amaya, Clavijo, 2019).</p>
<p>Desarrollo de propuesta con Metodología Kanban para el control de calidad en el proceso de fabricación de embalajes para el transporte de obras de arte.</p>	<p>Jennifer Zambrano Lancheros /Andrea Zuluaga Bolaños.</p>	<p>Universidad Distrital Francisco José de Caldas.</p>	<p>2019.</p>	<p>Bogotá D.C., Colombia.</p>	<p>En el presente trabajo desarrollaron una propuesta basándose en la metodología Kanban para el proceso de fabricación de embalajes para el transporte de obras de arte; desarrollado en tres fases: primero, levantamiento de información; segunda, recaudar información en el área de carpintería y, por</p>	<p>La empresa Airseatrans S.A. se encarga de elaborar obras de artes y en su desarrollo se presentan diversas falencias que los autores (Zambrano, Zuluaga) pretenden abordar por medio de herramientas como el Kanban, las 5s con el fin de ayudar los cuellos de botellas, generar información confiable y fácil acceso (2019).</p>

Caso de estudio
Airseatrans S.A.

último, desarrollo de la
propuesta. (Zambrano,
Zuluaga, 2019).

Mejoramiento de procesos de manufactura utilizando Kanban.	Arango Serna Martín Darío / Campuzano Zapata Luis Felipe / Zapata Cortes Julián Andrés.	Universidad de Medellín.	2015.	Medellín, Colombia.	Los autores (Serna, Campuzano, Zapata) plantean la metodología Kanban como posible solución en una industria que se dedica a la fabricación de transformadores de distribución con el fin de minimizar el exceso producción e inventario (2015).	Los autores (Serna, Campuzano, Zapata) propone implementar la metodología Kanban en la fabricación de bobinas y los núcleos en la fabricación de transformadores de potencia, para lo cual requiere de capacitación al personal y organización: siendo así una herramienta de fácil acceso generando buenos resultados en la empresa que se encuentra en el sector eléctricos (2015).
Propuesta de mejora en el manejo de inventarios en el Centro Comercial San Vicente Plaza usando la aplicación del RFID.	Julián Leonardo Alarcón Agudelo.	Universidad Católica de Colombia.	2020.	Bogotá D.C., Colombia.	El autor Alarcón realizó una propuesta al Centro Comercial San Vicente Plaza para realizar la implementación con tecnología de Radiofrecuencia con el fin de manejar los inventarios que allí se presentan (2020).	El autor Alarcón propone dos tipos de propuestas para ser implementados por el Centro Comercial San Vicente Plaza la cual hace referencia a la tecnología RFID por su mayor alcance, los cuales pueden ser leído por lectores portátiles lo cuales pueden modificar/adicionar información y seleccionar las etiquetas tipo stiker para ser adheridas al inventario (2020).

Gestión de inventario y almacenamiento de materias primas en el sector de alimentos concentrados.	Cardona-Tunubala José Luis, Orjuela-Cabrera Juan Pablo, Rojas-Trejos Carlos Alberto.	Revista EIA.	2018.	Cali, Colombia.	En este trabajo los autores (Cardona, Orjuela, Rojas) pretendía conocer la profundidad y el impacto que tienen los pronósticos que en la actualidad maneja la empresa para asegurar el mínimo de inventarios que debe tener con respecto a la demanda (2018).	Los autores (Cardona, Orjuela, Rojas) se dieron cuenta que el fuerte para la organización de concentrados era centrarse en las materias primas como el maíz, la torta de soya y todos aquellos que pertenecen a la clasificación son muy importantes y relevantes, pues de ellos podían establecer la maquinaria y materiales que requieren, inventarios y demás (2018).
Propuesta para la implementación de la tecnología RFID en el control de inventarios en una empresa facilitadora de pagos electrónicos.	Juan Carlos Valderrama Cáceres	Universidad Militar Nueva Granada.	2018.	Bogotá D.C., Colombia.	El autor Valderrama (2018) presenta una propuesta para una empresa que se encarga de generar pagos electrónicos por medio de un sistema de Radiofrecuencia con el fin de brindar información más precisa.	En la empresa en la actualidad se encuentra implementado el código de barras, pero dicho sistema no ha sido muy eficiente en las necesidades del cliente y por ello, el autor Valderrama propone el RFID para tener más exactitud en los inventarios, reducir tiempos, reprocesos y obtener lecturas más rápidas y eficientes (2018).
RFID en el servicio bibliotecario de la UTM.	Jenmer Maricela Pinargote Ortega, Marely del Rosario Cruz Felipe, Gabriel Primitivo Demera Ureta, Rubén	Revista Científica Universidad Distrital Francisco José de Caldas.	2019.	Bogotá D.C., Colombia.	Los autores (Pinargote J., Cruz M.) desean integrar un RFID junto a una aplicación web en la biblioteca Central de la Universidad Técnica de Manabí. (2019).	La estrategia que implementaron los autores (Pinargote J., Cruz M.) para evitar los hurtos de los elementos electrónicos pertenecientes a la biblioteca fue colocarles un código de barras a cada uno y un sistema de RFID ubicados a la salida del lugar. (2019).

Darío
Escobar
Moreira y
Gema Isabel
Medranda
Cobeña.

Sistema de control de inventarios aplicando códigos QR.	Cristian Uriel Hernández Castillo, Sergio Jesús Gutiérrez Zozaya, Wendy Aracely Sánchez Gómez y Apolinar Zapata Reboloso	Tecnológico Nacional de México.	2021.	Tamaulias, México.	La empresa objeto de estudio presenta pérdidas en los inventarios por presentar alta rotación en el personal y no tener el control al momento de recibir la mercancía y ser registrada. (Hernández, Gutiérrez, Sánchez, Zapata, 2021).	La estrategia de los autores (Hernández, Gutiérrez, Sánchez, Zapata) para ayudar a la empresa a realizar seguimiento inventarios por medio del código QR, puesto que en la actualidad cuenta con un sistema de códigos de barras, pero no está cumpliendo con las expectativas (2021).
Implementación de códigos QR en un sistema gestor de inventarios.	Felipe Javier Tiboche, Luis Felipe Amaya González, Erika Tatiana Ruiz Ojeda, Diego Andrés Carreo Dueñas.	RiUTC.	S.F.	Boyacá, Colombia.	Los autores plantean implementar códigos QR con el fin de facilitar el manejo de inventarios por medio de un sistema que se adecue a las necesidades de la empresa. (Tiboche, Amaya, Ruiz, Carreo, s.f.)	En la gestión de inventarios se recomienda utilizar un sistema de software que se adecue a las necesidades del cliente, con un sistema de código QR y la aplicación de la tecnología EOQ, pero que se deja a disposición de la empresa si desea implementarlos. (Tiboche, Amaya, Ruiz, Carreo, s.f.).

Sistemas de identificación por radiofrecuencia, códigos de barras y su relación con la gestión de la cadena de suministro.	Alexander Correa Espinal, Carlos Esteban Álvarez López, Rodrigo Andrés Gómez Montoya.	Estudios Generales. Vol. 26, núm., 116.	2010.	Bogotá D.C., Colombia.	Los autores (Correa, Álvarez, Gómez, 2010) en este artículo hacen una investigación de las herramientas que existen con el fin de ayudar a las empresas en la trazabilidad de la información e inventario, reducción en tiempos y costos.	En el artículo presenta herramientas como los códigos de barras, RFID, sistema de biometría, reconocimiento de voz, que pueden facilitar a las empresas en el manejo de inventarios e información que sea fácil, rápida y eficiente, con el fin de reducir costos, desperdicios, entre otros. (Correa, Álvarez, Gómez, 2010).
Códigos de barras de la vida: Introducción y Perspectiva.	Andrea Paz, Mailyn González, Andrew J. Crawford.	Redalyc Sistema de Información Científica. Vol. 16, núm., 3.	2011.	Bogotá D.C., Colombia.	Los autores (Paz, González, Crawford. 2011), presentar su investigación en la utilización de los códigos de barras para preservar las especies y su evolución.	La aplicación de los códigos de barras es muy amplia, entre ellos se encuentra los códigos utilizados de ADN para tener control, cuidado de la preservación de algunas especies y para ello es importante contar con una base de datos amplia y específica de las especies que se quieren utilizar y con cada una de las especificaciones y por medio de una región del genoma se pueda utilizar como código de barras ADN. (Paz, González, Crawford. 2011).
Diseño de un sistema para la gestión de inventarios de las pymes en el sector alimentario.	Diego Andrés Carreño Dueñas, Luis Felipe Amaya González,	Redalyc Revista Industrial Data. Vol. 22, núm., 1.	2019.	Perú.	El presente artículo se enfoca en la implementación de tecnología QR para empresa pymes del sector de dulces con el fin de manejar el inventario en tiempo real y	Los autores (Carreño, Amaya, Ruiz, Tiboche, 2019) proponen implementar un modelo EOQ con el fin de reducir el costo en los inventarios de la empresa y así, minimizar las problemáticas existentes como la pérdida de

Erika Tatiana
Ruiz Orjuela,
Felipe Javier
Tiboche.

adecuada a las necesidades
del sector alimentario.
(Carreño, Amaya, Ruiz,
Tiboche, 2019).

material / tiempo. Desarrollar un
software que sea apto a las
necesidades de la empresa con el
fin de manejar el flujo de los
inventarios con el soporte de los
códigos QR.

<p>Estudio de un sistema de RFID para el control de inventarios y seguridad de libros en bibliotecas.</p>	<p>Marlon Altamirano, Jaime Orozco, Jacqueline Bacilio.</p>	<p>Revista Científica y Tecnológica UPSE Volumen III, núm., 2.</p>	<p>2016. Guayaquil, Ecuador.</p>	<p>Los autores (Altamirano, Orozco, Bacilio, 2016) por medio del artículo pretenden estudiar la tecnología por radiofrecuencia y se es adecuada a las necesidades de las bibliotecas, con el fin de evitar hurtos.</p>	<p>Los autores (Altamirano, Orozco, Bacilio, 2016) los autores proponen colocar los tags en cada uno de los libros, el chip que se encuentra en cada uno de los tags brinda información al momento de ser leídos por un lector de radiofrecuencia y poder llevar un adecuado control del inventario de las bibliotecas.</p>
<p>Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa de alimentos balanceados Kime E.I.R.I.</p>	<p>Alexander Livaque Gonzales, Dany Fortunato Peña Figueroa.</p>	<p>Universidad Señor de Sipán.</p>	<p>2020. Pinetel, Perú.</p>	<p>El estudio pretende aplicar herramientas de tiempos y movimientos en el área de producción con el fin de mejorar la productividad y estandarizar el proceso. (Livaque, Peña, 2020).</p>	<p>Los resultados de la investigación los autores exponen que los tiempos que la empresa tenía establecidos no eran indicados. El tiempo para una tonelada de alimentos es 176 minutos y no de 230 minutos como se creía, mejorando la productividad de la empresa en un 55,87%..(Livaque, Peña, 2020).</p>

Análisis de las operaciones del proceso de esencias en una empresa de alimentos.	Edgar Armando López Gómez, Hernando Antonio Álzate Soto.	Universidad de Antioquia.	2019.	El Carmen de Viboral, Colombia.	Los autores (López, Álzate) realizar un estudio detallado de las operaciones que se realizan en la fabricación de esencias con el fin de conocer donde se encuentran las posibles mejoras y así, establecer un plan de acción pertinente (2019).	En el estudio los autores lograron evidenciar varias falencias en el proceso productivo que pretenden ser mejorados como la estandarización del proceso, actualizar normas vigentes, implementación del sistema SAP con el fin de manejar información real e inventarios más reales. (López, Álzate, 2019).
Propuesta de un sistema de gestión de inventarios para la empresa FEMARPE CÍA. LTDA.	Jessica Carolina Loja Guarango.	Universidad Politécnica Salesiana Ecuador.	2015.	Cuenca, Ecuador.	En la investigación se divide en 3 partes: la primera se encarga de recopilar información teórica; en segundo lugar, recoger información de la situación actual de la empresa, con el fin de entender como es el funcionamiento y así, poder presentar una propuesta de mejora para la organización. (Loja, 2015).	El autor Loja al desarrollar el estudio se dieron cuenta que la empresa cuenta con un funcionamiento muy empírico, no cuenta con un inventario real porque no tienen un sistema que brinde información de los inventarios y así poder registrar todo lo que ingresa y sale del almacén. Para ello propone la implementación de la filosofía 5s lo cual pretende generar una cultura de autodisciplina en los empleados, tener claridad y espacio en la bodega (2015).
Desarrollo de un sistema de inventarios para el control de materiales, equipos y herramientas dentro de la	Raúl Alexander Gómez Sandoval, Oscar Javier Guzmán Gómez.	Universidad Libre.	2016.	Bogotá D.C., Colombia.	Los autores (Gómez y Guzmán) desarrollaron un sistema de inventarios ya que en la actualidad no contaban con un inventario en cada una de las obras que realizan perdiendo el control de los materiales,	Al desarrollar un sistema de inventarios acorde a la operación ayuda a reducir tiempo en realizar el inventario físico, información confiable y de rápido acceso, minimizar fallas, simplificar el trabajo y al establecer indicadores permite un mayor control en los

empresa
construcción
ingeniería sólida
LTDA.

maquinaria y herramientas
necesarias en cada proyecto
(2016).

inventarios y generar posibles
mejoras en el futuro. (Gómez y
Guzmán, 2016)

<p>Propuesta de implementación del modelo six sigma para mejorar el proceso de manejo y control de desperdicios de materia prima en la empresa Cartones América.</p>	<p>Alexandra Pardo Hernández.</p>	<p>Universidad Católica de Colombia.</p>	<p>2019.</p>	<p>Bogotá D.C., Colombia.</p>	<p>La autora Pardo generó una propuesta mediante la metodología de Six Sigma con el fin de reducir el desperdicio de papel que se presenta en los rollos de papel y en la fabricación de caja de cartón corrugada en cada una de las etapas de fabricación como lo son la corrugadora, troquelada e impresoras (2019).</p>	<p>En la investigación desarrollada por la autora Pardo plantea dos propuestas a ser implementadas por la empresa si así lo desea, una se encuentra la aplicación de las 5s en cada una de las fases de fabricación de las cajas de cartón corrugada y la segunda propuesta consta de adquirir unas almohadillas de cauchos en los montacargas, protectores metálicos y la implementación de unas estibas de plásticos para proteger los rollos de papel (2019).</p>
--	---	--	--------------	---------------------------------------	--	--

Nota. Elaboración propia

4.2 Marco Teórico

4.2.1 Antecedentes.

En la Industria uno de los principales factores que siempre quieren mejorar los dueños o gerentes generales es el tema de desperdicio para tener un sistema más productivo y eficiente que permite ampliar al máximo la capacidad de producción sin tener que pensar en inversión de tecnología. Como lo dice los autores (Matías & Idiope, 2013, p.12).en su libro “Lean Manufacturing conceptos, técnicas e implementación” donde dice que hay técnicas para la reducción o eliminación de desperdicios, definidos estos como: los procesos o actividades que usan más recursos de los necesarios y que la clave del modelo está en generar nueva cultura que permita aplicar mejoras en plantas y que requiere de la comunicación plena entre directivos y operarios, habla de que el reconocimiento de los desperdicios de cada empresa debe ser el primer paso para la selección de las técnicas más adecuadas.

La teoría del despilfarro (Cruelles Ruiz, 2010 p.6) el autor en su libro habla del despilfarro que se dan a partir de la mano de obra; el concepto de despilfarro ha sido utilizado por diversos autores y empresas como herramientas de gestión, siendo su principal objetivo la eliminación del mismo, este puede ser muy importante para evaluar el estado de una fábrica con el fin de poder cuantificar su potencial de mejora, una vez controlado permitirá realizar mejoras a las problemáticas que se están presentando.

Un segundo enfoque corresponde a los estudios realizados en el tema de desperdicio, despilfarro y pérdida de materia prima, trabajos de grado que apoyan mi investigación con artículos de revistas científicas o documentos.

Suñe, A. Aguilera, S. (2019). Descripción y el análisis de la situación inicial de una línea de ensamblaje de contactores eléctricos y propone una serie de mejoras para definir una situación final en la que se reducen los despilfarros, donde concluyeron que habían posibilidades una nueva distribución de planta, pero fue rechazada por los costos elevados, para después pasar a equilibrar la línea por medio de un modelo MCCCCP lograron sistematizar y estandarizar muchos procesos los cuales permitieron que no haya despilfarro del producto en proceso y de materia prima. La flexibilidad era mayor ya que todos los modelos se montaban en la misma línea, consiguiendo reducir el inventario en flujo y así mismo lograron mejorar el flujo entre las distintas estaciones

por la que pasa el producto, logrando que la bodega no estuviera llena de cajas por todo lado y a todo momento.

Soibelman, L. (2000). Material de desperdicio en la industrial de la construcción: incidencia y control, allí el autor Lucio Soibelman en su conferencia habla sobre el desperdicio y pérdida de material; todo comenzó cuando lo que tenía contabilizado no coincidía con lo físico, el autor habla de dos desperdicios el primero que es inevitable y el segundo el cual se debe controlar y disminuir, ósea que en pocas palabras clasificarlo, el autor dice una frase que es muy importante y cito “Sin embargo lo que a mi más me importa es lo que llamo el desperdicio indirecto, que es aquél que está escondido y cualquier sustitución de este tipo se debe a una falta de planeación”; en su estudio encontró que habían desperdicios altos y bajos pero tenía que buscar el motivo del porque y encontró que en ninguno de los sitios se manejaban procedimientos especiales, y que tampoco tenían control en la medición; y finalmente concluyo que se estaba desperdiciando hasta ocho veces el valor en la composición de los costos. Otras conclusiones fueron:

No existe ningún método disponible para controlar el material. En consecuencia, se tiene una gran cantidad de desperdicio y una falta de conocimiento sobre la incidencia del desperdicio.

El desperdicio resulta, normalmente, por una combinación de factores más que originarse de un incidente aislado. Se tiene una gran variabilidad en los índices de desperdicio de sitio a sitio, demostrando que se tiene mucho espacio para mejorar.

Finalmente, concluyo que el desperdicio de material es causado principalmente por pobres prácticas administrativas y no por el uso de mano de obra no calificada.

López, D. (2020). control de mermas y desperdicios en almacén de condimentos de industria agrícola. control de mermas y desperdicios en almacén de condimentos. Especificando que los principales factores por las que se genera este desperdicio y merma se deben a las especificaciones del equipo, factores inherentes al proceso y al producto, fallas del equipo y el error humano; llegando a las siguientes conclusiones: 1 La deficiencia del manejo en la bodega de condimentos es el control de los registros. Todo se controla de forma manual en cuadernos y esto dificulta la obtención de un dato, el procedimiento es largo y tan metódico que el error humano es frecuente; 2 El sistema de control de inventarios está basado en el manejo por medio de kárdex. La

modificación consiste en que el control es digital y que se opera a través de formularios para el ingreso de la información.

Delgado, E. (2014). Propuesta de gestión por procesos basados en metodología seis sigma de la empresa Naderagro s.a. donde buscaba encontrar un modelo de producción que elimine estos factores no productivos buscando que la empresa disminuya sus costos de producción e incremente sus utilidades, eliminando despilfarro de materia prima uno de sus principales objetivos lo que genero ahorro beneficiando a la empresa y con la aplicación de la metodología Seis Sigma para el proceso productivo de la empresa concluyo como resultado una óptima producción, generando un ahorro significativo en la utilización de la materia prima.

Gomez, I. (2014). Diseño de un sistema automático para disminuir la perdida de materia prima en la línea de moldeo por extrusión en la empresa madera plástica s.a.s, en el cual el autor menciona la pérdida de material por fuga, lo que ocasiona una pérdida de tiempo por reprocesar los desperdicios, el presente problema es de vital importancia para la eficiencia de la materias primas y de tiempos en producción y lograron concluir a nivel de producción que deben asignar un operario exclusivamente para reprocesar el material sobrante y este operario podría ser utilizado en otras funciones, y dependiendo del tipo de mezclas esta presenta mayor fuga lo que ocasiona parada de maquina por falta de materia prima; a nivel económico se está dejando de obtener utilidades por la causa del desperdicio del material, gasto de energía en reprocesarlo, contratación de un operario adicional y eventuales paradas de línea por falta de materia prima.

4.2.2 Análisis de operaciones

Análisis de operaciones se encarga de desarrollar una metodología con el fin de desempeñar la actividad de la mejor forma posible a la que se presenta en la actualidad, la cual es sometida a estudio minucioso encontrando procedimientos que sea productivos o no productivos, a fin de encontrar una manera más simple en cada uno de los procesos, buscando herramientas, equipos adecuados a la operación, manejo de materiales y reducir costos.

El estudio de análisis de operaciones cuenta con procedimiento detallado y consecutivo de nueve pasos como lo indico Niebel (2009), que permite evaluar la operación en diferentes aspectos de este:

- Finalidad de la operación

La finalidad de la operación es un punto importante para evaluar en detalle cada proceso de una operación conociendo por medio de la metodología de preguntas como ¿Qué? ¿Cómo? ¿Dónde? ¿Cuándo? ¿Quién? ¿Para qué?, con el objetivo de conocer en detalle el procedimiento con la intención de encontrar posibles mejoras sin subir costos y minimizar la dificultad en la tarea, aunque lo ideal en este procedimiento es encontrar actividades que puedan ser eliminadas, al no ser posible ser eliminada, se debe ver la opción de combinar operaciones y, por último, al momento de estudiar la operación no puede ser eliminada, ni combinada debe sugerirse ser modificada de ser necesario.

- Diseño de partes

En todo diseño existe la posibilidad de ser modificado con el fin de encontrar una mejora por medio de la simplicidad del diseño, reducir la cantidad de operaciones, distancia en recorridos, búsqueda de materiales que mejoren el diseño y/o la operación, unas configuraciones, entre otras.

- Tolerancia y especificaciones

Las tolerancias y especificaciones son importantes en el procedimiento, calibración de las herramientas y equipos, que no sean tan rígidas, estrechas y poco fiables que puedan afectar la calidad del producto, sobre costos, precio de venta y satisfacción del cliente.

- Material

En esta parte del procedimiento se encarga de evaluar alternativas de materiales ligeros y a un menor costo, búsqueda de materiales fácil de manipular, económicos, ecológicos, estandarizadas y que sean acordes a la finalidad que requiere el producto.

- Secuencia y proceso de fabricación

En esta etapa del análisis de operaciones permite evaluar el procedimiento antes, durante y después de la operación.

Una de las funciones en este paso es comprender el tiempo que se emplean en el procedimiento en la modificación, estandarización, empleabilidad de materiales eficientes, automatización, minimizando los desperdicios que se van presentando durante la operación por no tener un seguimiento en las funciones, procedimientos y prácticas inadecuadas.

- Configuración y herramientas

En la configuración y herramientas depende de las necesidades explícitas de la empresa como: el volumen de la producción, acciones repetidas, personal, que requisitos son necesarios para cada pedido, que capital se necesita para su desarrollo, tiempos en prender y configurar la maquinaria.

- Manejo de materiales

En el manejo de materiales se tiene cuenta aspectos a analizar como las restricciones de movimiento, excesos de movimiento, en tiempo, lugar, cantidad y espacio, traslados de materia prima, productos en procesos y productos terminados.

En este paso el manejo de materiales debe ser entregados a tiempo y en el lugar establecido, sin someter el material a daños, pérdidas y debe tener en cuenta el espacio en el área de almacenamiento.

Una de las problemáticas en esta etapa del manejo de materiales es la reducción del tiempo que se dedica en la recogida de los materiales, aprovechamiento de las instalaciones, manejo del material para evitar daños, equipos automatizados e implementación de un sistema de codificación en el área de almacenamiento de inventarios.

Instituto de Manejo de Materiales ha desarrollado 10 principios para ello:

- ✓ Principio de la planeación.
- ✓ Principio de estandarización.
- ✓ Principio del trabajo.
- ✓ Principio de la ergonomía.
- ✓ Principio de las cargas unitarias.
- ✓ Principio de la utilización del espacio.
- ✓ Principio del sistema.

- ✓ Principio de la automatización.
- ✓ Principio ambiental.
- ✓ Principio del costo del ciclo de vida. (1998).
- Distribución de planta

En la distribución de planta se trata de crear un sistema de producción y división adecuada de la planta que permita optimizar el espacio y productividad a bajo costo, con calidad y satisfacción en el cliente.

Dicha etapa incluye el gasto de mano de obra que se ve afectada por los desplazamientos, paros en la operación, manejo de inventarios, programación y despacho, evitando que el proceso no sea costoso y poco recursivo.

Existen múltiples formas o características en la distribución en la planta, entre ellas se encuentran la distribución por productos que requieren parámetros similares en su proceso de fabricación de la familia de productos y existen la distribución por procesos, que se establecen por las semejanzas en los procesos.

- Diseño del trabajo

En el diseño del trabajo para que sea adecuado se debe tener en cuenta la iluminación, condiciones en el clima, ventilación, manejo del excedo del ruido, manejo de las 5's, dotación de equipos necesarios para la operación, contar con un programa de primeros auxilios, teniendo en cuenta los parámetros en los tiempos y movimientos.

4.3 Marco Conceptual

Coste de rotura de stocks. En el glosario de términos encontramos este concepto que corresponde a: “Costes en los que se incurre por falta de disponibilidad de producto, pudiendo producir, la pérdida de ventas y que puede convenirse en pérdida de imagen y despilfarro en la cadena productiva por parada” (p. 9). Este costo es importante porque siempre debemos medir los desperdicios y las ineficiencias para reducirlas, cuando la cadena productiva se frena por falta de materia prima generamos tiempos muertos.

Despilfarro. El despilfarro como lo menciona la (Real Academia Española) (2022) “Gasto excesivo y superfluo”.es todo lo que no está relacionado con el proceso o procedimiento o que no cumple, ni desempeña la función para la que se requiere, en el ámbito de producción se refiere a todo lo que no genera valor al producto en cuanto a operario, maquina, materiales, movimientos y que exceda la cantidad mínima para su ejecución (s.p.).

Almacenamiento. Como nos habla el escritor Westriecher, (2020): “El almacenamiento hace referencia a la tarea de colocar ciertos objetos, o información, en un espacio determinado” (s.p.); Cuando hablamos de almacenamiento estamos refiriéndonos a un espacio, el cual puede ser físico o puede ser intangible, este almacenamiento en general tiene un costo ya que se requiere de un espacio y así sea propio tiene un costo, en la mayoría de empresas que realizan bienes tangibles, el espacio de almacenamiento está dividido en tres área, el área de materias primas, el área de producto en proceso y el área de producto terminado.

Distribución en planta. como hace referencia en su blog el autor Salazar, (2019): “La distribución en planta se define como la ordenación física de los elementos que constituyen una instalación sea industrial o de servicios.” (s.p.); la distribución en planta es una parte fundamental para que la empresa funcione acorde y balanceada teniendo los espacios físicos adecuados, que sean ordenados y que permiten que el producto fluya en su producción y almacenamiento.

Merma. En su tesis González, (2011). Considera la merma como “Se considera merma la cantidad de producto que se pierde en el proceso productivo como resultado de este y que no se puede aprovechar en dicho proceso”. (p.20). se refiere a operaciones que se realizan y en el proceso se pierden como resultado de dicha fabricación, esta merma es inevitable ya que siempre esta incorporada en el proceso, pero a su vez se tiene contemplada, como un cuadro de maquina donde las primeras unidades se dañan mientras se ajusta entre otras.

Merma desconocida. En el blog de Alto, (2021) nos describe que las mermas desconocidas son: “aquellas a las que no podemos atribuirle alguna causa, generando pérdidas en tiempo y en la operación” (s.p.). para la merma desconocida a pesar de que tenemos la causa como lo es que el stock, no cuadra con el inventario, no logramos identificar la posible raíz de que lo ocasiona y puede obedecer a errores humanos como mal conteo, o mala alimentación en el sistema o generado por robo dentro de la compañía. Esta merma desconocida debemos reducirla al mínimo para

mantener controlada la operación y evitar pérdidas de tiempo y en la operación como nos dice el autor en el blog que es lo más importante.

Cartón Corrugado. Es una Pared de papel que está conformada por tres papeles y que según los gramajes de papel que se usan se llega a una resistencia de cartón al hablar de cartón corrugado hablamos del papel intermedio que lleva una onda y que proporciona distintas características como compresión horizontal y compresión vertical y que va unida a una capa interna y externa para formar el cartón, que es lo que nos dice en su blog el autor García, (2021):

“Se trata de una estructura de varias capas de papel unidas entre sí. Dos fibras de celulosa virgen o de celulosa reciclada recubren una hoja de cartón ondulado, esta estructura tipo sándwich hace que el resultado final sea mucho más resistente que si solo usáramos una capa de cartón” (s.p.).

Pérdida. El autor Westrieher, (2020) lo define como: “La pérdida es una situación en la que se deja de poseer algo que se tenía por una circunstancia”. (s.p.). Es dejar de tener algo por alguna situación peculiar, cuando hablamos de perdida nos referimos a las unidades que dejamos de producir por varios motivos y que no se convierten en ingreso para la empresa, si no en un costo que se debe minimizar al máximo para ser eficiente.

4.4 Marco Legal

En la tabla 5 se evidencian normas medio ambientales que se encargan de regular a las empresas industriales, en especial empresa fabricante de Cartón Corrugado.

Tabla 5. Normas Legales

Norma	Regulación
Resolución 666 de 2020 - Ministerios de Salud y Protección-Coronavirus COVID 19	Plan de protocolo de Bioseguridad con el fin de mitigar, controlar y realizar un adecuado manejo de la pandemia del 2020 COVID 19.

Gestión Ambiental- LEY 1124 de 2007- Art 8 - Congreso de la república	Todas las empresas a nivel industrial deben tener un Departamento de Gestión Ambiental, con el fin de velar por el cumplimiento de la normatividad ambiental de la República.
Agua - Resolución 0075 de 2011 - Ministro de Desarrollo Económico	Formato de reporte para el cumplimiento de la norma de vertimiento puntual a alcantarillado público.
Agua - Ley 373 de 1997 - Art 2,10 Congreso de la República	Programa para el uso eficiente y ahorro del agua.
Residuos Sólidos - Decreto 1713 de 2002 - Ministerio de Desarrollo Económico	Separación de los residuos sólidos en la fuente, Presentar residuos sólidos para su recolección en condiciones óptimas para su respectivo transporte y disposición final.
Residuos Sólidos - Presidencia de la República.	Política cero papeles.
Residuos Sólidos - GTC 24 INCONTEC.	Guía para la separación en la fuente.
Aceites Usados - Resolución 1188 de 2003 - DAMA.	Manual de normas y procedimientos para la gestión de aceites usados.
Aire Ruido - Resolución 627 de 2006 - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.	Control de fuentes emisoras de ruido para asegurar los niveles permitidos. Estándares máximos permisibles de emisión de ruido ambiental.
Energía - Ley 697 de 2001 - Congreso de la República	Uso racional y eficiencia de la energía, se promueve

utilización de energías alternativas.

Manejo Paisajismo - Decreto 531 de 2010 - Secretaria de Distrito Ambiental.	El propietario de la propiedad privada es el responsable por el mantenimiento de los árboles que se encuentren al interior de su predio y de los accidentes o daños a cualquier tipo de infraestructura por falta de mantenimiento.
---	---

Nota. Elaboración propia.

5 Marco Metodológico

5.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación que se va a desarrollar es descriptivo teniendo en cuenta que se pretende dar una propuesta de mejora que permita resolver problemas concretos de la empresa a partir de la investigación básica, con el fin de encontrar posibles mejoras que se presentan en el área productiva de la empresa fabricante de cartón corrugado, en cuanto a lo referente a la pérdida de material.

5.2 Variables del problema

Tabla 6. Variables del problema.

Nombre	Tipo	Observación
Pérdida de material.	Dependiente.	Hace referencia a la pérdida de material en el área de almacenamiento por movimiento y distribución del material.
Movimiento de material.	Independiente.	Movimiento de material excesivo dentro del área de almacenamiento lo que genera pérdida de material.
Distribución.	Independiente.	Distribución ineficiente y poco detallada en el área de almacenamiento de material.

Nota: Elaboración propia.

5.3 Fuentes de información

Las fuentes que se utilizarán en este trabajo son primarias, teniendo en cuenta que se entra a trabajar con los reportes e información estadística primaria que nos da el sistema (SAP) de la

población en el área de almacenaje, dicha información recolectada es totalmente confiable y se debe organizar e interpretar.

5.4 Instrumentos de recolección de la información

Para este trabajo los instrumentos de recolección de información son la base de datos y reportes que actualmente provee el sistema SAP, operarios y maquinarias.

- Sistema SAP

Este sistema brinda información relacionado con el proceso productivo de la empresa fabricante de cartón corrugado que pueda ser útil en el desarrollo el proyecto.

- Operarios

Brindan información valiosa en el desarrollo de la operación, puede ser muy útil y eficaz su colaboración, ya que están relacionados directamente en la operación en el área de almacenamiento de la organización.

- Maquinaria

La maquinaria es una parte importante en el desarrollo, dependiendo de las características, operación y condición actual del área de almacenamiento de la empresa en la fabricación de cajas de cartón corrugado, brindan pautas y criterios en el desarrollo de la propuesta de mejora.

6 Diagnóstico

En el diagnóstico que se ha examinado hasta el momento, se logró identificar que el problema del presente documento: “Desarrollar una propuesta de mejora en el manejo y control en la ubicación de material con el uso de Técnicas de almacenaje en el área de almacenamiento para minimizar la pérdida de material en una empresa fabricante de cartón corrugado”, se está presentando en las áreas de almacenaje y con el siguiente diagnóstico se pretende encontrar todas las causas que lo está ocasionando, para así mismo establecer cuales se pueden en primera medida eliminar, porque es posible que no generen valor a la operación, para después revisar si se pueden combinar o modificar la operación, buscando solucionar la problemática; para esto se ejecutará un análisis de la operación teniendo en cuenta tres aspectos:

- Análisis de operación desde el punto de vista de Material (Cartón corrugado y su transformación)
- Análisis de operación desde el punto de vista de la Maquina (montacarga)
- Análisis de operación desde el punto de vista de Operario (operador del montacarga)

6.1 Análisis de operación

Para realizar el análisis se tomó como referencia el libro de Niebel “métodos, estándares y diseño del trabajo”, capítulo 3 “Análisis de operaciones” y cabe recordar que Niebel (2009) presenta el análisis de operación en 9 pasos, los cuales se evaluarán en tres aspectos de análisis (Maquina, Material y Operario) según corresponda.

6.1.1 Finalidad

En el primer paso se evaluó la finalidad de una operación en donde se indica como se realiza la operación, como se desarrolla, para que es necesario dicha actividad, donde se realiza y en qué momento se debe desarrollar.

En la tabla 7 se puede evidenciar la finalidad para el material en el proceso de fabricación de lámina corrugado, que se divide en 6 pasos para desarrollar dicha operación.

Tabla 7. Finalidad del material de fabricación de la lámina corrugada.

Paso	Finalidad: ¿Qué?	Material ¿Cómo?	Proceso: ¿Para qué?	Fabricación ¿Dónde?	de lámina corrugada ¿Cuándo?	Observaciones
1	Alistamiento de la máquina.	Encienden calderas, enciende tren de secado, enciende área de corrugado, enciende apiladores.	La máquina debe tener un periodo de calentamiento y alistamiento para su optimo uso, las calderas deben ser encendidas 40 minutos antes de que la maquina corrugadora comience a trabajar, así mismo el tren de secado debe calentar 10 minutos antes de comenzar la operación.	En la maquina corrugadora en el área de calderas.	Al comenzar el turno; las calderas 5:15 se comienzan a alistar y la maquina corrugadora a las 6 am arranca.	Especificación adecuada para la operación.
2	Entrada materias primas.	Entran al procedimiento dos papeles, liner interior y liner medio, que se pegan por medio de almidón y calor.	Para formar la resistencia que ejecuta la corrugación del cartón al tener el ondulado.	En la maquina corrugadora en las secciones de Cabezote y encolado.	Tan pronto se ubican los rollos de papel en las portabobinas.	Especificación adecuada para la operación.
3	fabricación del cartón corrugado.	Después de pegar los dos primeros liners, estos se juntan al liner exterior para pegarse con almidón y pasa al tren de secado.	Para terminar la fabricación de la lámina y que a su vez la parte externa tenga un mejor acabado.	En la maquina corrugadora en la sección de encolado 2.	Inmediatamente cuando llega los dos primeros liner pegados.	Especificación adecuada para la operación.
4	Secado y arrastre	Pasa por un espacio de calor donde se ajusta la temperatura para su optimo secado	Adelantar el proceso de secado de la lámina de cartón corrugada y que esta se pueda utilizar de una vez en su siguiente paso como corte e impresión	En la maquina corrugadora en la sección tren de secado	Tan pronto se pega el liner exterior con los otros dos liners.	Especificación adecuada para la operación.

5	Corte del cartón corrugado.	Pasa por una cortadora longitudinal, que va realizando los cortes para dos pedidos a la vez, es automatizado, la misma maquina cuadra cuchillas.	Este paso se realiza para sacar las medidas que requiere cada producto la lámina tiene un ancho y en este se realizan varios cortes.	En la maquina corrugadora en la sección slitter E12.	Tan pronto llega la lámina del tren de secado.	Especificación adecuada para la operación.
6	Apile del cartón corrugado.	La lamina se apila automáticamente en uno de los dos apiladores, cada uno para un pedido distinto.	Para separar el pedido de cada cliente sí que este se mezcle o confunda.	En la maquina corrugadora en la sección de apile.	Tan pronto la lámina es cortada en el proceso.	Especificación adecuada para la operación.

Nota. Elaboración propia.

Analizando la información de la tabla 7, actualmente cada uno de los pasos cumple el procedimiento y en la actualidad no se puede eliminar, combinar ni modificar para reducir el número de pasos ya que cada uno es necesario para la fabricación del material y su funcionamiento esta dado por las necesidades de la máquina para poder funcionar. En conclusión, no se puede alterar el funcionamiento para la fabricación de la lámina corrugadora ya que uno depende del otro para que la máquina funcione bien y para no generar problemas de calidad. En la figura 10 se evidencia como se debe apilar el cartón corrugado.

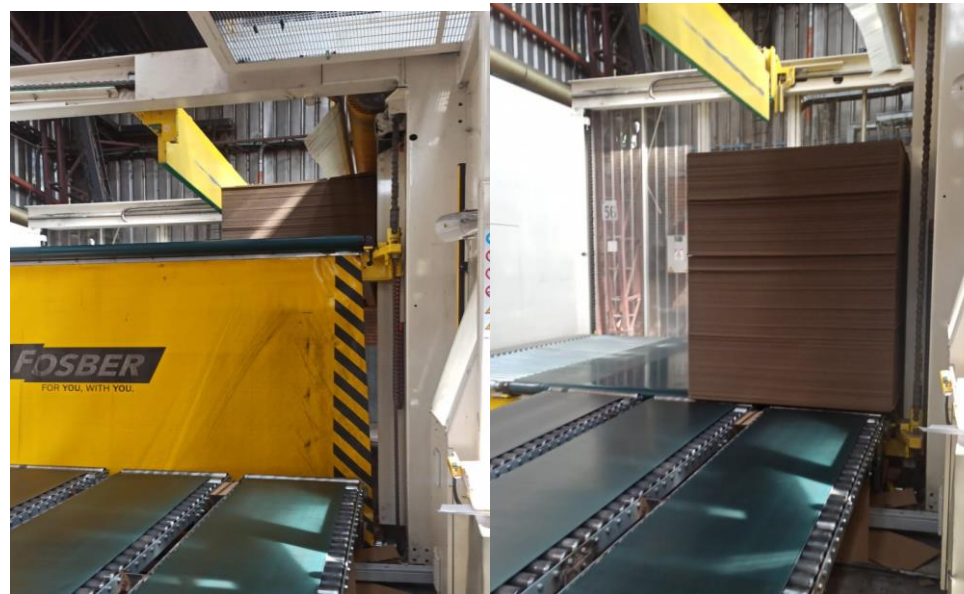


Figura 10. Apile del cartón corrugado. Nota. Fotografía tomada en la máquina corrugadora.

En la tabla 8 se muestra la finalidad del material para el proceso de Impresión y troquelado que son sometidas las láminas de cartón corrugado, la cual se encuentra divididas en 7 pasos.

Tabla 8. Finalidad del material en impresión y troquelado.

Paso	Finalidad: ¿Qué?	Material ¿Cómo?	Proceso: ¿Para qué?	Impresión y troquelado ¿Dónde?	¿Cuándo?	Observaciones
1	El material llega a la impresora o troqueladora,	Es traído por el montacarga.	Para que se convierta en una caja según el componente: corriente, troquelado, telescópica, floricultor.	En la parte de alimentación de máquinas.	A medida que el montacarga va alimentando las impresoras o troqueladoras.	Especificación adecuada para la operación.

según pre-
alistamiento.

2	Alistamiento de máquina.	Cuadran los grafados, cuchillas, troqueles, colores y aleta de pegue.	Para cumplir los requisitos de la tarjeta de producción y la información del sistema.	En una pantalla digital de la maquina realizan el cuadro.	Antes de poner la maquina en marcha para producir.	Especificación adecuada para la operación.
3	Cuadre de máquina.	Realizan pruebas con unas unidades.	Para revisar que las especificaciones del pedido se cumplan o si deben hacer correcciones.	En cada maquina y troqueladora.	Cuando la maquina saca el producto ya procesado.	Especificación adecuada para la operación.
4	Tiempo de producción.	La máquina comienza a producir el pedido.	Para cumplir con el pedido y fecha de entrega.	En cada maquina y troqueladora.	Cuando la maquina está en funcionamiento.	Especificación adecuada para la operación.
5	Identificación del producto procesado.	La misma tarjeta Kanban que sale del corrugador se pone a la estiba del producto terminado.	Para que la mercancía se pueda identificar en el siguiente proceso.	En el área de rodillos del arrumador.	Cuando se está fabricando el pedido.	Especificación adecuada para la operación.
6	Alimentar datos del sistema.	Tan pronto se termina de fabricar el operario guarda la información de la cantidad fabricada.	Para que en el siguiente proceso sepan que el pedido ya está listo.	En el sistema SAP, en un computador que tiene cada máquina.	Al finalizar la producción de la cantidad corrugada.	Especificación adecuada para la operación.
7	Pedido listo para siguiente proceso.	Si es para despacho se almacena en el área de despacho si va para troqueladora pasa al área de lámina para troquelar.	Para que pueda seguir la línea de producción.	En el área de rodillos del arrumador.	Al instante que se va fabricando el montacarga retira el material.	Especificación adecuada para la operación.

Nota. Elaboración propia.

La Finalidad de proceso de impresión y troquelado, es importante para seguir la secuencia de fabricación y cumplimiento de especificaciones del cliente, actualmente se hace de una forma adecuada y ningún paso se puede modificar o combinar y mucho menos eliminar por que puede llegar a afectar el proceso de fabricación. En conclusión, el proceso de impresión y troquelado tiene los pasos adecuados y por ser concerniente al funcionamiento de la máquina no se pueden alterar ni eliminar, por qué es lo mínimo que se requiere para que funcione en perfectas condiciones el equipo y la cadena de valor.



Figura 11. Ingreso de la lámina en la impresora. Nota. Fotografía tomada en las instalaciones

En la figura 11, se evidencia el ingreso de la lámina en la impresora y en la figura 12 las cajas que fueron procesadas por la máquina.



Figura 12. Cajas terminadas de máquina. Nota. Fotografía tomada en instalaciones.

Una vez expuestas las finalidades en los procesos de material, se evalúa los cinco procesos del montacarga que realiza en la planta y en cada proceso, se tiene en cuenta los pasos que son necesarios para cumplir con la actividad, detallando que se hace, como se hace, con qué fin, en qué lugar y en qué momento. En la tabla 9 se encuentra la finalidad del montacarga para la operación de Inspección en el montacarga.

Tabla 9. Finalidad del montacarga en su inspección.

<i>Finalidad:</i>		<i>Montacarga</i>		<i>Proceso:</i>		<i>Inspección de montacarga</i>
Paso	¿Qué?	¿Cómo?	¿Para qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	Observaciones
1	Dirigirse al área de inspección.	Al iniciar el turno el operario se monta al montacarga y se dirigen al área de inspección.	Para iniciar con la operación de inspección.	Área de inspección que se encuentra afuera de la planta de producción.	Antes de iniciar cada turno laboral.	Modificar. Se puede realizar en un área más cercana.
2	Realizar la inspección.	Revisar manualmente el funcionamiento de la bocina, dirección, frenos, luces de advertencia, faros delanteros y luces de cola, cinturón de	Para evitar accidentes, precarios y tiempos muertos.	Área de inspección que se encuentra afuera de	Tan pronto llega al área de inspección al	Especificaciones adecuadas para la operación.

seguridad, condición de neumáticos, daños o fugas evidentes. Revisar el nivel de aceite y de combustible.

la planta de producción.

iniciar el turno laboral.

			Para iniciar labores			
	Dirigirse al área de producción e iniciar labores.	El operario se monta en el montacarga y comienza a operar.	suministrando las máquinas y llevando el producto a almacenaje.	Planta.	Al terminar Inspección.	Modificar. Se puede realizar en un área más cercana.
3						

Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 9 podemos evidenciar que es fundamental realizar los pasos de inspección antes de comenzar la labor de trabajo, para que no ocurra ningún accidente, o imprevisto que atrase la producción del turno, actualmente los pasos se hacen a cabalidad al comenzar cada turno para lo cual les toma aproximadamente 12 minutos llevar esta inspección, en conclusión no se pueden eliminar estos procedimientos, ya que es preventivo y de no realizarse puede provocar mayores averías y mantenimientos correctivos lo que puede ocasionar mayor pérdida de tiempo que el que se está ocasionando actualmente.

En la tabla 10, 11 y 12 se encuentra la finalidad del montacarga en el proceso de operación y analizando sus pasos y procesos encontramos que es la forma correcta de realizar el proceso, hay pasos como lo son el paso 2 de ubicar las horquillas que se maneja según sea el tamaño de la carga y que tanto sobresale de la estiba y que se realizan esporádicamente pero que es necesario mencionar

Tabla 10. Finalidad del montacarga cuando se prepara.

Paso	<i>Finalidad: Montacarga</i>		<i>Proceso:</i>	<i>Preparación del montacarga</i>		
	<i>¿Qué?</i>	<i>¿Cómo?</i>	<i>¿Para qué?</i>	<i>¿Dónde?</i>	<i>¿Cuándo?</i>	Observaciones
1	Ubicar el montacarga.	El montacarga se debe ubicar frente a la estiba.	Para no dañar y poder levantar la carga.	Área de almacenaje/ área de producción.	Tan pronto las máquinas deben ser alimentadas y almacenar el material.	Cumplir. Procedimiento adecuado, pero no se cumple.
2	Ubicar las uñas del montacarga a la medida de la estiba.	Ubica las uñas del montacarga debajo de las estibas.	Para poder levantar el material que va a hacer transportado y/o almacenado.	Área de almacenaje/ área de producción.	Tan pronto el montacarga se encuentra al frente de la estiba.	Especificaciones adecuadas para la operación.

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 10 se refleja la finalidad del montacarga en el proceso de levantamiento del material, la cual se evidencia que se encuentra en la actualidad con especificaciones adecuadas para la operación, por ser una máquina que no se puede modificar porque es uno de los objetivos del montacarga el levantar el material.

Tabla 11. Finalidad del montacarga al levantar el material.

Finalidad: Montacarga		Proceso:		Levantar el material		
Paso	¿Qué?	¿Cómo?	¿Para qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	Observaciones
1	Levantar material.	Mover las palancas hidráulicas.	Poder levantar el material.	Área de almacenaje/ área de producción.	Tan pronto se ubican las horquillas en las estibas.	Especificaciones adecuadas para la operación.

Nota. Elaboración propia.

En conclusión, no podemos modificar la operación predefinida de la máquina o su objetivo para el que fue hecha.

En la tabla 11 se muestra la finalidad del montacarga en la operación de transportar el material, la cual se analiza que se encuentra en la actualidad con especificaciones adecuadas para la operación.

Tabla 12. Finalidad del montacarga al transportar el material.

Finalidad: Montacarga		Proceso:		Transportar el material		
Paso	¿Qué?	¿Cómo?	¿Para qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	Observaciones
1	Transporta el material.	Manejando el montacarga con el volante de dirección, freno y	Transportar mercancía a las	Área demarcada para movilizarse el montacarga.	Tan pronto el montacarga	Especificaciones adecuadas para la operación.

acelerador por el área demarcada para el montacarga. máquinas o para ser almacenadas.

levanta el material.

Nota. Elaboración propia.

Para las tablas 10,11 y 12 podemos concluir que se están cumpliendo los pasos y que estos pasos son los mínimos que se deben realizar para poder cumplir el objetivo de la operación, como los realiza una máquina no los podemos alterar y se deben cumplir a cabalidad para que el proceso funcione adecuadamente.

En la tabla 13 se demuestra la finalidad del montacarga en la operación en el almacenamiento del material, en el cual se divide en 3 pasos, para lo cual el paso 3 se trata de un control manual en cartón, que se ve necesario modificar por un sistema de codificación para una mayor precisión en los inventarios de la planta.

Tabla 13. Finalidad del montacarga al almacenar el material.

Paso	Finalidad: Montacarga		Proceso:		Almacenar el material	
	¿Qué?	¿Cómo?	¿Para qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	Observaciones
1	Identificar carril disponible.	Visualmente el operario identifica el espacio que se encuentre disponible.	Ubicar material en área de almacenamiento.	Área de almacenamiento.	Tan pronto llega con el material al área de almacenaje.	Combinar. Con la alimentación del inventario por sistema.
2	Ubicar material.	El montacarga se ubica frente al área que se designó para ser ubicado y almacenado.	Para almacenar material.	Carriles de almacenamiento.	Tan pronto identifica el carril.	Especificaciones adecuadas para la operación.

3	Control manual en hoja y papel.	Operario coge una hoja y lápiz anota el pedido y la ubicación en los carriles y la deja en el montacarga.	Por si otro operario no encontraba el material y le preguntaba por el pedido poderlo ubicar fácilmente.	Área de almacenamiento.	Tan pronto ubica el material en el o los carriles.	Combinar. Con la alimentación del inventario por sistema.
---	---------------------------------	---	---	-------------------------	--	---

Nota. Elaboración propia.

En Conclusión, si modificamos el paso número 3 de la tabla número 13, se podría decir que mejoraría el tema de la manipulación de la mercancía.

En la tabla 14 se encuentra la finalidad del operario para la operación de Inspección en el montacarga, la cual se divide en 3 pasos que son favorables para la operación en la actualidad.

Tabla 14. Finalidad del operario en la inspección del montacarga.

Paso	<i>Finalidad: Operario</i>		<i>Proceso: Inspección del montacarga</i>			Observaciones
	<i>¿Qué?</i>	<i>¿Cómo?</i>	<i>¿Para qué?</i>	<i>¿Dónde?</i>	<i>¿Cuándo?</i>	
1	Dirigirse al área de inspección.	Al iniciar el turno el operario se monta al montacarga y se dirigen al área de inspección.	Para iniciar con la operación de inspección.	Área de inspección que se encuentra afuera de la planta de producción.	Antes de iniciar cada turno laboral.	Modificar. Se puede realizar en un área más cercana.

2	Realizar la inspección.	Revisar manualmente el funcionamiento de la bocina, dirección, frenos, luces de advertencia, faros delanteros y luces de cola, cinturón de seguridad, condición de neumáticos, daños o fugas evidentes. Revisar el nivel de aceite y de combustible.	Para evitar accidentes, precarios y tiempos muertos.	Área de inspección que se encuentra afuera de la planta de producción.	Tan pronto llega al área de inspección al iniciar el turno laboral.	Especificaciones adecuadas para la operación.
3	Dirigirse al área de producción e iniciar labores.	El operario se monta en el montacarga y comienza a operar.	Para iniciar labores suministrando las máquinas y llevando el producto a almacenaje.	Planta.	Al terminar Inspección.	Modificar. Se puede realizar en un área más cercana.

Nota. Elaboración propia.

Analizando las tablas 9 y 14 podemos observar que son idénticas ya que es el operario quien hace la inspección del vehículo, pero requiere del vehículo para poder hacer la inspección ambos se mueven al mismo lugar y se concluye que en este aspecto el operario y la máquina se pueden volver un solo cuadro pero que al final el operario realiza labores extras en las cuales el montacarga debe estar detenida.

En la tabla 15 se ve la finalidad del operario en la verificación de pedidos dividido en dos pasos, en donde el paso 1 que es el inventario de material que hay en los carriles de almacenaje, se ve que es necesario ser modificado ya que la operación se realiza manual y no es sistematizado

Tabla 15. Finalidad operario verificación de pedidos.

Paso	Finalidad: Operario		Proceso: Verificación de pedidos			Observaciones
	¿Qué?	¿Cómo?	¿Para qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	
1	Inventario de material que hay en los carriles de almacenaje.	Pasa por cada carril y toma apuntes de los pedidos en un cartón.	Para saber que materiales están pendientes por ser procesados.	Área de almacenaje en producto terminado.	Tan pronto inicia turno.	Modificar. Se realiza manual y no es sistematizada.
2	Verificar pedidos que se van a producir en el turno.	Pasa a cada máquina para verificar que pedidos se va a producir en el turno.	Para alistar el material que va a ser necesario para ser producido en el turno.	Área de impresoras.	Después de realizar inventario de producto en proceso.	Modificar. Debería ser en un sistema portátil.

Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 15 encontramos que se debe modificar la forma como se hace el inventario, ya que el operario puede poner información truncada o al realizar actividades posteriores de su cargo, esta actualización se vuelve compleja por tiempo y por excesivos movimientos de la mercancía, se puede concluir que si la operación se está realizando y es necesaria para el funcionamiento de las funciones del operario.

Para la tabla 16 se demuestra la finalidad del operario en la actividad identificar el pedido, que se encarga de localizar el pedido, para lo cual se considera necesario modificar la activada por algo sistematizado con el fin de evitar mezclar los pedidos y/o refundir la mercancía en el área de almacén.

Tabla 16. Finalidad del operario al identificar el pedido.

<i>Finalidad: Operario</i>		<i>Proceso:</i>			<i>Identificar pedido</i>	
Paso	¿Qué?	¿Cómo?	¿Para qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	Observaciones
1	Localizar el pedido.	Pasa a los carriles de almacenaje para buscar el pedido.	Para llevarlo a las impresoras.	Área de almacenaje.	Después de verificar los pedidos que van a ser utilizados.	Modificar. Sistematizar y modernizar

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 16 se puede analizar que el único paso que hay, quita tiempo y no agrega valor al producto, lo ideal es que un sistema le informara al operario donde se encuentra todo el material para que este a su vez no tenga que hacer desplazamientos excesivos si no que facilite la manipulación. lo recomendable para este procedimiento es que el operario del montacarga saque el material del rack adecuados para la operación que se encuentren preidentificados por un sistema de codificación. Esto con el propósito de que el operario no tenga tiempos muertos encontrando los pedidos, se puede concluir que al realizar esta operación de una forma sencilla el operario tendrá tiempo más productivo para sus labores.

La finalidad del operario para la actividad alimentar máquinas se evidencia en la tabla 17, que consta de un paso que se trata de transportar la mercancía hacia las máquinas impresoras, para lo cual cumple con las especificaciones adecuadas para la operación, ya

que analizando este paso no lo podemos eliminar ni modificar, debe haber un traslado y ese recorrido es necesario para que la siguiente etapa tenga el producto en el momento adecuado.

Tabla 17. Finalidad del operario al alimentar las maquinas.

<i>Finalidad: Operario</i>		<i>Proceso:</i>		<i>Alimentar máquinas</i>		
Paso	¿Qué?	¿Cómo?	¿Para qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	Observaciones
1	Transportar material a las maquinas.	Llevar la estiba con la lámina corrugada a los rieles de las máquinas y troqueladas.	Para que las máquinas comiencen a procesar el material.	Área de impresoras.	Tan pronto identifica el pedido y siguiendo el orden de programación.	Especificaciones adecuadas para la operación.

Nota. Elaboración propia.

En conclusión, cada operario puede tener una forma distinta de trabajar porque no hay nada estandarizado ni sistematizado para que ellos se guíen y esto puede ocasionar la pérdida de información y que esta a su vez se hagan recorridos más largos de lo normal.

En la tabla 18 se puede ver la finalidad del operario en la actividad de cargar el pedido de producto terminado, para lo cual se encarga de dos pasos que no presentan novedad.

Tabla 18. Finalidad operario al cargar el pedido del producto terminado.

Paso	Finalidad: Operario		Proceso:	Cargar pedido producto terminado		
	¿Qué?	¿Cómo?	¿Para qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	Observaciones
1	Ubicar el montacarga.	El montacarga se debe ubicar frente a la estiba.	Para no dañar y poder levantar la carga.	Área de almacenaje/ área de producción.	Tan pronto las máquinas deben ser alimentadas y almacenar el material.	Cumplir. Procedimiento adecuado, pero no se cumple.
2	Levanto material.	Mover las palancas hidráulicas.	Poder levantar el material.	Área de almacenaje/ área de producción.	Tan pronto se ubican las horquillas en las estibas.	Especificaciones adecuadas para la operación.

Nota. Elaboración propia.

Estos pasos son necesarios para el buen funcionamiento de la máquina, que depende en gran medida del operario para que funcionen adecuadamente y desempeñe bien su labor al momento de ubicar el material. Se puede concluir que en este momento se está realizando de la forma adecuada y cumple el propósito de la operación En la figura 13 se evidencia el retiro del material procesado por el montacarga 2.

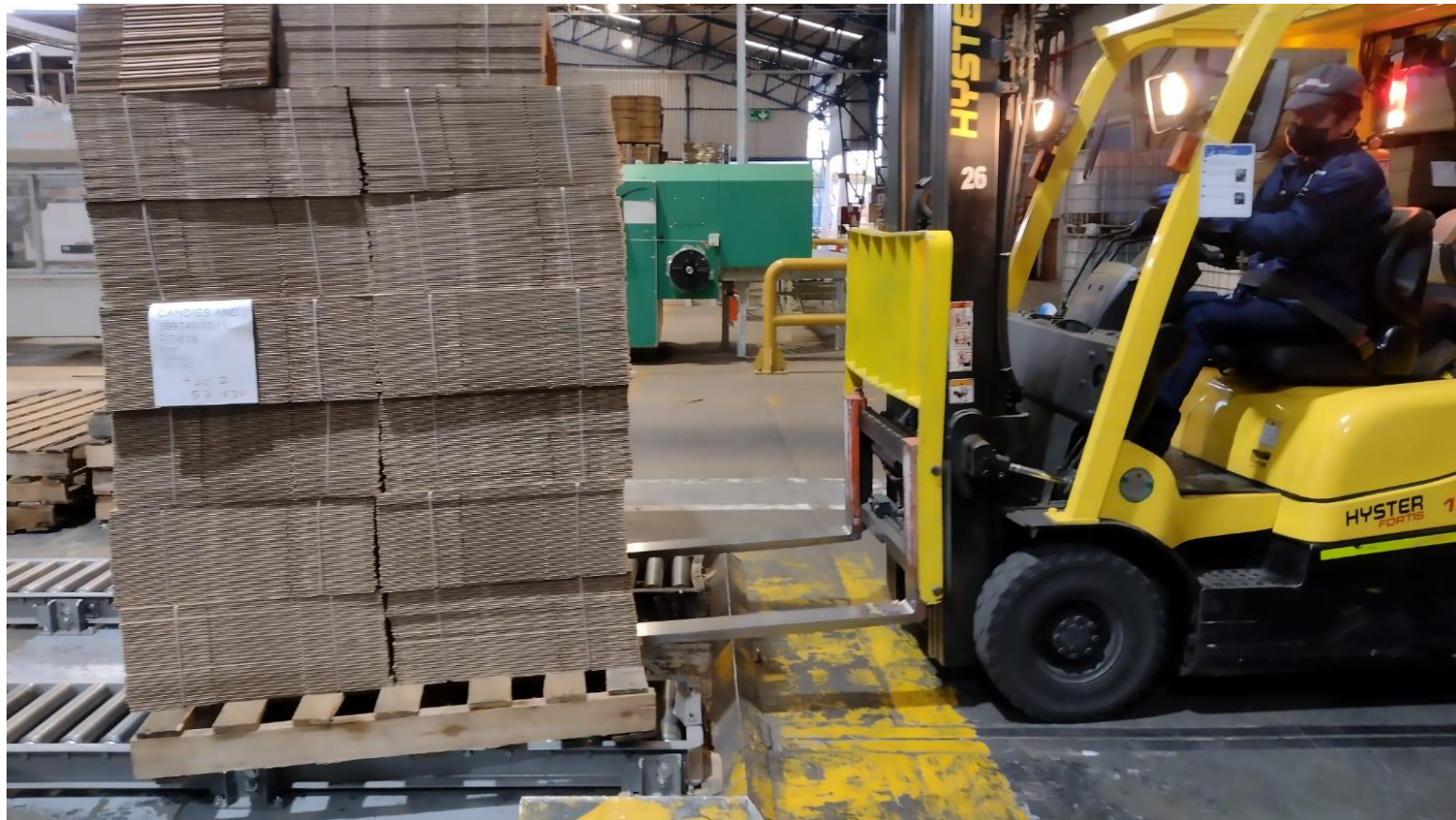


Figura 13. Retiro del material procesado. Nota. Fotografía tomada en las instalaciones de la empresa.

En la tabla 19 se encuentra la finalidad del operario en el proceso de almacenamiento del material, que consta de tres pasos, en el tercer paso control manual por medio de un cartón, se considera necesario modificar este procedimiento por algo más sistemático con el fin de obtener mayor precisión en el control de inventario y mayor trazabilidad del producto.

Tabla 19. Finalidad de operario de almacenar el material.

Paso	<i>Finalidad:</i>	<i>Operario</i>	<i>Proceso:</i>	<i>Almacenar el material</i>		
	¿Qué?	¿Cómo?	¿Para qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	Observaciones
1	Identificar carril disponible.	Visualmente el operario identifica el espacio que se encuentre disponible.	Ubicar material en área de almacenamiento.	Área de almacenamiento.	Tan pronto llega con el material al área de almacenaje.	Combinar. Con la alimentación del inventario por sistema.
2	Ubicar material.	El montacarga se ubica frente al área que se designó para ser ubicado y almacenado.	Para almacenar material.	Carriles de almacenamiento.	Tan pronto identifica el carril.	Especificaciones adecuadas para la operación.
3	Control manual en cartón.	Operario coge una hoja y lápiz anota el pedido y la ubicación en los carriles y la deja en el montacarga.	Por si otro operario no encontraba el material y le preguntaba por el pedido poderlo ubicar fácilmente.	Área de almacenamiento.	Tan pronto ubica el material en el o los carriles.	Combinar. Con la alimentación del inventario por sistema.

Nota. Elaboración propia.

Si analizamos el paso 3 de la tabla 19 podemos evidenciar que el paso se debe modificar, ya que su operación se realiza manual y no queda un registro o control en el sistema, para saber quién ha sido responsable en dado caso que la cadena de producción falle.

6.1.2 Diseño de las partes

Para el estudio del diseño de partes se evaluó el material para la fabricación de lámina corrugada como se puede ver en la tabla 20 la cual consta de tres pasos, para lo cual el tercer paso requiere ser eliminado ya que no es conveniente sobre montar la mercancía evitando daños en las mismas.

Tabla 20. Diseño de partes del material en el proceso de corrugación.

<i>Diseño de partes: Material</i>		<i>Proceso:</i>		<i>Fabricación de lámina corrugada</i>		
Paso	¿Qué?	¿Cómo?	¿Para qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	Observaciones
1	Arrume de piezas en perfecto estado.	Tan pronto sale del apilador, el material debe salir bien apilado.	Para evitar posibles caídas de material que genere danos y pérdidas de tiempo.	En el área de apile.	Tan pronto se está apilando el material.	Esta operación es automatizada el operario no interfiere en el proceso.
2	Trabar la mercancía.	Se debe trabar la mercancía con el material de desperdicio.	Para que al alzar la mercancía con el montacarga esta no se derrumbe y sea estable en su manipulación.	En los rodillos transportadores del corrugador, impresoras, y troqueladora.	Tan pronto sale del apilador y a medida que va saliendo de las impresoras o troqueladoras	Especificación adecuada para la operación.
3	No sobre montar mercancía.	No se debe poner una estiba encima de la otra en ningún momento, ni en ningún área de almacenamiento.	Para que la mercancía no sufra daños o aplastamiento.	En las áreas de almacenamiento de producto en proceso.	Tan pronto los pedidos salen para almacenar del corrugador, de las impresoras o de las troqueladoras.	Eliminar. Se debe hacer el estudio del costo para mejorar el almacenamiento

Nota. Elaboración propia.

Para la tabla 20 en el paso 3 podemos analizar que la forma correcta del manejo del material es no sobre montar la carga ya que esta daña las primeras láminas que quedan en contacto con la estiba lo que hace que se genere más desperdicio, pero al no remontar se perdería el volumen que se maneja actualmente en la mitad y el espacio no sería suficiente para la producción actual. En la figura 14 se evidencia el procedimiento de arrume ideal que sale del corrugador.



Figura 14. Arrume ideal que sale del corrugador. Nota. Fotografía tomada en las instalaciones de la empresa.

En conclusión, se debe eliminar este paso para que no se remonte la mercancía o en su defecto minimizar para reducir las unidades que se dañan por este procedimiento, para esto se puede implementar racks para evitar esto. En la figura 15 se evidencia como se remonta la mercancía en el área de producto en proceso.



Figura 15. Mercancía remontada en el área de producto en proceso. Nota. Fotografía tomada en las instalaciones de la empresa.

En el diseño de partes en el material también se tuvo en cuenta el proceso de impresión y troquelado como se puede ver en la tabla 21, que consta de tres pasos y el tercero requiere ser eliminado para evitar daños en el material.

Tabla 21. Diseño de partes del material en la impresión y troquelado.

<i>Diseño de partes:</i>		<i>Material</i>	<i>Proceso:</i>		<i>Impresión y troquelado</i>	
Paso	¿Qué?	¿Cómo?	¿Para qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	Observaciones
1	Arrume por tendidos de bultos.	Tan pronto sale de la maquina el operario arrumador, debe colocar el material en la estiba.	Para evitar posibles caídas de material y pérdida de tiempo.	En el área de rodillos del arrumador.	Tan pronto se está apilando el material.	Especificación adecuada para la operación.
2	Trabar la mercancía.	Se debe trabar la mercancía con las trabas impresas para esta tarea, o con los bultos al cruzar los tendidos.	Para que al alzar la mercancía con el montacarga esta no se derrumbe.	En el área de rodillos del arrumador.	Tan pronto se está fabricando en la maquina y a medida que se va armando el pallet.	Especificación adecuada para la operación.
3	No sobre montar mercancía.	No se debe poner una estiba encima de la otra en ningún momento, ni en ningún área de almacenamiento.	Para que la mercancía no sufra daños o aplastamiento.	En las áreas de almacenamiento de producto terminado.	Tan pronto los pedidos salen para almacenar, de las impresoras o de las troqueladoras.	Eliminar. Se debe hacer el estudio del costo para mejorar el almacenamiento.

Nota: Elaboración propia.

Podemos analizar que la tabla 20 y 21 se ejecutan los mismos pasos, pero en distintos procesos, el cambio significativo que tienen estas dos procesos, está en que en el primero “fabricación de lámina de cartón corrugado” el material es remontado sobre estibas de plástico, mientras que en el proceso dos “impresión y troquelado” el material es remontado sobre estiba de madera, esta estiba no es de piso completo por debajo a contrario de la estiba plástica que si lo es, esto hace que solo una parte del material haga resistencia y que no

se distribuya en todo el piso como si lo hace la estiba de plástico, por ende las unidades que hacen la fuerza se marcan y en algunos casos se dañan. En la figura 16 se evidencia que la mercancía remontada en el área de producto terminado



Figura 16. Mercancía remontada en el área de producto terminado. Nota. Fotografía tomada en las instalaciones de la empresa.

En conclusión, se puede definir que para disminuir el daño que se ocasiona en el material por remontar se debe cambiar las estibas de madera a estibas plásticas y así evitar devoluciones por parte del cliente ya que el cliente al hacer la devolución devuelve todo el bulto y no solo la unidad maltratada.

6.1.3 Especificación y tolerancias

Para las especificaciones y tolerancias se tuvo en cuenta el material, tanto en la fabricación de la lámina corrugada como para la impresión y troquelada de la lámina.

Tabla 22. Especificación de material al corrugar.

Paso	Especificación: Material		Proceso:		Fabricación de lámina corrugada		Observaciones
	¿Qué?	¿Cómo?	¿Para qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?		
1	Características del papel.	En la recepción se toman muestras de cada rollo y se examina en el laboratorio de calidad las siguientes especificaciones de gramajes, calibre, tamaño, porcentaje de humedad, blancura entre otras.	Para garantizar que cuando se use, este cumpla con las características para la fabricación de la lámina.	En el área de almacenamiento de materia primas y después se pasa a laboratorio.	Tan pronto llega el producto para su recepción.	Especificación adecuada para la operación.	
2	COBB.	Se toma muestras de 100cm ² de cada rollo y se realiza la prueba con un cilindro y un rodillo independientes.	Para medir la permeabilidad del papel.	Se mide en el laboratorio.	Al momento que entra el papel al inventario en su momento de recepción y de aceptación del paso 1.	Especificación adecuada para la operación.	
3	Calibre.	Se toma la lámina de cartón corrugado y se pasa por un medidor de espesor el cual arroja la medida de alto que tiene la lámina de cartón.	Para cumplir las especificaciones técnicas de la onda que se está fabricando, hay una C, B, E.	En la consola del corrugador, es una habitación cerca al corrugador con los respectivos equipos.	Tan pronto sale la lámina de cartón corrugado en los apiladores.	Especificación adecuada para la operación.	

4	Resistencia compresión vertical.	De la lámina se realizan cortes de 5 x 5 cms de distintas partes, para ser ingresado a un compresómetro digital, dichas muestras se ponen en un soporte para ensayos y tan pronto la lámina se parte la máquina para, después se promedia y sale el resultado del material.	Para cumplir con la resistencia de la norma técnica Ntc -452.	En la consola del corrugador, es una habitación cerca al corrugador con los respectivos equipos.	Tan pronto sale la lámina de cartón corrugado en los apiladores.	Especificación adecuada para la operación.
5	Resistencia al aplastamiento horizontal.	Con las mismas muestras del paso anterior se pasa al compresómetro digital y se ajusta a la respectiva prueba, en este caso FCT y tan pronto la maquina aplasta la onda, esta se detiene y registra el dato.	Para cumplir el mínimo de resistencia que sugiere la norma Ntc-452.	En la consola del corrugador, es una habitación cerca al corrugador con los respectivos equipos.	Tan pronto se cortan las láminas y antes de pasar al apilador.	Especificación adecuada para la operación.
6	Pin Adhesión.	Se cortan muestras de 4 x 10 cm y se coloca una unidad en un equipo de ensayo que tiene unas varillas de soporte y otras varillas de presión para pasarlo a la máquina de adhesión.	Para controlar la adhesión de los liner externos e internos con respecto al medio, ya que esta permite que el cartón tenga una resistencia optima.	Se mide en el laboratorio.	Al momento de fabricar las láminas y antes de salir al apilador.	Especificación adecuada para la operación.

Nota. Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 22 se coloca en detalle las especificaciones al que es sometido el material, la cual consta de seis pasos bien estructurados, todos los seis pasos son adecuados y se cumplen para garantizar las características del material en toda la línea

de producción, a medida que se va transformando y fabricando el cartón corrugado. En conclusión, no podemos eliminar ni modificar ningún paso para seguir garantizando la calidad del producto.

En cuanto a tolerancias se puede evidenciar en la tabla 23, que consta de cinco pasos que son adecuados con la operación.

Tabla 23. Tolerancia del material al corrugar.

Tolerancias:		Material	Proceso:		Fabricación de lámina corrugada	
Paso	¿Qué?	¿Cómo?	¿Para qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	Observaciones
1	Medidas.	Tiene una tolerancia de 5 mm + o - según la medida.	Para que en las impresoras tengo una reserva para cuadro de medidas.	En la slitter que es la máquina de corte por medida según pedido.	A la hora de corrugar el material cuando pasa del tren de secado a corte.	Especificación adecuada para la operación.
2	Peso.	Según las combinaciones de gramajes el material debe tener un peso específico en cada material.	Para que cumpla con la resistencia según características de cada material.	En el área de almacenamiento de materias primas.	En el momento de recibir el producto viene el peso del rollo.	Especificación adecuada para la operación.
3	Calibre.	Tiene una tolerancia de 3,8 a 4,3 mm.	Para medir la altura del cartón corrugado.	En la consola se hace la toma de calibre de la lámina corrugada.	En el momento que se corta la lámina y va a pasar al apilador.	Especificación adecuada para la operación.
4	Resistencia compresión vertical.	Cada material sale con 8% de resistencia superior.	En los siguientes procesos el material pierde una parte de resistencia por impresión y troquelado y se realiza para cumplir la especificación mínima del material por la Norma Ntc-452.	En la consola se hace la toma de resistencia y se alimenta el sistema con esos datos.	En el momento que se corta la lámina y va a pasar al apilador.	Especificación adecuada para la operación.

5	Cantidad.	Cada pedido se fabrica con una tolerancia del 10% +- de la cantidad pedida.	Por la programación del corrugador y porque en cada proceso se pueden dañar x número de unidades.	En el área administrativa.	En el momento de planear el pedido.	Especificación adecuada para la operación.
---	-----------	---	---	----------------------------	-------------------------------------	--

Nota. Elaboración propia.

Estos pasos no lo podemos modificar son importantes para el funcionamiento de la operación y para que el producto pueda pasar a la siguiente etapa, algunos están con tolerancias mínimas como lo son las medidas y otros tienen tolerancias altas como son la cantidad pero que es necesaria para poder realizar los cuadros del material y mitigar el desperdicio.

En la tabla 24 se encuentran las especificaciones y tolerancias del material en el proceso de impresión y troquelado, la cual cuenta con cinco pasos ya acorde a la operación.

Tabla 24. Especificaciones y tolerancias del material en impresión y troquelado.

<i>Especificaciones y tolerancias:</i>		<i>Material</i>	<i>Proceso:</i>	<i>Impresión y troquelado</i>		
Paso	¿Qué?	¿Cómo?	¿Para qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	Observaciones
1	Calibre.	Se toma la lámina de cartón y se pasa por un medidor de espesor, antes y después de pasar por la impresora, el cual arroja la medida de alto que tiene la lámina y que tanto la está aplastando y	Para cumplir las especificaciones técnicas de la onda que se está fabricando, hay onda C, B, E.	En el área de impresoras están los respectivos equipos.	Tan pronto sale las primeras pruebas en máquina.	Especificación adecuada para la operación.

debe estar entre 3,5 y
4,0 mm.

2	Viscosidad de la tinta.	Se toma con un cronómetro y una copa de viscosidad la cual se va desocupando y debe estar dentro de un tiempo.	Para cumplir con el estándar de color.	En el área de impresión.	Tan pronto se coloca el cuñete de tinta.	Especificación adecuada para la operación.
3	Medidas.	Tiene una tolerancia de 3 mm + o - según la medida.	Para tener una tolerancia de fabricación de cada producto y que no sea exacto.	En la maquina impresora y troqueladoras.	En el momento de transformar la lámina en la caja.	Especificación adecuada para la operación.
4	Gráfico de impresión.	Se ejecuta unos clises que son comparados contra la ficha técnica aprobada por el cliente.	Para garantizar que se cumplan, textos y diagramas.	En el área de impresión.	Al momento de hacer el cuadro de maquina con las primeras unidades.	Especificación adecuada para la operación.
5	Plano de troquelado.	Se verifica el plano de troquelado el plano de la muestra.	Para garantizar que los cortes, medidas y perforaciones sean las aprobadas.	En el área de pre-alistamiento y en cuadro de troqueladora.	Tan pronto llega el troquel del proveedor y en cuadro de máquina.	Especificación adecuada para la operación.

Nota. Elaboración propia.

Si se analiza esta operación, se lleva un registro mínimo gráfico, como lo es el plano de troquelado y la ficha técnica que es el gráfico de impresión, esto permite verificar que lo aprobado por el cliente sea lo correcto. Se puede concluir que todos los pasos son adecuados para el procedimiento y estos nos ayudan a mitigar errores así nos obligue a realizar paradas de máquina y a realizar cambios de referencia, pero es mejor que fabricar el producto para generar una devolución.

La especificaciones y tolerancias que es sometido el montacarga para cumplir con la operación última, que es ayudar a transportar y almacenar el material consta de dos pasos como es la revisión de combustible y de aceite, que se muestra en la tabla 25.

Tabla 25. Especificación y tolerancia del montacarga al almacenar el material.

<i>Especificaciones y tolerancias:</i>		<i>Montacarga</i>	<i>Proceso:</i>	<i>Almacenar el material</i>		
Paso	¿Qué?	¿Cómo?	¿Para qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	Observaciones
1	Revisión de combustible.	El tacómetro muestra el nivel de combustible.	Para tener el rendimiento del montacarga en el turno.	Área de Inspección	Tan pronto inicia turno.	Especificaciones adecuadas para la operación.
2	Revisión de aceite.	Sacar la palanca que tiene en el compartimiento de aceites, se mira el color del aceite si este amarillo es adecuado, pero si por el contrario esta de color café es tiempo de cambiarlo. Y revisan el nivel del aceite, lo máximo es 4/4 y lo mínimo es de 2/4.	Para un buen funcionamiento del equipo y de la operación.	Área de Inspección	Tan pronto inicia turno.	Especificaciones adecuadas para la operación.

Nota. Elaboración propia.

Podemos observar que estos pasos los realiza el mismo operario del montacarga, son dos procedimientos básicos y sencillos que no toman mucho tiempo y que son adecuados para la operación, en conclusión, no se debe modificar ni eliminar ya que su objetivo es el de prevenir y mantener el equipo en un buen estado.

6.1.4 Material

En el estudio que se hizo al material se tiene en cuenta el material de la lámina de cartón corrugado en los procesos de fabricación e impresión y troquelado que son sometidas.

Tabla 26. Material en la fabricación de la lámina corrugada.

Paso	Material:	Material	Proceso:	Fabricación de lámina corrugada		
	¿Qué?	¿Cómo?	¿Para qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	Observaciones
1	Fabricación de papeles en su propio molino.	En molino fabrica su propio papel para su proceso.	Para tener abastecimiento suficiente de materia prima.	En el molino de papel.	a la hora de fabricar las bobinas	Especificación adecuada para la operación.
2	Desperdicios bajos en producción.	A la hora de producir cajas el desperdicio que sale es mínimo y a su vez este se recoge.	Para reducir el consumo de material.	Por ductos con extractores.	En el proceso de fabricación de las maquinas.	Especificación adecuada para la operación.
3	Material rescatado.	Este material de desperdicio se embala en pacas.	Para ser procesadas nuevamente en papel.	En el área de embaladora.	En el momento de funcionamiento de las maquinas.	Especificación adecuada para la operación.
4	Accesorios bien utilizados.	Se pide el cono de cartón para que se realice el cambio de cinta doble pegue.	Para poder garantizar el uso adecuado de los accesorios.	En el área de almacén.	Cuando se requiere más producto.	Especificación adecuada para la operación.

Nota. Elaboración propia.

En la etapa de analizar el material como es debido en el análisis de operaciones se tomó el material de la lámina de cartón que se evidencia en la tabla y para el proceso de impresión y troquelado consta de dos pasos como se observa en la tabla 27.

Tabla 27. Material en el procesamiento de la lámina.

Material:		Proceso:		Impresión y troquelado		Observaciones
Paso	¿Qué?	Material	¿Cómo?	¿Para qué?	¿Dónde?	
paso 1	Accesorios bien utilizados.	Se pide el cono de cartón del stretch y el zuncho para que se realice el cambio.	Para poder garantizar el uso adecuado de los accesorios.	En el área de almacén.	Cuando se requiere más producto.	Especificación adecuada para la operación.
paso 2	Uso adecuado de las tintas.	Los colores que más uso tiene se utiliza bidones y las de poco consumo se manejan en cuñete.	Para no realizar demasiados cambios y el precio es mejor para una cantidad mayor.	En el área de impresión.	Cuando se hacen corridas largas en máquinas y consecutivas del mismo color.	Especificación adecuada para la operación.

Nota. Elaboración propia.

En conclusión, para las tablas 26 y 27, se cumple lo adecuado según lo requerido en el estudio del material, ya que se mitiga el uso de materia prima excesiva, su desperdicio es mínimo y adicional es aprovechado en toda la cadena por medio de ductos donde se comprime todo el material de desperdicio y se envía nuevamente para procesar en nuevo papel, siendo así un material reutilizable pensando en uso de materiales sostenibles.

6.1.5 Secuencia y proceso de fabricación.

En la secuencia y proceso de fabricación con el montacarga se puede mostrar en la tabla 27, que consta de seis pasos en la operación, para lo cual se ve que son adecuados para la actividad que desarrolla en la fabricación y comercialización de las cajas de cartón corrugado.

Para la tabla 29 se muestra en detalle la secuencia y proceso de fabricación de las cajas de cartón corrugado y la participación del operario en dicho proceso, para lo cual consta de nueve pasos en la ejecución en donde dos de ellos se consideran que deben ser modificados.

Analizando las tablas 28 y 29, se observa que hay pasos que se repiten y esto se debe a que en algunos casos el operario está manipulando el montacarga, pero en cada una de las tablas el procedimiento es el adecuado para su funcionamiento, en conclusión, el transporte del material se realiza adecuadamente según los pasos establecidos en las tablas, lo que no es adecuado en algunos casos es el procedimiento de como se hace y que se puede modificar para que sea más eficiente.

Tabla 28. Secuencia y proceso con el montacarga.

<i>Secuencia y proceso de fabricación:</i>						
<i>Paso</i>	<i>¿Qué?</i>	<i>Montacarga</i>	<i>Proceso:</i>	<i>Montacarga</i>	<i>¿Cuándo?</i>	<i>Observaciones</i>
		<i>¿Cómo?</i>	<i>¿Para qué?</i>	<i>¿Dónde?</i>		
1	Inspección montacarga.	Revisar manualmente el funcionamiento de la bocina, dirección, frenos, luces de advertencia, faros delanteros y luces de cola, cinturón de seguridad, condición de neumáticos, daños o fugas evidentes. Revisar el nivel de aceite y de combustible.	Para evitar accidentes, precarios y tiempos muertos.	Área de inspección que se encuentra afuera de la planta de producción.	Tan pronto llega al área de inspección al iniciar el turno laboral.	Especificaciones adecuadas para la operación.
2	Transporte de pedido a área de producto en proceso.	Montacarga se dirige a los carriles de producto en proceso.	Para retirar la mercancía que fabrica el corrugador.	En el área del corrugador en la parte de los apiladores.	Tan pronto el apilador baja con la lámina corrugadora.	Combinar. Combinar con el paso 3

3	Transporte de pedido a máquina o a troqueladora.	Montacarga se dirige a las maquinas impresoras.	Para alimentar las máquinas.	Zonas demarcadas para transportar la mercancía con el montacarga.	Cuando el operario encuentra el material solicitado.	Combinar. Combinar con el paso 2
4	Alimentar máquinas.	El montacarga ubica cada material frente a la impresora para ser procesada.	Para ser procesado por las impresoras.	Área de impresoras.	Cuando el operario lo transporte hacia las impresoras desde el almacén.	Especificaciones adecuadas para la operación.
5	Cargar pedidos de producto terminado.	El montacarga se ubica frente al producto terminado de las impresoras y lo recoge.	Para evacuar el material procesado de la impresora.	Área de impresoras.	Cuando la maquina procesa la lámina corrugada.	Especificaciones adecuadas para la operación.
6	Transportar pedido de producto terminado.	Transporta el material al área de producto terminado.	Para que pueda seguir funcionando máquinas y montacargas.	Zonas demarcadas para transportar la mercancía por el operario.	Cuando el operario carga el producto terminado para el área de producto terminado.	Combinar. Combinar con el paso 8
7	Almacenar en producto terminado.	El operario se ubica frente a los carriles de producto terminado y ubica el material.	Para que pueda seguir al siguiente proceso, su despacho.	Área de Almacenamiento de producto terminado.	Cuando el operario ubica el material en el siguiente proceso.	Especificaciones adecuadas para la operación.
8	cargar pedido al muelle de despachos.	El operario se ubica frente a los carriles y toma el pedido.	Para ser despachado.	En los muelles de despacho.	cuando tiene la orden de despachos para el envío.	Combinar. Combinar con el paso 6

Nota: Elaboración propia.

Tabla 29. Secuencia y proceso del operario en el proceso.

<i>Secuencia y proceso: Operario</i>			<i>Proceso:</i>		<i>Proceso operario</i>	
Paso	¿Qué?	¿Cómo?	¿Para qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	Observaciones
1	Inspección de montacarga.	Revisar manualmente el funcionamiento de la bocina, dirección, frenos, luces de advertencia, faros delanteros y luces de cola, cinturón de seguridad, condición de neumáticos, daños o fugas evidentes. Revisar el nivel de aceite y de combustible.	Para iniciar con la operación de inspección.	Área de inspección que se encuentra afuera de la planta de producción.	Antes de iniciar cada turno laboral.	Especificaciones adecuadas para la operación.
2	Realiza inventario de carriles de producto en proceso.	En un cartón anota los pedidos que hay en el almacenaje de producto en proceso en cada uno de los carriles.	Para poder ubicar fácilmente.	Almacenaje.	Tan pronto hace la inspección.	Eliminar. Realizar un solo inventario para los tres turnos.
3	Verifica pedidos de cada máquina impresoras.	Va a cada maquina impresora y revisar la planeación para el turno.	Para poder satisfacer las necesidades de cada máquina.	Área de impresoras	Tan pronto hace inventario de producto en proceso	Modificar. Debería ser en un sistema portátil.
4	Búsqueda de material.	Se dirige al área de almacén de producto en proceso y lo busca hasta que lo encuentre moviendo el producto que se encuentra en el almacén, si no lo encuentra hace el reporte para ser producidos.	Para llevarlos a las máquinas para ser procesados.	Almacenaje.	Tan pronto verifica pedidos en las máquinas de impresoras.	Modificar. Mecanización de los procesos manuales.
5	Transporte de material a las máquinas impresoras.	Carga el material al montacarga y se dirige a las maquinas impresoras	Para alimentar las máquinas	Zonas demarcadas para transportar la mercancía con el montacarga.	Cuando el operario encuentra el material solicitado.	Especificaciones adecuadas para la operación.

6	Alimenta a las máquinas impresoras.	Ubicar cada material al frente de la impresora para ser procesada.	Para ser procesado por las impresoras.	Área de impresoras.	Cuando el operario lo transporto hacia las impresoras desde el almacén.	Especificaciones adecuadas para la operación.
7	Carga productos terminados de las máquinas impresoras.	Ubica el montacargas frente al producto terminado de las impresoras y recogerlo.	Para ser transportados a despacho.	Área de impresoras.	Cuando el operario termina de alimentar las maquinas	Especificaciones adecuadas para la operación.
8	Transporta productos terminados de las máquinas impresoras para el almacén.	Transporta el material de producto terminado para despacho.	Para ser despachado.	Zonas demarcadas para transportar la mercancía por el operario.	Cuando el operario carga el producto terminado ara ser despachado.	Modificar. Despachar pedidos grandes de una vez.
9	Almacena productos terminados en los carriles de despacho.	El operario se ubica frente a los carriles de despacho y donde hay disponibilidad los ubica.	Para ser despachado.	Despachos.	Cuando el operario lo transporto hacia el despacho desde las maquinas.	Especificaciones adecuadas para la operación.

Nota: Elaboración propia.

6.1.6 Configuración y Herramientas.

Para la sección de configuración y herramientas del montacarga, se ve en la figura 17 un check list, que los operarios tienen que realizar antes de operar el montacarga con el fin de evitar incidentes en su operación,

Unimag		LISTA DE CHEQUEO INTERNO PARA MONTACARGAS DE COMBUSTIÓN INTERNA				FT SER 013 Febrero 13/08 Versión 2	
Su equipo de confianza		Cliente		Técnico		Horas	
		[Redacted]		H. Motavita		3059	
Fecha		Modelo / Serie		C.I. <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/>		OT	
12/4/2020		H110XL/600500466E					
DE COMBUSTIÓN INTERNA							
CHEQUEO				ENTRADA	SALIDA	CHEQUEO	
				OK	R	OK	R
Revisar fugas							
Cilindro de inclinación				✓	✓		
Cilindros de elevación				✓	✓		
Cilindros free left				✓	✓		
Mangueras en general				OK	OK		
Racores en general				OK	OK		
Cilindro side shift							
Fugas Diferencial y Servotransmisión							
Revisión torre							
Cadenas							
Tensores							
Poleas							
Ajuste torre y carro							
Rodamientos torre y carro							
Bujes torre							
Revisión Perilla				NO			
Frenos							
Freno mano							
Freno de servicio							
Fugas bomba y cilindros							
Fugas en tuberías							
Líquido de frenos				caudal			
Torque ruedas delanteras							
Espárragos Platos Delanteros							
Espárragos Llantas Delanteras							
Revisión Varillaje Pedal de Acercamiento							
Caucho monotor y freno							
Suspensión y dirección							
Juego axial (golpe eje dirección)							
Engrase							
Torque ruedas traseras							
Fugas cilindro dirección							
Fugas orbitrol				NO			
Terminales y rotulas							
Fuga control hidráulico				SI			
Espárragos Platos Traseros							
Espárragos Llantas trasera							
Motor							
Aceite motor							
Instalación de alta							
Verificar fugas				SI			
Inspeccionar correas (estado, tensión)							
Encendido motor (frío, caliente)							
Cardam de bomba				NO			
Radiador, tape y mangueras							
Soporte Motor							
soporte tarro exhosto							
Motor							
Ruidos motor							
Aceleración motor							
Filtro de aire							
Funcionamiento general							
Chasis							
Tornillería tablero							
Tornillería pisos							
Soportes cabina							
Laterales							
Capot							
Amortiguador capot y chapa							
Pesa (alineación, tornillo)							
Pisos / tapetes							
Pintura							
Silla y Rieles de silla							
Golpes en el Equipo							
Sistema eléctrico							
Tablero							
Luces en general							
Fusibles (tapa)							
Switch ignición (llave)							
Conexiones generales							
Batería (carga, electrolito, soporte)							
Cables de batería							
Carga alternador (indicador de carga)							
Revisar cableado (instalación baja)							
Pito							
Ruido Motor Arranque							
Sistemas adicionales							
Sistema gas							
Tanque gas, soporte							
Aditamentos							
Side shift							
Niveles							
Aceite hidráulico							
Aceite servotransmisión							
Aceite del diferencial							
Agua de vaso de recuperación							
Nota : Verificar con la Orden de Trabajo los trabajos realizados. Esta Lista de chequeo aplica para recibo y entrega del equipo en el estado en que se encuentre. En caso de observaciones favor escribirlas al respaldo.							
OK : Buen estado R : Reparar							
OBSERVACIONES							
presenta a el clan fugas y no opera esta bloqueado hay que desarmar a ver que daños tiene.							

Figura 17. Lista de chequeo del montacarga. Nota. Fotografía tomada del archivo de la empresa.

En la tabla 30 se puede observar la configuración y herramientas del material en el proceso de fabricación de la lámina corrugada que consta de dos pasos que son adecuadas para su operación.

Tabla 30. Configuración y herramientas del material al corrugador.

Configuración y herramientas		Material	Proceso:	Fabricación de lámina corrugada		
Paso	¿Qué?	¿Cómo?	¿Para qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	Observaciones
1	Tiempo de pre-alistamiento.	En el sistema registrar la opción de alistamiento.	Para hacer el cuadro de papeles y temperaturas del tren de secado.	En el área de tren de secado y cabezote del corrugador.	Tan pronto se arranca la maquina o hay un cambio de material.	Especificación adecuada para la operación.
2	Registro del trabajo.	El sistema les da a conocer el material a corrugar, pedidos que se van a fabricar metros lineales y tiempo que se demora fabricando el material.	Para que vayan alistando los siguientes papeles que se requieren.	En el área del cabezote y pasa después al área de materias primas.	Cuando se comienza la corrida del material, el operario, informa los metros que a producir y el siguiente material, por medio de la orden de producción impresa.	Especificación adecuada para la operación.

Nota. Elaboración propia.

Tabla 31. Configuración y herramientas del material al transformar en impresión y troqueladora.

Configuración y herramientas:		Material	Proceso:	Impresión y troquelado		
Paso	¿Qué?	¿Cómo?	¿Para qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	Observaciones
1	Tiempo de pre-alistamiento.	El sistema toma el tiempo de parada de la maquina por cuadro	Para Saber lo que se demora realmente el operario en producir el pedido.	En las impresoras y troqueladoras.	Al momento de comenzar a producir el pedido.	Especificación adecuada para la operación.
2	Registro del trabajo en proceso.	Por medio del sistema y por medio de la tarjeta de producción.	Para que el operario pueda validar si el pedido a producir es correcto y las especificaciones.	En las impresoras y troqueladoras.	Tan pronto pre-alistamiento carga los pedidos al sistema.	Especificación adecuada para la operación.
3	Registro del trabajo terminado.	En cada maquina hay una tabla para colocar las tarjetas de los pedidos terminados.	Para que la persona de despachos recoja las tarjetas y sepa que se pueda enviar.	En las impresoras y troqueladoras.	Cuando el operario termina de fabricar el pedido.	Especificación adecuada para la operación.

Nota. Elaboración propia.

Analizando la tabla 30 y 31 se puede concluir que el sistema está bien fundamentado con tiempos de los históricos de producciones anteriores y tienen sus opciones para seleccionar las paradas, como lo es el tiempo de pre alistamiento, incluyendo estaciones de trabajo alternas mientras la máquina está en funcionamiento para realizar cambios más rápidos como lo son el corrugador y las máquinas troqueladoras, así mismo se puede registrar lo fabricado para que el sistema registre los datos y haga los propios reportes que analiza la dirección.

6.1.7 Manejo de materiales.

En el manejo de materiales se toma como objeto de estudio el montacarga como se ve en la tabla 32, porque es el encargado de trasladar la mercancía por el área de las máquinas impresoras y almacenamiento con el fin de dar cumplimiento al proceso, en la tabla

32, podemos identificar que tres pasos se deben modificar, son pasos de los cuales ya hemos hablado, pero en este aspecto del análisis se repiten, se puede concluir que los aspectos que se repiten dan más peso a lo que debemos dar prioridad para solucionar.

Tabla 32. Manejo de materiales con el montacarga.

Manejo de Materiales		Montacarga				
Paso	¿Qué?	¿Cómo?	¿Para qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	Observaciones
1	Identificar el pedido.	Se busca en los carriles y si no se encuentra visiblemente, se comienza a mover las estibas una a una hasta encontrarla, dejándolas en orden diferente a lo inicial.	Para ser procesado por las máquinas impresoras.	Área de almacenaje.	Tan pronto se indique en plan de producción de las impresoras.	Modificar Implementación Sistema de codificación.
2	Retirar el material.	Se ubica el montacarga, estira las horquillas y eleva el material.	Para ser transportado por las máquinas impresoras.	Área de almacenaje.	Tan pronto se identifica el material.	Especificaciones adecuadas para la operación.
3	Transportar a impresoras.	El montacarga se dirige desde el área de almacenamiento a las impresoras para ser procesadas.	Para ser procesado por las máquinas impresoras.	Zona de transporte.	Tan pronto se retira el material que se requiere para ser procesado.	Especificaciones adecuadas para la operación.
4	Retirar el material procesado.	Se ubica el montacarga, estira las horquillas y eleva el material.	Para evacuar el área de las máquinas impresoras y ser despachados.	Zona de impresoras.	Tan pronto alimenta las máquinas de impresión y cuando hay necesidad de despejar la zona de impresoras.	Modificar Cambiar las estibas de madera por estibas plásticas para cuidar el pedido.

5	Ubicar material en el área de despachos.	Se busca en los carriles de despachos y si no se encuentra fácilmente, se comienza a mover las estibas una hasta encontrarla, dejándolas en orden diferente a como las encontró.	Para ser despachados al cliente.	Área de despachos.	Fecha de entrega del sistema.	Modificar Implementación Sistema de Codificación.
6	Transportar a los camiones.	El montacarga se dirige desde el área de despachos a los camiones para ser entregados al cliente.	Para ser despachados al cliente.	Área de despachos.	Tan pronto ubica el pedido en el área de despachos.	Especificaciones adecuadas para la operación.

Nota. Elaboración propia.

6.1.8 Distribución en planta.

Actualmente la compañía tiene tres vehículos en el recorrido los cuales están divididos por zonas o máquinas para que la cadena de valor funcione lo mejor posible y sea lo más organizada posible, y están destinadas solo para esa operación, la montacarga que se encarga de evacuar el material que fabrica el corrugador la llamaremos M1 y este Vehículo maneja dos turnos de 6am a 2 pm y de 2 pm a 10 pm; la montacarga que se encarga de alimentar de lámina corrugadora y evacuar el material transformado en las impresoras y en las troqueladoras la llamaremos M2, este vehículo funciona los tres turnos en cada uno de 8 horas y por último, está la montacarga que se encarga de realizar los despachos del área de producto terminado y funciona en dos turnos de 6am a 2pm y de 2pm a 10 pm y la cual llamaremos M3.

Diagrama de flujo de proceso

Los diagramas de flujo permiten representar de manera visual el procedimiento de los tres montacargas que se maneja en cada turno y se evalúa tanto el vehículo como el operario.

Tabla 33. Diagrama de flujo de proceso para el montacarga 1 (M1).

Diagrama de flujo del proceso							
Ubicación: Almacenaje				Resumen			
Actividad: Montacarga 1				Evento	Presente		
Fecha: 26-08-2022				Operación	1		
Operador:	OPM1	Analista:	Rigoberto Cruz	Transporte	1		
Encierre en un círculo el método y tipo apropiados				Demora			
Método:	Presente		Propuesto	Inspección	1		
Tipo:	Trabajador	Material	Máquina	Almacenamiento	1		
Comentarios:				Tiempo (min)			
				Distancia (cm)			
				Costo			
Descripción de los eventos		Símbolo			Recomendaciones al método		
Inspección montacarga		○	⇒	D	■	▽	
Carga pedido		●	⇒	D	□	▽	
Transporta pedido		○	⇒	D	□	▽	
Almacenaje		○	⇒	D	□	▽	

Nota. Elaboración propia.

En los diagramas de flujo del proceso 33 y 34 estudia el montacarga 1, con el fin de entender como es el procedimiento de esta fase tanto para el operador como para la máquina. Para conocer el tipo, tiempo y cantidad de inspecciones, operaciones, transportes, almacenajes y demoras que presenta el proceso.

Tabla 34. Diagrama de flujo de proceso para el operario del montacarga 1 (M1).

Diagrama de flujo del proceso							
Ubicación: Almacenaje				Resumen			
Actividad: Montacarga 1				Evento	Presente		
Fecha: 26-08-2022				Operación	1		
Operador:	OPM1	Analista:	Rigoberto Cruz	Transporte	1		
Encierre en un círculo el método y tipo apropiados				Demora			
Método:	Presente		Propuesto		Inspección	1	
Tipo:	Trabajador	Material	Máquina		Almacenamiento	1	
Comentarios:				Tiempo (min)			
				Distancia (cm)			
				Costo			
Descripción de los eventos		Símbolo				Recomendaciones al método	
Inspección montacarga		○	⇒	D	■	▽	
Carga pedido		●	⇒	D	□	▽	
Transporta pedido		○	⇒	D	□	▽	
Almacenaje		○	⇒	D	□	▽	

Nota. Elaboración propia.

Tabla 35. Diagrama de flujo de proceso para el montacarga 2 (M2).

Diagrama de flujo del proceso						
Ubicación: Almacenaje				Resumen		
Actividad: Montacarga 2				Evento	Presente	
Fecha: 26-08-2022				Operación	5	
Operador:	OPM2	Analista:	Rigoberto Cruz	Transporte	2	
Encierre en un círculo el método y tipo apropiados				Demora	1	
Método:	Presente		Propuesto		Inspección	1
Tipo:	Trabajador	Material	Máquina		Almacenamiento	1
Comentarios:				Tiempo (min)		
				Distancia (cm)		
				Costo		
Descripción de los eventos		Símbolo				Recomendaciones al método
Inspección montacarga		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Realiza inventario carriles producto en proceso		<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verificar pedidos en cada máquina		<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Identifica el pedido en el almacén		<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tiempo de espera buscando pedido		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Transporte pedido a máquinas		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alimentar máquinas		<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cargar pedidos de producto terminado		<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Transportar pedido de producto terminado		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Almacenar en producto terminado		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Nota. Elaboración propia.

Tabla 36. Diagrama de flujo de proceso para el operario del montacarga 2 (M2).

Diagrama de flujo del proceso						
Ubicación: Almacenaje				Resumen		
Actividad: Montacarga 2				Evento	Presente	
Fecha: 26-08-2022				Operación	2	
Operador:	OPM2	Analista:	Rigoberto Cruz	Transporte	2	
Encierre en un círculo el método y tipo apropiados				Demora	3	
Método:	Presente		Propuesto		Inspección	1
Tipo:	Trabajador	Material	Máquina		Almacenamiento	1
Comentarios:				Tiempo (min)		
				Distancia (cm)		
				Costo		
Descripción de los eventos		Símbolo			Recomendaciones al método	
Inspección montacarga		○	⇒	D	■	▽
Tiempo de espera operario realiza inventario carriles producto en proceso		○	⇒	■	□	▽
Tiempo de espera operario verifica pedido en cada máquina		○	⇒	●	□	▽
Tiempo de espera operario identifica pedido en el almacen		○	⇒	●	□	▽
Transporte pedido a máquinas		○	⇒	D	□	▽
Alimentar máquinas		●	⇒	D	□	▽
Cargar pedidos de producto terminado		●	⇒	D	□	▽
Transportar pedido de producto terminado		○	⇒	D	□	▽
Almacenar en producto terminado		○	⇒	D	□	▽

Nota. Elaboración propia.

En los diagramas de flujo del proceso 35 y 36 estudia el montacarga 2, con el fin de entender como es el procedimiento de esta fase tanto para el operador como para la máquina. Para conocer el tipo, tiempo y cantidad de inspecciones, operaciones, transportes, almacenajes y demoras presenta el proceso

Tabla 37. Diagrama de flujo de proceso para el montacarga 3 (M3),

Diagrama de flujo del proceso							
Ubicación: Almacenaje				Resumen			
Actividad: Montacarga 3				Evento	Presente		
Fecha: 26-08-2022				Operación	3		
Operador:	OPM3	Analista:	Rigoberto Cruz	Transporte	1		
Encierre en un círculo el método y tipo apropiados				Demora			
Método:	Presente		Propuesto		Inspección	1	
Tipo:	Trabajador	Material	Máquina		Almacenamiento	1	
Comentarios:				Tiempo (min)			
				Distancia (cm)			
				Costo			
Descripción de los eventos		Símbolo				Recomendaciones al método	
Inspección montacarga		○	⇒	D	■	▽	
Identifica pedido		●	⇒	D	□	▽	
Buscar pedido		●	⇒	D	□	▽	
Carga pedido terminado		●	⇒	D	□	▽	
Transporta pedido termina		○	⇒	D	□	▽	
Muelle de carga		○	⇒	D	□	▽	

Nota. Elaboración propia.

Tabla 38. Diagrama de flujo de proceso para el operario del montacarga 3 (M3)

Diagrama de flujo del proceso						
Ubicación: Almacenaje				Resumen		
Actividad: Montacarga 3				Evento	Presente	
Fecha: 26-08-2022				Operación	1	
Operador:	OPM3	Analista:	Rigoberto Cruz	Transporte	1	
Encierre en un círculo el método y tipo apropiados				Demora		
Método:	Presente		Propuesto	Inspección	1	
Tipo:	Trabajador	Material	Máquina	Almacenamiento	1	
Comentarios:				Tiempo (min)		
				Distancia (cm)		
				Costo		
Descripción de los eventos		Símbolo			Recomendaciones al método	
Inspección montacarga		○	⇒	D	■	▽
Tiempo de espera operario identifica pedido		○	⇒	■	□	▽
Tiempo de espera operario busca pedido		○	⇒	■	□	▽
Carga pedido terminado		●	⇒	D	□	▽
Transporta pedido termina		○	⇒	D	□	▽
Muelle de carga		○	⇒	D	□	▽

Nota. Elaboración propia.

En los diagramas de flujo del proceso 37 y 38 estudia el montacarga 3, con el fin de entender como es el procedimiento de esta fase tanto para el operador como para la máquina. Para conocer el tipo, tiempo y cantidad de inspecciones, operaciones, transportes, almacenajes y demoras presenta el proceso.

Dentro de este orden de ideas se ve y se confirma que los diagramas de los operarios de los M2 y M3 tienen procedimientos parecidos y en ambos se debe llegar a modificar una o varias operaciones para reducir los tiempos y que sea más precisos en las tareas como: identificar los pedidos o realizar los respectivos inventarios.

6.1.8.1 Diagrama recorrido

En la figura 18 se puede observar el movimiento que tienen los tres vehículos dentro de la planta de producción, en flechas rojas el recorrido del montacarga M1, en flechas amarillas el recorrido del montacarga M2 y por ultimo las flechas del color verde que pertenecen al montacarga M3.

Como se puede observar en la figura 18 también se puede analizar en el plano con más exactitud en las áreas de almacenamiento de producto en proceso, como en el área de almacenamiento de producto terminado, hay vías que son muy estrechas, donde la circulación de los vehículos hace que la labor sea muy justa y complicada para transitar y aún más cuando ellos se encuentran, cada uno haciendo sus respectivas tareas, pero estorbándose entre sí.

También en la figura 18 en el plano se puede observar que el carril para la ubicación del material en especial de almacenamiento de producto en proceso es muy largo y esto obliga a que el operario deba hacer movimientos excesivos, obstrucción de la vía y pérdidas de tiempo para el operario del montacargas para llegar al pedido objetivo.

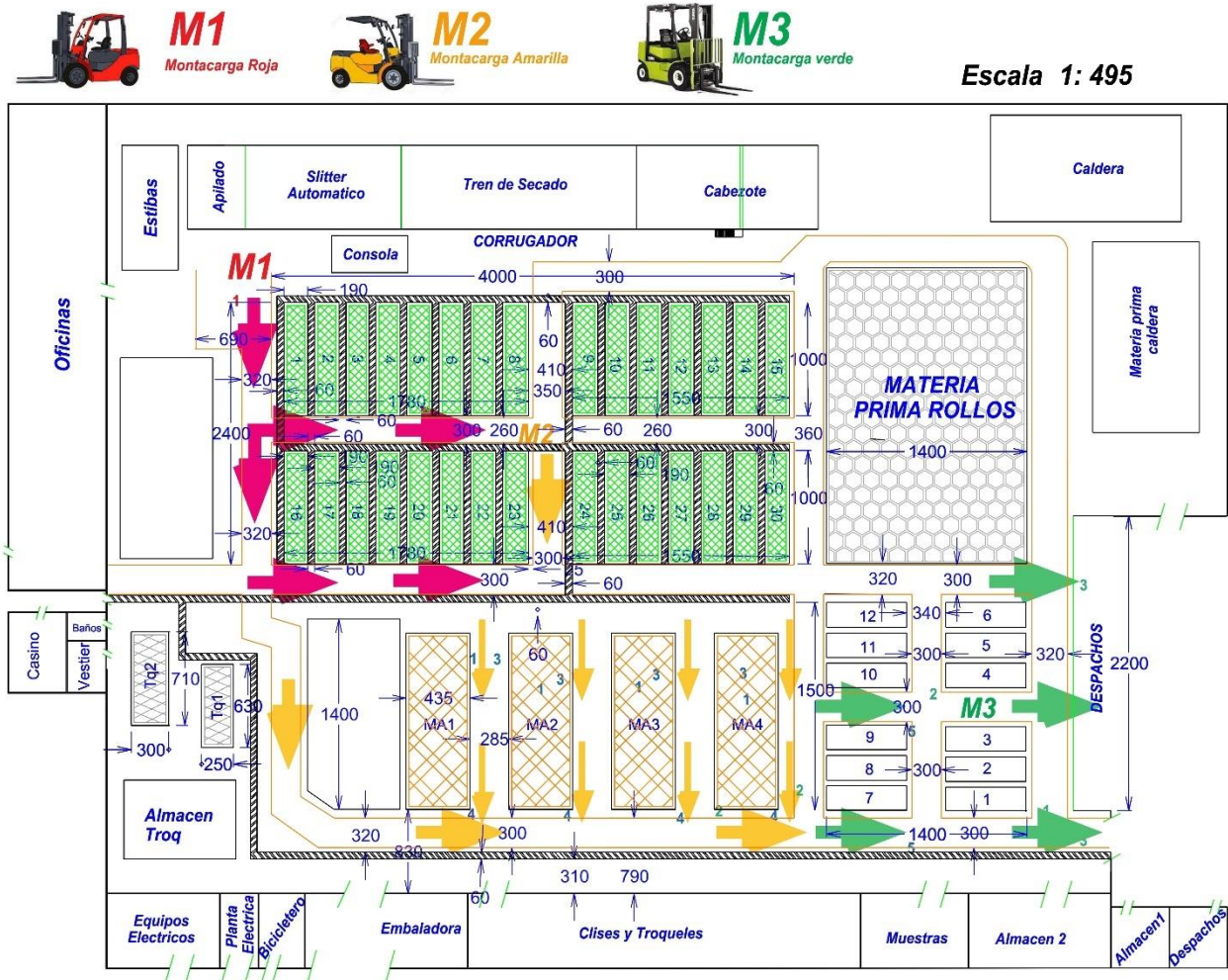


Figura 18. Plano de recorrido de los tres montacargas. Nota. Elaboración propia.

Diagrama recorrido Montacarga 1 (M1)

En la figura 19 encontramos el recorrido que debe hacer el montacarga 1 denominado M1, que se encarga de evacuar el material que fabrica el corrugador y distribuirlo en los carriles del 1 al 30 los cuales están demarcados.

Su primer recorrido es recoger el material que fabrica el corrugador en sus dos apiladores, después con el mismo montacarga el material es puesto en una estiba, paso siguiente el montacarga se dispone a llevar el material a uno de los 30 carriles, en lo posible el deja organizados en un solo carril los pedidos de gran volumen para disminuir el desorden en planta y facilitar la búsqueda de los pedidos al siguiente montacarga.

El montacarga M1 siempre está en constante movimiento por la zona de almacenamiento de producto en proceso, en ningún momento interviene en una operación distinta a la que está destinada, ya que son dos apiladores por donde sale el material y el proceso está diseñado para que el M1, no le quede tiempo para otra operación.

El posicionamiento del material está limitado a los 30 carriles que se ven en la figura 19 y es un movimiento repetitivo alimentando la zona de almacenamiento, el único inconveniente es que el operario de la montacarga lleva un control manual, anotando en que carril ubica el pedido, pero por la cantidad de pedidos que se manipulan, obliga al operario a cometer errores y que queden mal registrados, adicional este inventario que hace el operario es para confirmar su ubicación en dado caso que el operario de las impresoras no encuentre la mercancía, en pocas palabras es un registro que utiliza el operario del M1 para demostrar que si puso el pedido y poder defenderse en dado caso que no aparezca o que lo hayan movido sin actualizar las tablas,

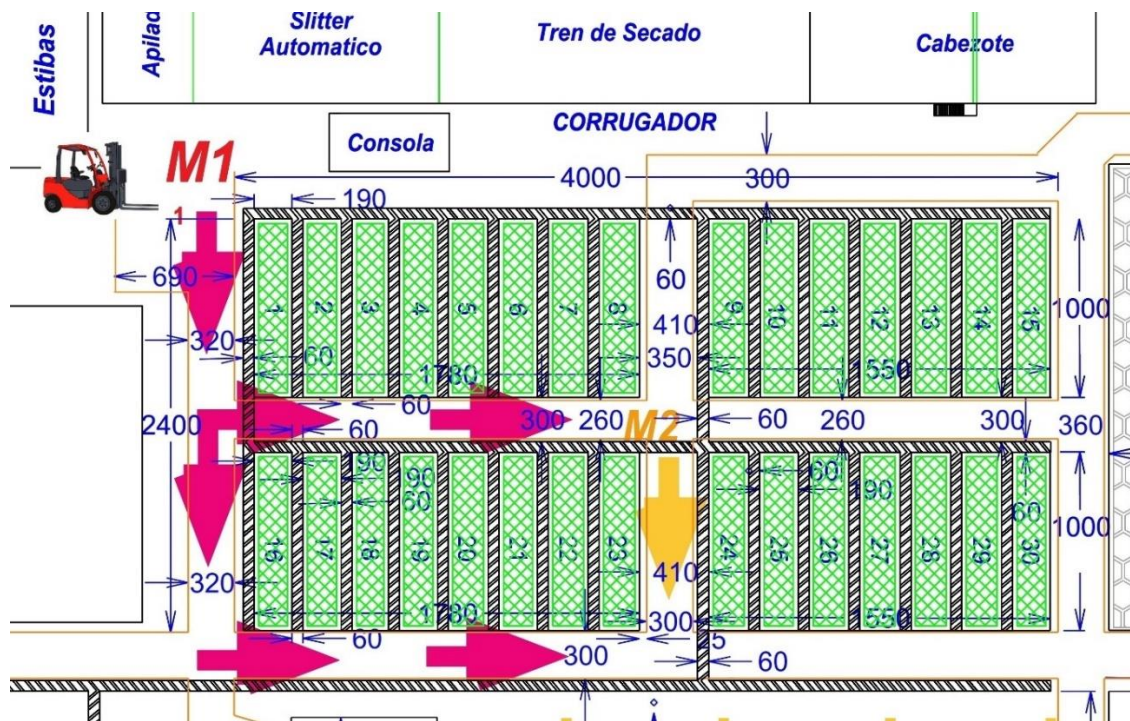


Figura 19. Ampliación del Diagrama de recorrido del montacarga M1. Nota. Elaboración propia.

Al comenzar el turno es fácil su acomodación ya que hay una buena parte de carriles desocupados por el turno de la noche de las impresoras que evacua buena parte de material, pero a

medida que va finalizando el turno el operario del montacarga queda sin opción para poder acomodar la mercancía organizada y lo que hace es ubicar el material donde encuentre espacio y su flujo o sentido de recorrido es para ambos lados.

Diagrama recorrido Montacarga 2 (M2)

El desplazamiento que realiza el M2 es mayor y al no haber un orden sistematizado en la ubicación de los pedidos en los carriles, obliga al operario del montacarga a realizar un inventario manual, antes de comenzar su operación.

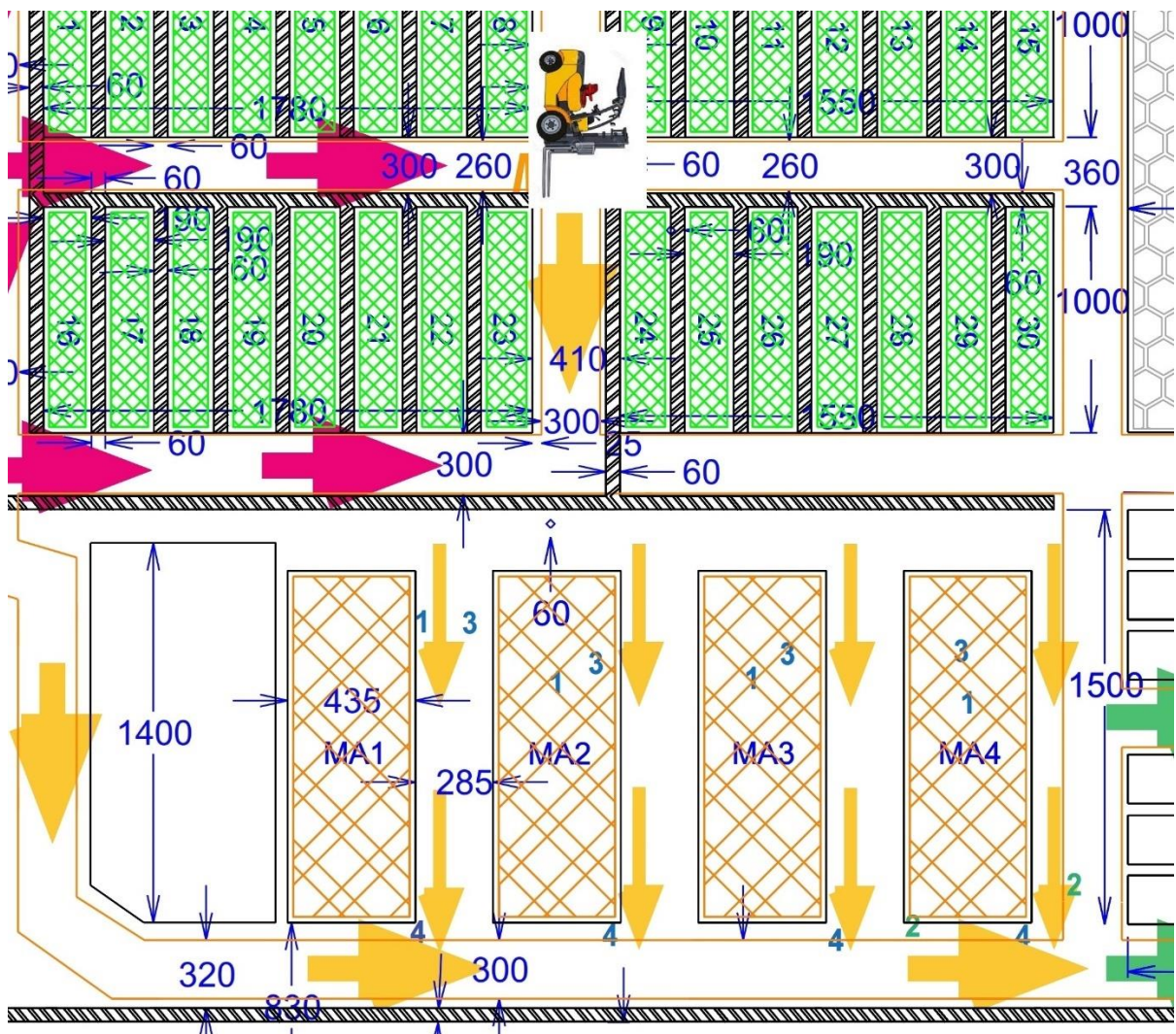


Figura 20. Ampliación del Diagrama de recorrido del montacarga M2. Nota. Elaboración propia.

Como se observa en la figura 20 entre los carriles hay un espacio de 60 cms, por donde el operario pasa tomando el registro de los pedidos que hay; este espacio a veces se queda pequeño ya que los carriles están diseñados para la medida de la estiba que es de 180 cm de largo por 120 cm de ancho con una pequeña tolerancia, pero en algunos casos la lámina sale de la estiba por su tamaño y esto entorpece la labor del operario de montacarga a la hora de tomar su inventario, adicional es un espacio muy preciso como la mercancía va remontada una estiba sobre otra disminuye la visibilidad para el operario, lo que obliga a realizar actos inseguros y se generan demoras innecesarias.

Como podemos observar en el diagrama de recorrido su tarea número 1, es verificar la programación que tienen las máquinas impresoras para así mismo ubicar los carriles donde está el material, el operario del M2 tiene que hacer movimientos excesivos de material, cuando el pedido que se requiere está en la mitad del carril, lo que hace que descuadre su registro de ubicación y que lo actualice, siempre y cuando el tiempo lo permita, por lo cual en muchas ocasiones se genera desorden, caídas, golpes y demoras para encontrar la mercancía, que repercuten en paradas de máquinas y en el peor de los casos la reposición del material.

¿Y por qué ocurre esto?, en la producción que maneja la empresa, se manejan un mínimo de producción por pedido que puede llegar a ser 500 unids que fácilmente caben en una sola estiba y en la cual el operario de la M1 puede ubicar donde quiera dentro de los 30 carriles y al ser el carril tan largo el montacarga M2 debe realizar movimientos de mercancía, hasta llegar al pedido objetivo y en ese procedimiento la carga se ubica en otros carriles, pero su actualización no es fácil de realizar.

Así mismo el M2, es el montacarga encargado de alimentar las troqueladoras, mercancía que puede llegar desde el corrugador, o desde las impresoras. La operación final del M2 es retirar el material que se produce en las impresoras y troqueladoras y llevarlo a la zona de almacenamiento de producto terminado, esta operación se hace en todo momento y su flujo o sentido de recorrido puede ser para cualquier lado.

Diagrama de recorrido Montacarga 3 (M3)

Este diagrama, (Figura 21) este marcado con la línea verde y el M3 tiene que hacer un recorrido menor, pero así mismo debe alimentar 9 muelles de carga para los despachos, cuando hay pedidos de gran volumen y están en la fecha de entrega o un día antes, se coordina para que el montacarga de despachos evacue el material desde la máquina y se cargue directo al camión y así elimina un almacenamiento.

Es importante tener en cuenta que el control de lo que se está cargando lo maneja tanto el operario del montacarga como el operario y ayudante del camión, pero que a pesar de llevar el control se crea inconsistencia en cantidades contra lo que está en inventario y en este aspecto es donde se debe quitar este desperdicio para así mismo evitar esta pérdida de tiempo en recuentos y búsqueda de material.

Así como en el montacarga M2, este montacarga M3 también debe identificar manualmente el material en inventario para su cargue y en la zona de producto terminado el material es remontado una estiba sobre otra, cabe resaltar que la búsqueda que se realiza en producto terminado es más sencilla ya que las cajas en su gran mayoría por ser impresas se pueden encontrar visualmente.

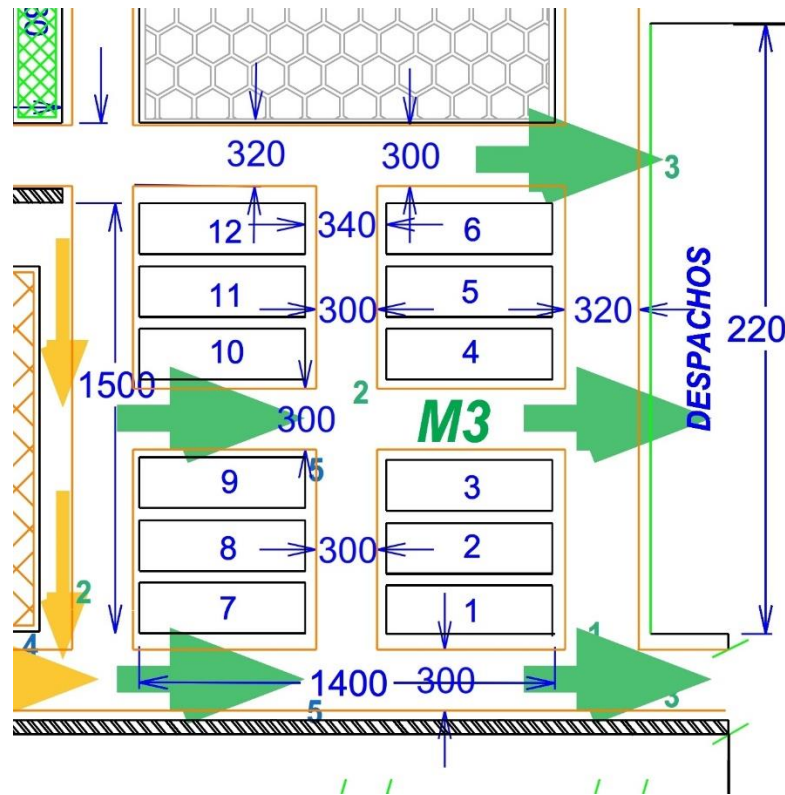


Figura 21. Ampliación del Diagrama de recorrido del montacarga M3. Nota. Elaboración propia.

Otro aspecto en contra también es el trasbordo o movimiento excesivo que tiene el material, ya que no hay un orden especial para ubicar y puede que un pedido quede en la mitad del carril lo cual ocasiona que el M3 deba moverlos para llegar a él, este movimiento excesivo genera que haya maltrato de material por caídas, por sobre montar nuevamente y por golpes y que así mismo hace que su cargue sea más demorado mientras se ubica el material.

Analizando estos diagramas y su metodología salen las siguientes preguntas las cuales consultamos con el ingeniero de producción ¿porque es necesaria esta operación? y ¿Por qué esta operación se lleva de esta manera? Para lo cual respondió lo siguiente

¿Por qué es necesaria esta operación?

Este almacenamiento de producto en proceso como el de producto terminado, son necesarios para poder completar el flujo de la operación.

En cuanto al almacenamiento de producto en proceso es necesario, ya que el sistema de la empresa de cartón corrugado está basado en el JIT, pero a su vez su producción en la máquina corrugadora se basa en cuadros de pedidos por material.

Como observamos en la tabla 1 de resistencia de material, hay distintas claves las cuales deben ser fabricadas en corridas por este tipo de material, el papel o bobina tiene un ancho en el cual se debe cuadrar los pedidos y algunos son con fecha posteriores, esto ocasiona que el material quede en el almacenamiento en proceso.

Si lo miramos desde el área de almacenamiento de producto terminado pasa lo mismo, cuando en su proceso de fabricación el pedido se termina antes de la fecha de entrega, se almacena en espera de que se pueda despachar antes o que llegue su fecha, este procedimiento es necesario para respetar el justo a tiempo y cumplir la fecha de entrega que tiene el sistema.

¿Por qué esta operación se lleva a cabo de esta manera?

En el área de almacenamiento de producto en proceso es donde llega toda la lámina de cartón que fabrica el corrugador, lo ideal sería que tan pronto se corrugue el material pase a impresión quitando este almacenamiento, pero el corrugador es más veloz en fabricar la lámina que las impresoras fabricando cajas, por este motivo la capacidad esta medida por lo que pueden fabricar las máquinas y así mismo se establece el tiempo que debe trabajar el corrugador para cumplir la capacidad de las impresoras, dando como resultado que las troqueladoras e impresoras trabajen tres turnos y el corrugador solamente dos turnos.

Como el corrugador fabrica en tiempo más veloz esta lámina se debe almacenar en 30 carriles especificados para este proceso, los cuales están debidamente demarcados, los cuales podemos observar en la figura 21.

Podríamos resumir a continuación que el diagrama de recorrido se realizan movimientos repetitivos y en algunos casos se realizan demasiados movimientos de material, para lograr llegar al pedido objetivo, lo que genera desorden para ubicar nuevamente el material que ha sido movido, esto debido a que los carriles son muy largos, y las vías en algunos lados muy estrechas, ocasionando pérdida de material, pérdida de tiempo y daños de material como golpes o caídas por demasiados

traslados, también hay algunas operaciones que se hacen manual y por no estar sistematizadas se puede llegar al error donde se genera paradas de máquinas o reposición del material.

6.1.9 Diseño del trabajo.

En la tabla 39 se puede ver en detalle el diseño de trabajo para el montacarga, operario y material transportado, con el fin de tener óptimas condiciones de trabajo.

Tabla 39. Diseño del trabajo

Diseño del trabajo:		Operario				
Paso	¿Qué?	¿Cómo?	¿Para qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	Observaciones
1	Descansos breves e intermitentes.	En intervalos de tiempo que están estipulados en la planta.	Para evitar fatiga en los operarios.	En la planta.	Cuando el operario vaya a mitad de turno.	Especificaciones adecuadas para la operación.
2	Hacer el trabajo sencillo	Colocando las funciones muy sencillas, con instrucciones muy claras y específicas.	Para que cualquier operario que tenga conocimiento y experiencia con el montacarga pueda desarrollarla.	En la planta.	Siempre.	Especificaciones adecuadas para la operación.
3	Transitar con velocidad moderada.	No excediendo los límites de 30 kilómetros por hora.	Evitar accidentes.	En la planta.	Siempre.	Especificaciones adecuadas para la operación.
4	Distancia entre montacargas.	Se debe reiniciar la distancia mínima de 4 metros entre dos montacargas.	Evitar accidentes.	En la planta.	Siempre.	Especificaciones adecuadas para la operación.

5	Señalización.	La planta debe estar demarcada por el lugar donde debe transitar el montacarga.	Evitar accidentes.	En la planta.	Siempre.	Especificaciones adecuadas para la operación.
6	Maniobras.	Evitar elevar un montacarga con otra.	Evitar accidentes.	En la planta.	Siempre.	Especificaciones adecuadas para la operación.
7	Solo manejar el montacarga personal autorizado.	Solo debe manejar el montacarga el operario autorizado en turno.	Evitar accidentes.	En la planta.	Siempre.	Especificaciones adecuadas para la operación.
8	No operar máquinas con grasa.	Operar el montacarga limpio.	Evitar accidentes.	En la planta.	Siempre.	Especificaciones adecuadas para la operación.
9	Utilizar los retrovisores.	Utilizar los retrovisores en lugar de girar la cabeza para mirar hacia atrás.	Evitar lecciones en el operario.	En la planta.	Siempre.	Especificaciones adecuadas para la operación.
10	Manejar en reversa o elevar la carga.	Se recomienda manejar en reversa o elevar la carga para poder tener una visibilidad plena por donde conduce.	Evitar accidentes.	En la planta.	Siempre.	Especificaciones adecuadas para la operación.
11	Ropa adecuada.	Solo utilizar el uniforme de trabajo que es adecuado en el manejo de montacargas.	Evitar accidentes.	En la planta.	Siempre.	Especificaciones adecuadas para la operación.

Nota: Elaboración propia.

En esta perspectiva se observa en la tabla 39, que el diseño del trabajo es adecuado para la operación, y se cumple en la manipulación del material, como se realiza con máquinas el operario no tiene que hacer cargas excesivas, pero si es importante que se sujete a los pasos que debe realizar para manipular el material, para evitar accidentes o daño en el material, en ocasiones el tener prisa, el exceso de confianza, no usar los retrovisores, no llevar la mercancía en reversa hace que por error dañen el material en las áreas de almacenaje.

Podríamos resumir a continuación que un aspecto a mejorar es el manejo manual que realizan los operarios de los montacargas, cada uno de los tres montacargas que trabajan en las distintas áreas, deben alimentar el sistema para su siguiente proceso, esto obliga a eliminar o modificar los inventarios manuales que se están realizando, mejorando los tiempos muertos de los montacargas, pero este debe hacerse por medio de un programa sistematizado, para que así mismo cada operario pueda tener la información actualizada, siendo así el operario del montacarga del corrugador actualiza el inventario al operario del montacarga de las impresoras y troqueladora y este a su vez actualiza el inventario al operario del montacarga que realiza los despachos.

Es por eso por lo que, si se modifica el procedimiento manual y se vuelve sistematizado, los tres operarios van a ser más efectivos en sus cargos y les va a permitir tener un mejor control de la operación evitando que se hagan paradas en máquina, pérdida de material, y reposiciones por no identificar el material, también podemos concluir que al realizar este cambio los tres operarios trabajarían como una célula y mejoraría el flujo de los productos en la cadena de producción.

El segundo aspecto que se debe mejorar es la ubicación de la mercancía en los carriles de almacenaje, estos carriles son largos para los cuales requieren ubicar pedidos pequeños y grandes de gran volumen, todo esto ocasiona que se realicen excesivos movimientos. Una manera de reducir los excesivos movimientos es por medio de racks fijos, dado que el pedido queda en un solo lugar y sea fácil de hallar por el operario del montacarga, pero este aspecto debe ir de la mano con la implementación de un sistema de codificación para que el operario pueda saber dónde está la mercancía para mayor facilidad en el rastreo de los pedidos que se encuentran en la parte de arriba de los racks.

Observando los datos se puede analizar que los aspectos para ambas áreas de almacenaje son iguales, así que se debe implementar la misma solución a cada área de almacenamiento, pero la proporción de afectación es más crítica en el área de almacenaje de producto en proceso, ya que la falta de material por demoras, en excesos de movimiento o la mala identificación, puede llegar a parar la máquina, adicional se observa que todos los cambios e implementaciones que se deben realizar en el análisis de operación se agrupa en cuatro eslabones que se muestran en la figura 22 y que son los más importantes para solucionar ya sea total o parcialmente.

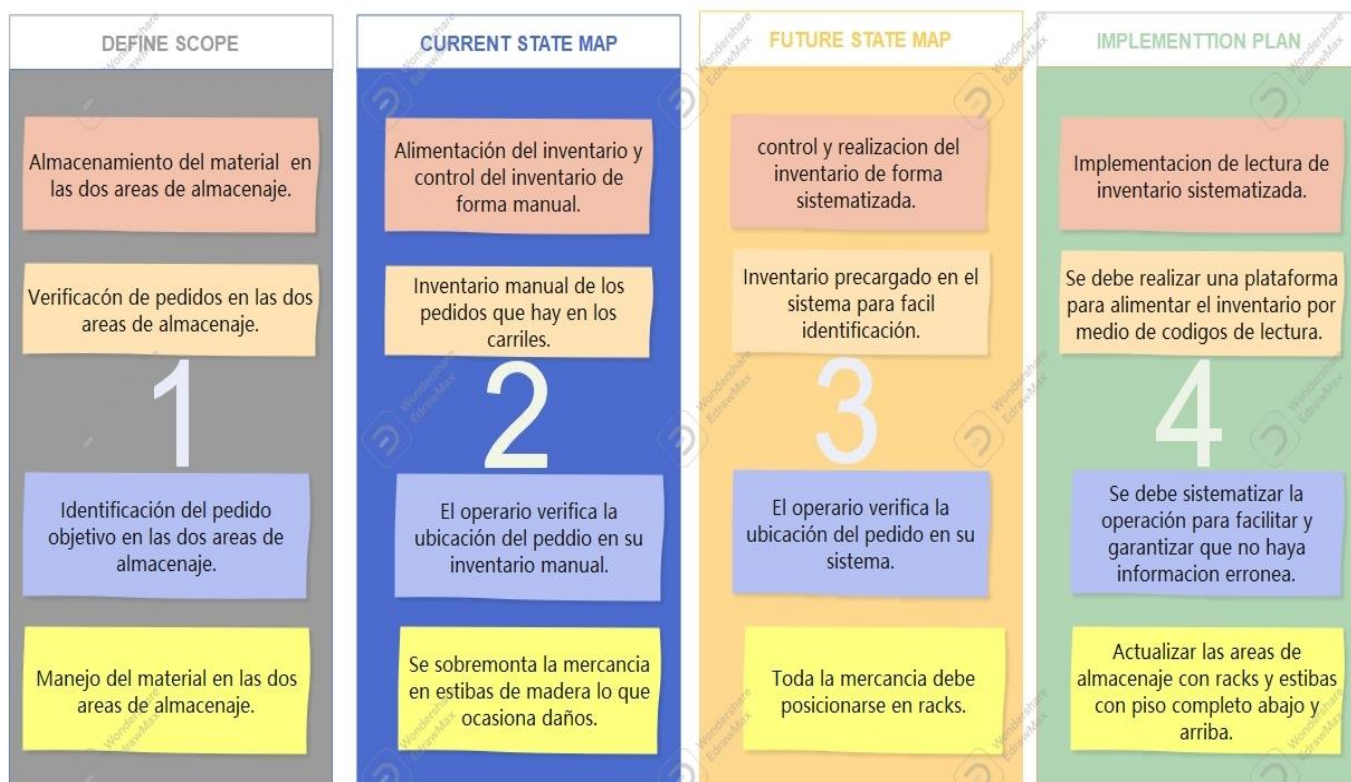


Figura 22. Resumen del diagnóstico.

En resumidas cuentas, el diagnóstico se puede definir que el manejo de los inventarios es muy importante, en una operación y que no controlarlos o poner el debido cuidado, puede llegar a realizar paradas, pérdidas y otros aspectos que le quitan valor al proceso y hacen que el producto o proceso sea más costoso y difícil de controlar.

Para este caso de estudio se debe implementar un sistema por medio de codificación de productos el cual nos permita realizar el inventario del producto que se tiene, en donde se ubica para que así mismo el siguiente operario pueda tener la información y sea fácil su operación para

que así mismo, el último operario también tenga la información clara y actualizada evitando errores que comete el humano al realizar el proceso manual, esto permite que los procesos sean más fáciles de realizar ahorrando tiempo a los operarios de las montacargas, tiempo que pueden dedicar a estar más pendientes en la evacuación y alimentación del equipo para mejorar su OEE y así mismo verificar que otros pedidos se pueden despachar de los que se están fabricando, para mejorar la capacidad de la planta.

7 Propuesta de mejora

En el diagnóstico se pudo evidenciar problemáticas en el área de almacén clasificadas en movimientos excesivos, poca trazabilidad en la información, distribución en planta y procedimientos, como se puede evidenciar en la tabla 40, hay aspecto con más relevancia que otros ya que su frecuencia es mayor y se debe priorizar el trabajo a los que más importancia tienen.

Tabla 40. Resumen de las problemáticas

Problema	Actividades	# de casos	Acción	Mejora
Movimientos Excesivos.	Manipulación de mercancía.	2	Modificar.	Hacer mejor uso de las instalaciones.
	Movimiento excesivo del corrugadora a la impresora en pedidos grandes.	4	Combinar.	Cambiar el procedimiento y eliminar parcialmente el almacenamiento.
	Total	6		
Trazabilidad de la información.	Pérdida de información por actividades manuales.	5	Combinar y modificar.	Estandarización.
	Identificar carril disponible.	3	Combinar.	Codificación por sistema.
	Verificación de programación en máquinas.	2	Modificar.	Codificación por sistema.
	Inventario manual por montacarga.	1	Eliminar.	Codificación por sistema.
	Localizar pedido.	2	Modificar.	Codificación por sistema.
Total	13			
Distribución en planta.	Ubicación del material.	3	Modificar.	Redistribución del área de almacenamiento.
	No sobre montar mercancía.	2	Eliminar.	Hacer mejor uso de las instalaciones.
	Dirigirse al área de inspección.	4	Modificar.	Hacer mejor uso de las instalaciones.
	Almacenamiento en estibas Correctas.	2	Modificar.	Cambiar estiba de madera por estiba plástica.
	Carriles.	2	Modificar.	Redistribución del área de almacenamiento.

	Vías de tránsito para los montacargas.	1	Modificar.	Hacer mejor uso de las instalaciones.
	Total	14		
Procedimiento.	Mal manejo de apiladores.	1	Modificar.	Capacitación.
	Ubicar el montacarga.	2	Modificar.	Capacitación.
	Total	3		

Nota. Elaboración propia.

La trazabilidad de la información es uno de los puntos más críticos en el área de almacenaje puesto que al no contar con información real y precisa de la ubicación de los pedidos genera pérdida de material, de tiempo, reprocesos, sobrecostos, incumplimiento en los pedidos e insatisfacción en el cliente, para lo cual se propone una codificación sistemática que permita mejorar dicha problemática.

La tercera de las problemáticas que se evidencio en el diagnóstico es la distribución de la zona de almacenamientos en el que se presenta mala ubicación de los pedidos, sobre montar mercancía, al no contar con adecuadas estrategias de almacenamiento; por lo anterior, el operario se basa en su criterio para ubicar la mercancía como mejor considere, para ello se pretende proponer la compra de estibas plásticas que mitigue el aplastamiento y el maltrato que sufre el material con las estibas de madera y también la incursión de estanterías puestas en sitios estratégicos con el fin de aprovechar mejor el espacio presentado en esta zona y que facilite el acceso al material.

Con el fin de enfocarnos en los puntos más críticos hemos decidido tomar los que más frecuencia tienen, como los son: la trazabilidad de la información y la distribución en planta, aspectos importantes para las empresas ya que permite mejorar su proceso interno; así mismo esperamos que las propuestas que se realicen lleguen a minimizar el aspecto número tres que tiene que ver con el exceso de movimiento el cual si no se elimina en su totalidad, si se puede disminuir.

7.1 Trazabilidad de la información

Para presentar una propuesta de mejora para la problemática que se presenta en la trazabilidad de los pedidos se pretende implementar un sistema de codificación por pedido y evaluar tres tipos de sistemas de codificación como lo son los códigos de barras, los códigos QR y la identificación

por radiofrecuencia RFID, con el objetivo de mirar cuál es el que satisface las necesidades de la empresa.

7.1.1 Definición de las alternativas

7.1.1.1 Códigos de barras

El código de barras como lo indica GS1 Colombia (s.f.) es un sistema de numeración que es representado por medio de barras en dirección paralela con áreas de silencio, es decir, los espacios en blanco que se haya en medio de las barras, las cuales cuentan con ancho variable y se encargan de entregar un bit de información del producto. En los códigos de barras existen tres tipos de simbología EAN/UPC, el ITF-14 y el GS1-128.

GS1-128 permite codificar información adicional aparte de la identificación como lo indica GS1 (2022), esta simbología no es adecuada para ser usada por empresas minoristas que requieren el uso de la caja registradora, con capacidad de 48 alfanuméricos y no es omnidireccional. La simbología del EAN/UPC tiene la facilidad de ser leídos omnidireccionalmente. en los puntos de ventas y para leer otros artículos comerciales.

GS1 México indica que el ITF-14 es una simbología que no se recomienda para ser utilizados en las cajas registradoras por parte de los minoristas y es la más adecuada para ser impresa directamente sobre el cartón corrugado (s.f.).

Para la impresión de los códigos de barras la organización GS1 plantea que se debe tener en cuenta los tamaños requeridos, establecidos y/o acordes a las necesidades del cliente y la claridad del código para ser leído, la calidad de la impresión, el margen que debe contar los códigos de barras respetando las áreas de silencio, los colores y contrastes sean adecuados para las necesidades específicas y la ubicación que sea acorde a cada producto, teniendo en cuenta la visibilidad de este por parte del operario (s.f.).

Algunos de los componentes en la implementación del código de barras que se deben tener en cuenta son los siguientes como lo plantea el GS1 Colombia:

- ✓ Impresora de código de barras

Las impresoras de código de barras son dispositivos que permiten imprimir información de un producto sobre etiquetas de alta calidad y de una manera rápida.

- ✓ Etiquetas

Las etiquetas en los códigos de barras son requeridas para imprimir sobre ellas las barras y áreas de silencio en el cual se encuentra información relevante del producto y de las cuales se requiere adherirse a la superficie del producto y/o producto comercial, para lo cual se requiere que sea duradero para el ciclo de vida de dicho producto, evitando así que no se borre o se remueva el código de barras.

- ✓ Lector de código de barras

El lector de código de barras son dispositivos de entrada encargados de capturar la información, codificar y traducir la información que se encuentra inmersa en el código de barras para poder ser legible por el ser humano. Se considera que el rendimiento del lector de código de barras es favorable comparada con el costo bajo que se requiere para su adquisición.

- ✓ Bases de datos

La base de datos es necesaria en la implementación de códigos de barras puesto que permite almacenar y actualizar información de los productos en el momento que sea necesario (s.f.).

7.1.1.2 Código QR

El código Quick Response QR, son códigos de rápida respuesta, son una evolución del código de barras con el fin de permitir almacenar más información por medio de una matriz de puntos la cual es impresa en una etiqueta como lo indica Denso wave Incorporated (2022).

El código QR Denso wave Incorporated dispone de caracteres alfanuméricos para un máximo de 4.296 caracteres, en binario 2.953 bytes y solo para numérico un máximo de 7.089 caracteres.

En la figura 23 hay una representación del código QR que es de forma cuadrada con 3 cuadrados incluidos en las esquinas (2022).



Figura 23. Código QR. Denso wave Incorporated (2022).

Este sistema tuvo una gran acogida en el mercado y son utilizados por diferentes industrias desde brindar información de dirección, teléfonos, configuración del wifi, menú en restaurantes, leer un texto, hoteles, parques turísticos, museos, vincular aplicaciones o URL's, la publicidad, campañas de marketing, diseño gráfico, internet, webs, blogs, catálogos, entre otros. y su gran acogida se deben por su fácil y accesible lectura para los usuarios y es que por medio de dispositivos inteligentes por medio de tecnología de procesamiento de imágenes que permiten el escaneo del código.

Código QR es un código en 2D d lo cual permite ser leída de arriba hacia abajo y también a lo ancho diferente a los códigos de barras que se lee en 1D.

Alguna de las aplicaciones que permiten la lectura de los códigos QR en la actualidad, como lo indica códigos QR (2022):

- QR Droid

Está aplicación permite escanear los códigos QR con un clic mediante las cámaras frontales y posteriores guardando los QR leídos que permite ser exportados en u fichero personal.

- Neo Reader

Es una interconexión de una manera sencilla y práctica al momento de que el usuario las utiliza, cuenta con cámara frontal o cámara trasera que cuenta con flash para una mejor lectura de los códigos QR.

7.1.1.3 Identificación por Radiofrecuencia RFID

Como lo indica (Huidobro, s.f.) la identificación por radiofrecuencia RFID es un sistema de almacenamiento de información por medio de etiquetas o tags, que mandan señales electromagnéticas para poder ser leídas por el lector que permiten leer a distancia. Los RFID se componen de etiquetas RFID o tags, el lector y un ordenador (host o controlador).

Etiquetas de RFID o tags.

Las etiquetas tienen incorporadas una antena y un microchip que se ubica en una superficie para ser leída posteriormente. Los tags tienen una clasificación como lo menciona (Portillo, s.f., Bermejo, s.f.), se encuentra según la forma en que se alimentan, la frecuencia que se requiere para el trabajo, capacidad de trabajo, según el principio de propagación, entre otros.

- ✓ Etiquetas según la forma en que se alimenta:
 - Activos: Son para los tags que requieren etiquetas que necesitan de una batería para transferir la información.
 - Pasivos: Para aquellas etiquetas que no requieren de baterías para transmitir la información.
- ✓ Etiquetas según el rango de frecuencia:
 - Baja frecuencia: Hace referencia a rangos inferiores de 135 KHz.
 - Alta frecuencia: Se refiere a la frecuencia de 13, 56MHz en su funcionamiento.
 - Ultra Alta frecuencia: Se trata de frecuencias en su funcionamiento en 433MHz, 860 MHz y 928 MHz.
 - Frecuencia de microondas: Hace referencia a una frecuencia de 2,45GHz y 5,8GHz.
- ✓ Etiquetas según la capacidad:
 - De solo lecturas: Estas etiquetas son programadas durante la fabricación y no pueden ser reprogramadas posteriormente.
 - De una escritura y múltiples lecturas: Estos tags permiten solo ser programados una vez
 - De lectura/ escritura: Estas etiquetas permiten ser programadas varias veces.
- ✓ Etiquetas según de principio de propagación:

- Inductivos: Son las identificaciones de radiofrecuencia en el campo magnético inducido por las antenas que alimentan las etiquetas o tags.
- Propagación de ondas electromagnéticas: Son operadas a distancias y a muy altas frecuencias por medio de las propagaciones de ondas electromagnéticas.

Lector

El lector es un dispositivo que permite proporcionarle energía a las etiquetas y el recibe los datos que en la etiqueta se encuentran, para luego transmitir la información a un ordenador. Entre ellos se encuentran los lectores fijos y móviles como lo menciona en su artículo (Portillo, s.f., Bermejo, s.f.):

- Lectores RFID fijos.

Son lectores que son posicionados estratégicamente para ser leídos y monitorizar las etiquetas que se encuentran o pasen por el lugar establecido.

- Lectores RFID móviles.

Son lectores manuales que cuentan con una pantalla LCD, una antena integrada y un teclado para ingresar la información que sea requiera y puede tener una radio cobertura menor con respecto a los lectores RFID fijos.

Programadores.

Los programadores son dispositivos encargados de implantar la información sobre las etiquetas RFID, ya sea que se programen una vez o varias veces en el proceso, es necesario hacer mientras el producto se encuentra en fabricación.

7.1.2 Definición de criterios

- ✓ Costo

El costo es un criterio muy importante para este proyecto, se le presenta a la empresa la inversión que debe realizar en un sistema de codificación en el área de almacenaje con el fin de mejorar la

problemática en la trazabilidad de la información que se presenta en la actualidad a un precio asequible posible y que se adecue a las necesidades de la compañía.

✓ **Confiabilidad**

La confiabilidad en la información es un criterio importante para la implementación de un sistema de codificación en el área de almacenamiento para no tener fallas en la comunicación, evitar pérdidas de tiempo y recursos.

✓ **Facilidad en lectura**

Este criterio es importante evaluar cada uno de los sistemas de codificación con el fin de seleccionar la herramienta que sea adecuada en la operación, entre más fácil sea la lectura de las etiquetas a larga distancia o con lectores especializados.

✓ **Reutilización**

La reutilización en las etiquetas y códigos en la implementación y selección de un sistema de codificación para la operación en el área de almacenamiento es muy importante, pero en la selección de este criterio depende de la relación directamente con el criterio del costo – beneficio.

7.1.3 Valoración de los criterios

Tabla 41. Escala de valoración de criterios Thomas Saaty.

Escala Numérica	Escala Verbal	Explicación
1	Igualmente, Importante.	Dos elementos contribuyen en igual medida al objetivo.
3	Moderadamente Importante.	Preferencia leve de un elemento sobre el otro.
5	Fuertemente Importante.	Preferencia fuerte de un elemento sobre el otro.

7	Importancia muy fuerte o Demostrada.	Mucha más preferencia de un elemento sobre otro. Predominancia demostrada.
9	Importancia extremadamente fuerte	Preferencia clara y absoluta de un elemento sobre el otro.
2, 4, 6, 8	.	Intermedio de los valores anteriores.

Nota. Sánchez, Gastón y Belén. (2010)

En la tabla 41 se presenta la escala de valoración de criterios Thomas Saaty donde se comparan los códigos de barras, código QR y la identificación de Radiofrecuencia RFID, para lo cual se comparan dos de las alternativas referente a un criterio.

Tabla 42. Método AHP criterio costo

Costo	Código de barras	Código QR	Identificación radiofrecuencia	Matriz Normalizada			PESO	A	A/PESO
Código de barras	1	0,33	3	0,16	0,23	0,27	0,22	0,67	3,03
Código QR	5	1,00	7	0,81	0,68	0,64	0,71	2,30	3,25
Identificación radiofrecuencia	0,14285714	0,14	1	0,02	0,10	0,09	0,07	0,20	2,89
Suma	6,14285714	1,48	11	1	1	1			3,06

Nota. Elaboración propia.

$$IC = \frac{(3.06 - 3)}{(3 - 1)} = 0.0277 \quad (1)$$

$$IA = \frac{(1.98 * (3 - 2))}{3} = 0.66 \quad (2)$$

$$RC = \frac{0.0277}{0.66} = 0.042 \quad (3)$$

En la tabla 42 se presenta el método AHP con referencia al criterio de costo, para lo cual el costo más bajo de implementación tiene la puntuación más alta con relación a otra alternativa. Al realizar los cálculos de consistencia en la evaluación de las alternativas con referencia al costo da que la

razón de consistencias es de 0.042 (3) lo que quiere decir que es consistente, ya que es menor de 0.10.

Tabla 43. Método AHP Criterio: Confiabilidad

Confiabilidad	Código de barras	Código QR	Identificación radiofrecuencia	Matriz Normalizada			PESO	A	A/PESO
Código de barras	1	1	0,25	0,17	0,17	0,17	0,17	0,5	3
Código QR	1	1	0,25	0,17	0,17	0,17	0,17	0,5	3
Identificación radiofrecuencia	4	4	1	0,67	0,67	0,67	0,67	2	3
Suma	6	6	1,5	1	1	1			3

Nota. Elaboración propia.

$$IC = \frac{(3 - 3)}{(3 - 1)} = 0 \quad (4)$$

$$IA = \frac{(1.98 * (3 - 2))}{3} = 0.66 \quad (5)$$

$$RC = \frac{0}{0.66} = 0 \quad (6)$$

En la tabla 43 se evalúa el criterio de confiabilidad con el método AHP en donde la alternativa que es más segura en su sistema tiene la puntuación más alta para lo cual la identificación de radiofrecuencia tiene la puntuación de 4, la más alta.

Al realizar los cálculos de índice de consistencia (4), índice de aleatoriedad (5) y la razón de consistencia para verificar que el procedimiento fue correcto, da como resultado que la RC (6) fue de 0, lo que indica que el proceso fue consistente.

Tabla 44. Método AHP criterio Facilidad en lectura

Facilidad en lectura	Código de barras	Código QR	Identificación radiofrecuencia	Matriz Normalizada			PESO	A	A/PESO
Código de barras	1	0,25	0,17	0,09	0,05	0,12	0,09	0,26	3,02
Código QR	4	1	0,25	0,36	0,19	0,18	0,24	0,75	3,09

Identificación radiofrecuencia	6	4	1	0,55	0,76	0,71	0,67	2,16	3,22
Suma	11	5,25	1,42	1	1	1			3,11

Nota. Elaboración propia.

$$IC = (3.11 - 3) / (3 - 1) = 0.0549 \quad (7)$$

$$IA = (1.98 * (3 - 2)) / 3 = 0.66 \quad (8)$$

$$RC = 0.0549 / 0.66 = 0.0832 \quad (9)$$

El método AHP con el criterio de facilidad en la lectura se muestra en la tabla 44, para lo cual se evalúa la metodología de lectura que requiere el sistema codificación, si necesita de un elemento especial o si se pueden leerlo a cualquier distancia. Al realizar la verificación en la implementación de la metodología AHP indica que la razón de consistencia es de 0.0832, lo que quiere decir que el procedimiento fue adecuado.

Tabla 45. Método AHP criterio Reutilización

Reutilización	Código de barras	Código QR	Identificación radiofrecuencia	Matriz Normalizada			PESO	A	A/PESO
Código de barras	1	1	0,33	0,2	0,2	0,2	0,2	0,6	3
Código QR	1	1	0,33	0,2	0,2	0,2	0,2	0,6	3
Identificación radiofrecuencia	3	3	1	0,6	0,6	0,6	0,6	1,8	3
Suma	5	5	1,7	1,0	1,0	1,0			3

Nota. Elaboración propia.

$$IC = (3 - 3) / (3 - 1) = 0 \quad (10)$$

$$IA = (1.98 * (3 - 2)) / 3 = 0.66 \quad (11)$$

$$RC = 0 / 0.66 = 0 \quad (12)$$

En la tabla 45 se observa el método AHP con el criterio que hace referencia a la reutilización de los códigos o etiquetas, para lo cual se establece el valor más alto al sistema que pueda reutilizar los códigos, aunque en este criterio es importante tener en cuenta el costo que requiere ser implementado.

Al realizar los cálculos de índice de consistencia, índice de aleatoriedad y la razón de consistencia para verificar que el procedimiento fue correcto, da como resultado que la RC (12) fue de 0, lo que indica que el proceso fue consistente.

Tabla 46. Método AHP Comparación de criterios

Matriz AHP de comparación por criterio											
	Costo	Confiabilidad	Facilidad en lectura	Reutilización	Matriz Normalizada				Peso	A	A/PESO
Costo	1	0,33	0,20	1	0,1	0,13	0,08	0,10	0,10	0,40	3,88
Confiabilidad	3	1	1	5	0,3	0,39	0,42	0,30	0,35	1,57	4,45
Facilidad en lectura	5	1	1	5	0,5	0,39	0,42	0,50	0,45	1,78	3,92
Reutilización	1	0,2	0,2	1	0,1	0,08	0,08	0,10	0,09	0,36	3,92
Suma	10	2,53	2,40	12	1	1,00	1,00	1,00			4,04

Nota. Elaboración propia.

$$IC = \frac{(4.04 - 4)}{(4 - 1)} = 0.0148 \quad (13)$$

$$IA = \frac{(1.98 * (4 - 2))}{4} = 0.99 \quad (14)$$

$$RC = \frac{0.0148}{0.99} = 0.0149 \quad (15)$$

La matriz AHP en donde se evidencia la comparación que se realiza con cada uno de los criterios se puede ver en la tabla 46.

Al calcular la razón de consistencia (15) da como resultado de 0.0149, lo cual indica que la metodología de evaluación es consistente y es confiable el análisis que se presenta en el proceso jerárquico analítico.

7.1.4 Selección de la alternativa AHP

Tabla 47. Resultado Método AHP

	Costo	Confiabledad	Facilidad en lectura	Reutilización	Total
Código de barras	0,22	0,17	0,09	0,2	0,14
Código QR	0,71	0,17	0,24	0,2	0,26
Identificación radiofrecuencia	0,07	0,67	0,67	0,6	0,60
Ponderación	0,10	0,35	0,45	0,09	

Nota. Elaboración propia.

En la matriz de resultados se muestra en la tabla 47 donde se evidencia que el resultado más favorable para implementar por parte de la compañía es el sistema de identificación de radiofrecuencia RFID, seguida del código QR por su bajo costo de implementación y por último el sistema de código de barras.

7.1.5 Elementos propuestos para la mejora

Una vez analizado las alternativas en cada uno de los criterios por medio de la metodología del proceso jerárquico analítico, se evidencia que la mejor opción que se adapta a las necesidades de la organización es la codificación en la identificación por radiofrecuencia.

- **Lector de radiofrecuencia**

El lector de radiofrecuencia se encarga de alimentar a las etiquetas a través de las antenas que se encuentran incorporadas, el lector series MC3300 con RFID Zebra que se adapta a las necesidades de la empresa y son requeridos 3 lectores para el desarrollo de la operación, figura 24 que se muestra a continuación:



Figura 24. Lector de radiofrecuencia Zebra MC3300. Zebra (2022).

Características

- ✓ Ergonómico y liviano.
- ✓ Procesador ultra potente.
- ✓ Lector NFC integrado.
- ✓ 35% más de batería aceleran las tareas.
- ✓ Panel táctil Corning Glass.
- ✓ Teclado físico.
- ✓ Lecturas de etiquetas a una distancia de 6 metros.
- ✓ Conexión USB, WLAN y Bluetooth.
- ✓ Sistema operativo Android 11.

- **Impresora**

Las impresoras RFID permiten imprimir etiquetas con la tecnología RFID que contienen información previamente grabada, leída y verificada para ser procesada a ser impresas y ser adheridas a la superficie que requiere hacerle seguimiento; se recomienda la impresora RFID ZT400 que se presenta a continuación en la figura 25:



Figura 25. Impresora RFID Series ZT400. Zebra (2022).

Características

- ✓ Codificador de RFID UHF
- ✓ Pantalla táctil a color
- ✓ Fáciles de integrar, administrar y mantener
- ✓ Puerto USB Host dual
- ✓ Conectividad ethernet, serie, USB, USB host dual y bluetooth
- ✓ Permite imprimir y codificar etiquetas pequeñas hasta de 16mm.
- ✓ Resolución extremadamente nítida.
- **Etiquetas**

Las etiquetas o tag permiten hacer el rastreo de los productos en el área del almacenamiento, la etiqueta contiene de una antena y un microchip el cual se graba la información que se requiera, para la problemática actual la etiqueta que se adecua en la figura 26 es la etiqueta ZBR2000, son requeridas 3.500 etiquetas aproximadamente al mes.



Figura 26. Etiqueta ZBR2000. Zebra (2022).

- **Software**

El software CS 11608-PEM - Teklynx CodeSoft Network RFID Platinum ideal para la codificación de RFID recomendable para un solo usuario, figura 27:



Figura 27. 11608-PEM - Teklynx CodeSoft Network RFID Platinum. Barcodesite (2022).

7.1.6 Manejo del área del almacenamiento después de la mejora

- ✓ El operario es encargado de imprimir el código RFID una vez que la lámina de cartón corrugada fue fabricada, bajada por el apilador y llevada al área de almacenamiento de producto en proceso; la cual es adherida a la hoja Kanban que se coloca en las estibas para ser identificadas.
- ✓ El operario del montacarga m1 se encarga de alimentar el sistema con la ubicación del material agregando el carril o la posición en el que se encuentre en la estantería dentro del área de almacén.
- ✓ Una vez que la lámina de cartón corrugada fue fabricada, el operario del montacarga m2 ubica el pedido con el lector de mano para ser transportado a las impresoras o troqueladoras.
- ✓ Al momento de ser procesadas las láminas por las máquinas impresoras y troqueladoras, el operario del montacarga m2 evacua el material para ser transportadas a la zona de despachos.
- ✓ Luego, el operario del montacarga m2 se encarga de actualizar la ubicación del pedido en el sistema.
- ✓ Una vez que el operario del montacarga m3 el sistema le da la indicación que el pedido debe ser despachado al cliente, así que el operario se encarga de ubicar el pedido con un lector de RFID manual, el cual permite agilizar el proceso al momento de encontrar el pedido.

7.2 Distribución de los almacenes.

Otro aspecto importante a mejorar en la empresa es la distribución en los almacenes, estos presentan problemas por el gran volumen de pedidos que maneja la compañía y que son en distintas cantidades, generando pedidos en volúmenes pequeños hasta llegar a volúmenes grandes, otros que tiene un volumen grande, lo que obliga a usar al máximo el área de almacenaje, lo que obliga a remontar la mercancía para aprovechar el espacio, creando desorden por los distintos volúmenes y por los carriles actuales los cuales son demasiados largos, esto ocasiona movimientos en excesos.

Para solucionar esta problemática se identificó que lo mejor es actualizar los almacenes y la mejor solución es utilizar estanterías en lugares estratégicos y al diseñar la ubicación de estas estanterías se espera modificar la distribución de los carriles ambos aspectos con la intención de mejorar la ubicación y reducir los movimientos de material.

7.2.1 Definición de las alternativas.

En la industria encontramos varios tipos de estantería y entre ellas dos categorías 1 que se especializa en el manejo de pallets o estibas y el otro que se encarga en el manejo de productos para picking o para cajas empacadas, nuestro análisis se basará en las primeras ya que toda la mercancía va puesta sobre estiba, un aspecto importante a tener en cuenta es la medida de la estiba la cual es de 180 x 120 cms.

7.2.1.1 Estantería Selectivas

Según la empresa (Ar Racking,2022) las estanterías selectivas es un tipo de estantería convencional para cargar estibas, este tipo de estanterías son eficientes, resistente, presentan una propuesta logística adaptable a las dimensiones de unidades de carga de los montacargas y con fácil montaje.

Características de las estanterías selectivas

- ✓ Se adapta a cualquier tipo de montacarga o elevadora.
- ✓ Permite localizar la estiba rápidamente al no tener que hacer más movimientos.
- ✓ Es de fácil acceso porque es inmediato llegar al material.
- ✓ Su montaje es fácil y rápido (Ar Racking, 2022).

- ✓ Son ideales para cargas o pedidos con gran variedad de referencias
- ✓ Es ideal para productos de alta rotación, distintos tipos de productos y que no son iguales en medidas.
- ✓ Se puede combinar con otros tipos de estanterías (Ar Racking, 2022).

7.2.1.2 Estantería Compacta drive in

Este tipo de estantería es el que mejor optimiza el espacio, al reducir la cantidad de pasillos, este diseño es apropiado cuando el problema más importante es de espacio que de la carga que se va a almacenar. Según la empresa (Ar Racking,2022) presenta características de la estantería Compacta Drive In como son:

Características de las estanterías compactas drive in

- ✓ Optimización del espacio en un porcentaje mayor al 80%
- ✓ Es económica en su instalación y en su mantenimiento.
- ✓ Permite una gestión logística muy ordenada.
- ✓ Eliminación del pasillo de servicio (Ar Racking, 2022).

7.2.1.3 Estantería de pasillo estrecho.

Ar racking muestra que la estantería de pasillo estrecho es un tipo de estantería que requiere un montacarga especial, ya que su pasillo es muy estrecho pero su funcionalidad es muy parecida que la selectiva, la cual permite ganar espacio para almacenar (Ar Racking, 2022).

Características de las estanterías de pasillo estrecho

- ✓ Mantienen el acceso directo al 100% de la carga.
- ✓ Optimización del espacio disponible porque reduce el pasillo de trabajo.
- ✓ Aumento de la capacidad para almacenar material.
- ✓ Permite automatizar con transelevadores.
- ✓ Se requiere de un montacarga especial (Ar Racking, 2022).

7.2.1.4 Estantería de doble profundidad.

En este sistema las estibas son almacenadas en dos espacios de profundidad, este tipo de estantería requiere de un montacarga especial de tipo horquilla telescópica para acceder a la segunda estiba, es una buena opción para aumentar la capacidad del almacén, es perfectamente adaptable a materiales de diferentes peso o volumen, como lo indica (Ar Racking, 2022).

Características de las estanterías de doble profundidad.

- ✓ Aumento de la capacidad de almacenamiento con respecto a la estantería selectiva.
- ✓ Se requiere de un montacarga especial para su uso.
- ✓ Funcionamiento tipo LIFO.
- ✓ Elimina los pasillos innecesarios.
- ✓ Se adapta a cualquier tipo de unidad de carga o tamaño (Ar Racking, 2022).

7.2.1.5 Estantería de bases móviles.

Es una estantería que se puede ir moviendo los carriles o estantes para entrar a sacar el producto que se requiere, y como ventaja especial elimina la mayoría de los pasillos que requiere la estantería convencional o selectiva, como lo presenta (Ar Racking, 2022).

Características de las estanterías de bases móviles.

- ✓ Facilita el acceso a todas las estibas.
- ✓ Permite un ahorro energético de iluminación.
- ✓ Reducción de los tiempos de recorrido
- ✓ Excelente uso del espacio.
- ✓ Se ajusta a cualquier espacio, peso y tamaño de la mercancía. (Ar Racking, 2022).

7.2.1.6 Estantería dinámica.

Está compuesta de dos tipos de estantería como lo indica la empresa Ar Racking, que manejan dos sistemas de inventario (FIFO) y (LIFO), el primero sistema es primero en entrar, primero en salir lleva unos rodillos que permiten deslizar fácilmente la mercancía, el segundo es un sistema

que la primera estiba que entra es la primera estiba que sale y su función también está dada por rodillos que permiten sacar la mercancía. (Ar Racking, 2022).

Características de las estanterías dinámicas.

- ✓ Disminución de tiempos de carga y descarga.
- ✓ La capacidad se multiplica.
- ✓ Aprovechamiento del espacio.
- ✓ Mejora el control del stock.
- ✓ Costos de operación mínimos por la buena optimización del espacio. (Ar Racking, 2022).

7.2.2 Definición de los criterios

7.2.2.1 *Acorde a Montacargas actuales.*

Las máquinas montacargas que se tiene actualmente son montacargas de contrapeso que trabajan con gas y su altura máxima es de 4,8 a 5 metros, adicional tienen una carga de 1, 6 a 2 toneladas, su mayor fortaleza es su velocidad, que para el tipo de operación que se maneje donde se requiere de la velocidad para poder cumplir la carga de las máquinas es el montacarga optima.

7.2.2.2 *Ideal para el proceso.*

El sistema de producción que maneja la compañía es Justo a tiempo, y es importante que se respete y no se modifique ya que es la presentación de la empresa con entregas en tiempo oportuno, el otro factor importante en el proceso es la capacidad de producción que está dada por la producción de las impresoras en sus tres turnos y no por la máquina corrugadora que fabrica la lámina y que es más veloz en su fabricación que las impresoras juntas.

El último factor importante en el proceso es el cuadro que se realiza en el corrugador el cual se realiza por materiales a fabricar que en total son 14 y por los anchos de papel que se maneja en cada material y el cual es necesario para un óptimo uso del ancho del papel.

7.2.2.3 *Facilidad*

En la cadena de valor de la compañía los tiempos y desplazamientos son muy importantes por el volumen de toneladas que se manejan al mes; en la actualidad, las funciones de los operarios y la operabilidad de los montacargas están alineados con los requerimientos de los procesos y el funcionamiento de las máquinas, por eso es muy importante que la estantería seleccionada sea lo más práctica y fácil para acceder y almacenar, para que no retarde la operación y nos cree cuello de botella que no existían.

7.2.2.4 *Optimización del espacio:*

Actualmente la planta tiene un espacio de 7,605 mt³ volumen total para el almacenamiento de la mercancía, este volumen sale de la altura máxima que se puede utilizar siendo 6,5 mt de altura por las medidas que tiene cada almacén, esta medida de 7,605 mt³ es una medida de volumen bruto, porque contiene los pasillos donde se mueve el operario y la vía por donde se mueve el montacarga; el área más grande es la de almacenamiento de producto en proceso con 6,240 mt³ y el restante 1,365 mt³ para el área de producto terminado.

Como se ve, a partir de las siguientes fórmulas se pretende calcular el área de producto en proceso (16), almacenamiento de producto terminado (17) y volumen disponible (18) en la zona de almacenamiento. Para hallar el volumen de los almacenes se debe multiplicar la base por ancho por alto, y por último, para conocer el volumen disponible en los almacenes se debe sumar (18).

$$\text{Almacen P proceso} = 40 \text{ mt} \times 24 \text{ mt} \times 6,5 \text{ mt} = 6,240 \text{ mt}^3 \quad (16).$$

$$\text{Almacen P terminado} = 14 \text{ mt} \times 15 \text{ mt} \times 6,5 \text{ mt} = 1,365 \text{ mt}^3 \quad (17).$$

$$\text{Volumen disponible} = 6,240 + 1,365 = 7,605 \text{ mt}^3 \quad (18).$$

7.2.2.5 *Costo*

Como todo proyecto, el costo es un indicador que siempre se tiene en cuenta para la toma de decisiones, es muy importante llegar a tomar la mejor alternativa al mejor costo, pero siempre teniendo en cuenta que la solución objetivo es evitar y minimizar la pérdida de material que se genera por varios aspectos.

7.2.3 valoración de Criterios.

En la tabla 48 se presenta la evaluación del criterio costo, en donde se plantean dos opciones relacionadas, en la que una alternativa es más económica con respecto a la otra alternativa. Al analizar la razón de consistencia (21) es de 0.0499, es decir, menor a 0.10.

Tabla 48. Método AHP criterio: costo

Costo	Selectiva	Pasillo estrecho	Doble profundidad	Compactas	Bases móviles	Dinámicas	Matriz Normalizada						PESO	A	A/PESO
Selectiva	1	5	3	3	2	7	0,43	0,43	0,24	0,35	0,47	0,35	0,38	2,43	6,46
Pasillo estrecho	0,20	1	2	1	0,25	4	0,09	0,09	0,16	0,12	0,06	0,20	0,12	0,74	6,32
Doble profundidad	0,33	0,50	1	0,33	0,33	2	0,14	0,04	0,08	0,04	0,08	0,10	0,08	0,49	6,06
Compactas	0,333333	1	3	1	0,33	3	0,14	0,09	0,24	0,12	0,08	0,15	0,14	0,84	6,25
Bases móviles	0,333333	4	3	3	1	3	0,14	0,34	0,24	0,35	0,24	0,15	0,24	1,63	6,72
Dinámicas	0,14	0,25	0,50	0,33	0,33	1	0,06	0,02	0,04	0,04	0,08	0,05	0,05	0,30	6,17
Suma	2,34	12	12,50	8,67	4	20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		6,33

Nota. Elaboración propia.

$$IC = \frac{(6.33 - 6)}{(6 - 1)} = 0.0658 \quad (19).$$

$$IA = \frac{(1.98 * (6 - 2))}{6} = 1.32 \quad (20).$$

$$RC = \frac{0.0658}{1.32} = 0.0499 \quad (21).$$

La evaluación por medio del método AHP bajo la referencia del criterio de facilidad se plantea en la tabla 49, en donde se hace la relación de dos alternativas en el que se califica la facilidad de una alternativa respecto a otra. Al analizar la razón de consistencia (24) da como resultado 0.0872, esto quiere decir que la consistencia al momento de ser evaluadas las alternitas es correcta.

Tabla 49. Método AHP criterio: Facilidad

Facilidad	Selectiva	Pasillo estrecho	Doble profundidad	Compactas	Bases móviles	Dinámicas	Matriz Normalizada							PESO	A	A/PESO
Selectiva	1	0,50	1	3	0,50	3	0,15	0,06	0,13	0,34	0,18	0,19	0,17	1,18	6,75	
Pasillo estrecho	2	1	1	0,33	0,50	2	0,30	0,13	0,13	0,04	0,18	0,13	0,15	0,96	6,45	
Doble profundidad	1	1	1	1	0,33	2	0,15	0,13	0,13	0,11	0,12	0,13	0,13	0,84	6,56	
Compactas	0,333333	3	1	1	0,33	2	0,05	0,38	0,13	0,11	0,12	0,13	0,15	1,02	6,68	
Bases móviles	2	2	3	3	1	6	0,30	0,25	0,40	0,34	0,35	0,38	0,34	2,18	6,49	
Dinámicas	0,33	0,50	0,50	0,50	0,17	1	0,05	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,39	6,53	
Suma	6,67	8	7,50	8,83	3	16	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		6,58	

Nota. Elaboración propia.

$$IC = \frac{(6.58 - 6)}{(6 - 1)} = 0.1152 \quad (22).$$

$$IA = \frac{(1.98 * (6 - 2))}{6} = 1.32 \quad (23).$$

$$RC = \frac{0.1152}{1.32} = 0.0872 \quad (24).$$

Tabla 50. Método AHP criterio: Acorde a montacargas actuales

Acorde a montacargas actuales	Selectiva	Pasillo estrecho	Doble profundidad	Compactas	Bases móviles	Dinámicas	Matriz Normalizada						Peso A	A/PESO	
Selectiva	1	9	9	9	1	9	0,41	0,47	0,52	0,54	0,37	0,32	0,44	2,91	6,64
Pasillo estrecho	0,11	1	1	0,33	0,20	3	0,05	0,05	0,06	0,02	0,07	0,11	0,06	0,36	6,00
Doble profundidad	0,11	1,00	1	1	0,20	3	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,11	0,07	0,41	6,23
Compactas	0,11	3,00	1	1	0,20	3	0,05	0,16	0,06	0,06	0,07	0,11	0,08	0,53	6,37
Bases móviles	1	5	5	5	1	9	0,41	0,26	0,29	0,30	0,37	0,32	0,32	2,07	6,39
Dinámicas	0,11	0,33	0,33	0,33	0,11	1	0,05	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,03	0,18	6,18
Suma	2,44	19	17,33	16,67	3	28	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	6,30	

Nota. Elaboración propia.

$$IC = \frac{(6.30 - 6)}{(6 - 1)} = 0.0604 \quad (25).$$

$$IA = \frac{(1.98 * (6 - 2))}{6} = 1.32 \quad (26).$$

$$RC = \frac{0.0604}{1.32} = 0.0457 \quad (27).$$

En la tabla 50 se establece el proceso jerárquico analítico frente al criterio acorde a montacargas actuales, hace referencia a las alternativas se acomoda y/o son adecuadas a las montacargas que en la actualidad la empresa cuenta. Al estudiar la razón de consistencia se evalúa que son aceptables la puntuación que se le da frente a las alternativas donde el resultado es de 0.0457 (27).

Tabla 51. Ideal para el proceso

Ideal para el proceso	Selectiva	Pasillo estrecho	Doble profundidad	Compactas	Bases móviles	Dinámicas	Matriz Normalizada						PESO	A	A/PESO
Selectiva	1	5	5	7	2	9	0,46	0,48	0,39	0,30	0,53	0,30	0,41	2,68	6,51
Pasillo estrecho	0,20	1	1	5	0,33	5	0,09	0,10	0,08	0,21	0,09	0,17	0,12	0,78	6,39
Doble profundidad	0,20	1	1	3	0,20	3	0,09	0,10	0,08	0,13	0,05	0,10	0,09	0,59	6,44
Compactas	0,14	0,20	0,33	1	0,14	3	0,07	0,02	0,03	0,04	0,04	0,10	0,05	0,29	5,99
Bases móviles	0,5	3	5	7	1	9	0,23	0,29	0,39	0,30	0,26	0,30	0,30	1,93	6,51
Dinámicas	0,11	0,20	0,33	0,33	0,11	1	0,05	0,02	0,03	0,01	0,03	0,03	0,03	0,18	6,17
Suma	2,15	10	12,67	23,33	4	30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		6,33

Nota. Elaboración propia.

$$IC = \frac{(6.30 - 6)}{(6 - 1)} = 0.0604 \quad (28).$$

$$IA = \frac{(1.98 * (6 - 2))}{6} = 1.32 \quad (29).$$

$$RC = 0.0604 / 1.32 = 0.0457 \quad (30).$$

En la tabla 51 se evalúa el criterio que sea ideal para el proceso de fabricación de las cajas de cartón corrugado que en la actualidad se presenta en la empresa. La razón de consistencia (30) es de 0.0457 indica que la puntuación es adecuada en las alternativas.

Tabla 52. Método AHP criterio: Optimización del espacio

Optimización del espacio	Selectiva	Pasillo estrecho	Doble profundidad	Compactas	Bases móviles	Dinámicas	Matriz Normalizada						PESO	A	A/PESO
Selectiva	1	0,33	0,33	0,2	0,50	0,33	0,06	0,03	0,03	0,03	0,18	0,06	0,06	0,40	6,31
Pasillo estrecho	3	1	1	0,33	0,33	0,33	0,18	0,09	0,09	0,06	0,12	0,06	0,10	0,63	6,52
Doble profundidad	3	1	1	0,33	0,33	0,33	0,18	0,09	0,09	0,06	0,12	0,06	0,10	0,63	6,52
Compactas	5	3	3	1	0,33	1	0,29	0,26	0,26	0,17	0,12	0,17	0,21	1,42	6,67
Bases móviles	2	3	3	3	1	3	0,12	0,26	0,26	0,51	0,35	0,50	0,34	2,27	6,76
Dinámicas	3	3	3	1	0,33	1	0,18	0,26	0,26	0,17	0,12	0,17	0,19	1,29	6,68
Suma	17	11,33	11,33	5,87	2,83	6,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		6,58

Nota. Elaboración propia.

$$IC = (6.58 - 6) / (6 - 1) = 0.1153 \quad (31).$$

$$IA = (1.98 * (6 - 2)) / 6 = 1.32 \quad (32).$$

$$RC = 0.1153 / 1.32 = 0.0873 \quad (33).$$

En la tabla 52 se evalúa el criterio de la optimización del espacio por medio de la metodología AHP, para lo cual se analizan las opciones de estanterías donde una obtiene una puntuación alta si le permite optimizar el espacio referente a la otra. Al analizar la razón de consistencia (33) indica que a evaluación fue adecuada porque da como resultado un número menor 0.10.

Tabla 53. Método AHP criterios

Matriz AHP de comparación por criterio													
	Costo	Facilidad	Acorde a montacargas actuales	Ideal para el proceso	Optimización del espacio	Matriz Normalizada					Peso	A	A/PESO
Costo	1,00	3,00	3,00	3,00	1,00	0,33	0,23	0,47	0,47	0,23	0,35	1,8588	5,33462
Facilidad	0,33	1	0,33	0,33	0,33	0,11	0,08	0,05	0,05	0,08	0,07	0,3827	5,16849
Acorde a montacargas actuales	0,33	3	1	1,00	1,00	0,11	0,23	0,16	0,16	0,23	0,18	0,9158	5,15392
Ideal para el proceso	0,33	3	1	1	1,00	0,11	0,23	0,16	0,16	0,23	0,18	0,9158	5,15392
Optimización del espacio	1,00	3	1	1	1	0,33	0,23	0,16	0,16	0,23	0,22	1,1481	5,16849
Suma	3	13,00	6,33	6,33	4,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		5,19589

Nota. Elaboración propia.

$$IC = (5.1959 - 5) / (5 - 1) = 0.0490 \quad (34).$$

$$IA = ((1.98 * (5 - 2)) / 5) = 1.188 \quad (35).$$

$$RC = 0.0490 / 1.188 = 0.0412 \quad (36).$$

Al realizar el método AHP entre los criterios permite analizar qué criterio tiene mayor importancia frente a otro criterio como se evidencia en la tabla 53. La razón de consistencia (36) es aceptable ya que es de 0.0412, es decir menor a 0.10.

7.2.4 Selección de la alternativa AHP

Tabla 54. Tabla resumen

Alternativas	Costo	Facilidad	Acorde a montacargas actuales	Ideal para el proceso	Optimización del espacio	TOTAL
Selectiva	0,38	0,17	0,44	0,41	0,06	0,31
Pasillo estrecho	0,12	0,15	0,06	0,12	0,10	0,11
Doble profundidad	0,08	0,13	0,07	0,09	0,10	0,09
Compactas	0,14	0,15	0,08	0,05	0,21	0,13
Bases móviles	0,24	0,34	0,32	0,30	0,34	0,29
Dinámicas	0,05	0,06	0,03	0,03	0,19	0,07
Ponderación	0,35	0,07	0,18	0,18	0,22	

Nota. Elaboración propia.

El resultado del método AHP que se presenta en la tabla 54 indica que la mejor opción con respecto a la propuesta de las estanterías es la estantería selectiva con el valor más alto

7.2.5 Alternativa seleccionada.

La alternativa seleccionada, según el resultado del proceso Jerárquico analítico (AHP), muestra como mejor alternativa la estantería selectiva, permite en la mayoría de los criterios tener más importancia con respecto a las otras. Las estanterías selectivas son efectivas para el tipo de producto que se va a almacenar, además contribuye con el flujo de la mercancía, ya que llegar al pedido objetivo es mucho más fácil con respecto a los otros tipos de estantería y su costo es favorable para el proyecto.

Para su desarrollo se debe tener en cuenta el volumen de las áreas de almacenamiento en producto en proceso y en producto terminado y las posiciones estratégicas donde serán puestas las estanterías.

El objetivo principal de estas estanterías es disminuir la pérdida de material que se ocasiona por daño y por desorden como son remontar la mercancía, que a su vez genera excesos de movimientos porque los carriles son muy largos, esta implementación facilita la ubicación y control de la mercancía y trabaja de la mano con la codificación que se va realizando, es importante definir que la ubicación de la estantería es parcial y no total, para comenzar a seleccionar cargas por su tamaño dejando en la estantería aquellos pedidos que no superen una altura mayor de 140 CMS contando la medida de la estiba y se especializaba en pedidos medianos y pequeños.

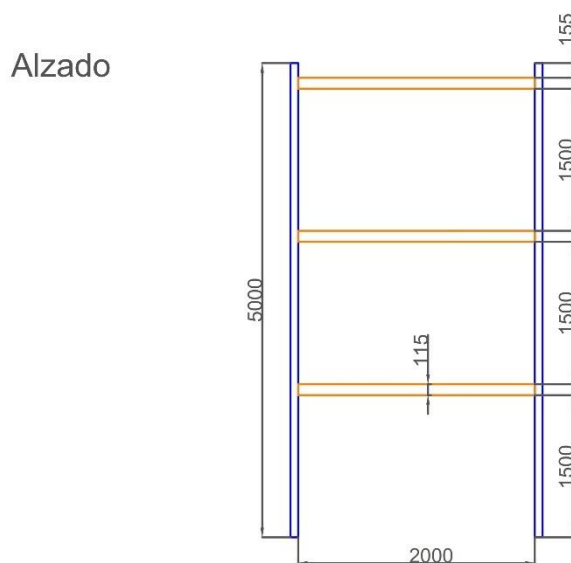


Figura 28. Altura ideal de la estantería. Elaboración propia.

Su altura total estará limitada por los montacargas y no superar los 5 mt, de altura, apropiada para mejorar el apile del material y para aprovechar al máximo el área de almacén, figura 28.

7.2.6 Desarrollo

7.2.6.1 Volumen actual de los almacenes

Si analizamos el procedimiento actual de almacenaje, donde se remonta una estiba encima de otra y en algunos casos hasta dos estibas encima de la primera, dependiendo de la altura de la estiba, “procedimiento que no es adecuado para la operación según el análisis que se realizó, por el maltrato y daño que recibe la carga”, se logró identificar que la totalidad de los pedidos no superan una altura mayor a 4,6 mt, altura que se va a utilizar para medir el volumen actual.

Como se ve, a partir de las siguientes fórmulas se pretende calcular el área de producto en proceso (37), almacenamiento de producto terminado (38) y volumen teórico que se usa (39) en la zona de almacenamiento. Para hallar el volumen de los almacenes se debe multiplicar la base por ancho por alto, y, por último, para conocer el volumen teórico que se usa en los almacenes se debe sumar (39).

$$\text{Almacen P proceso} = 40 \text{ mt} \times 24 \text{ mt} \times 4,6 \text{ mt} = 4,416 \text{ mt}^3 \quad (37).$$

$$\text{Almacén } P \text{ terminado} = 14 \text{ mt} \times 15 \text{ mt} \times 4,6 \text{ mt} = 966 \text{ mt}^3 \quad (38).$$

$$\text{Volumen teórico que se usa} = 4.416 + 966 = 5,382 \text{ mt}^3 \quad (39).$$

Podemos analizar que el volumen que se está usando con respecto al total es del 70,7% y si quitamos los espacios que no se usan como son pasillos de carril para el operario, vías del montacarga y la altura de 4,6 mts obtenemos el volumen real que actualmente está utilizando la empresa de cartón corrugado.

En las siguientes fórmulas se calculará el área de producto en proceso que realmente será usado (40), lo mismo para el almacenamiento de producto terminado (41); para lo cual se toma el total del volumen y se le resta los pasillos por los cuales el montacarga debe transitar y el volumen real usado (42) en la zona de almacenamiento se da de la suma del producto terminado y producto en proceso real.

$$P. \text{ proceso} = 4,416 - ((0,60 \times 26 \times 10,4) + (6,7 \times 2 \times 10,4) + (3,2 \times 40) \times 4,6) = 2,440 \text{ mt}^3 \quad (40).$$

$$P \text{ terminado} = 966 - ((0,60 \times 8 \times 5,4) + (2,4 \times 2 \times 5,4) + (3,2 \times 15) \times 4,6) = 506, \text{ mt}^3 \quad (41).$$

$$\text{volumen real usado} = 2,440 + 506 = 2,946 \text{ mt}^3 \quad (42).$$

Si lo comparamos contra el volumen total solo estamos utilizando un volumen de 38,7% y si lo comparamos con el volumen total actual estamos utilizando un 54,7% del volumen actual, aunque es lógico que las áreas por donde recorre el operario y el montacarga quitan espacio que no se usa y que se pueden llegar a modificar y revisar, si con racks podemos hacer que este volumen sea mayor, el otro índice que afecta también es la altura que no se está aprovechando al máximo y por medio de estantería se podría mejorar.

7.2.6.2 Volumen del carril en el almacén de producto en proceso.

Como el cambio de la estantería es estratégica y no todo el almacén se va a pasar a estantería por el alto costo que tendría el proyecto, se estableció que estas estanterías van a ser para colocar los pedidos de volumen pequeño o mediano en un espacio de altura no mayor a 150 cms y la estiba en su totalidad de medida debe medir 140 cms, para esto hemos verificado el porcentaje de pedidos

pequeños los cuales nos permiten identificar los espacios que requerimos para almacenar y así mismo reemplazar en el almacén actual, ver figura 29.

$$\text{Volumen de dos carriles} = 20 \text{ mt} \times 1,9 \text{ mt} \times 4,6 \text{ mt} = 174,8 \text{ mt}^3 \quad (43).$$

El volumen actual por carril dos carriles en línea es de 174,8 mt³ (43) y en él caben 32 estibas remontando los pedidos uno encima del otro, como se muestra en la figura 29.

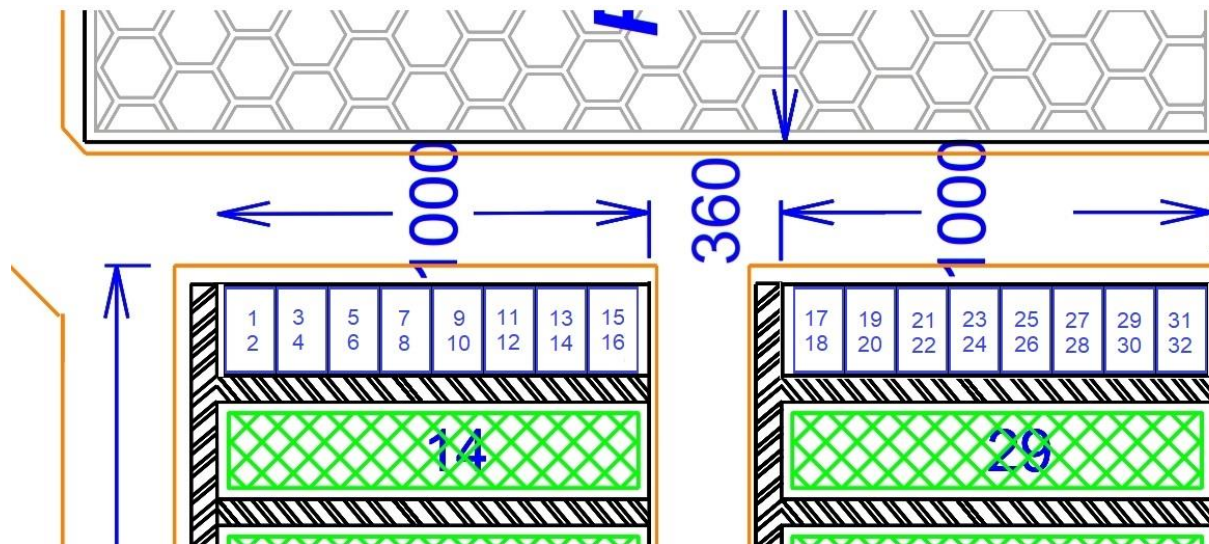


Figura 29. Acomodación actual del producto. Elaboración propia.

7.2.6.3 Volumen nuevo reemplazando parcialmente por las estanterías

$$\text{Volumen de la estantería por dos carriles} = 20 \text{ mt} \times 1,2 \text{ mt} \times 6,8 \text{ mt} = 163,2 \text{ mt}^3 \quad (44).$$

$$\text{V. almacenamiento encima del pasillo} = 1,20 \text{ mt} \times 1,9 \text{ mt} \times 3 \text{ mt} \times 3 = 20,52 \text{ mt}^3 \quad (45).$$

$$\text{Total volumen por estantería} = 163,2, \text{ mt}^3 + 20,52 \text{ mt}^3 = 183,72 \text{ mt}^3 \quad (46).$$

El nuevo volumen al implementar la estantería es de 183,72 mt³, que consta de dos carriles actuales, comparado con el mismo largo y se pueden acomodar 46 estibas, que tendrán acceso directo para apilar y para retirar, haciendo su facilidad en ubicar y trasladar el material, estamos ganando el 5% del volumen actual.

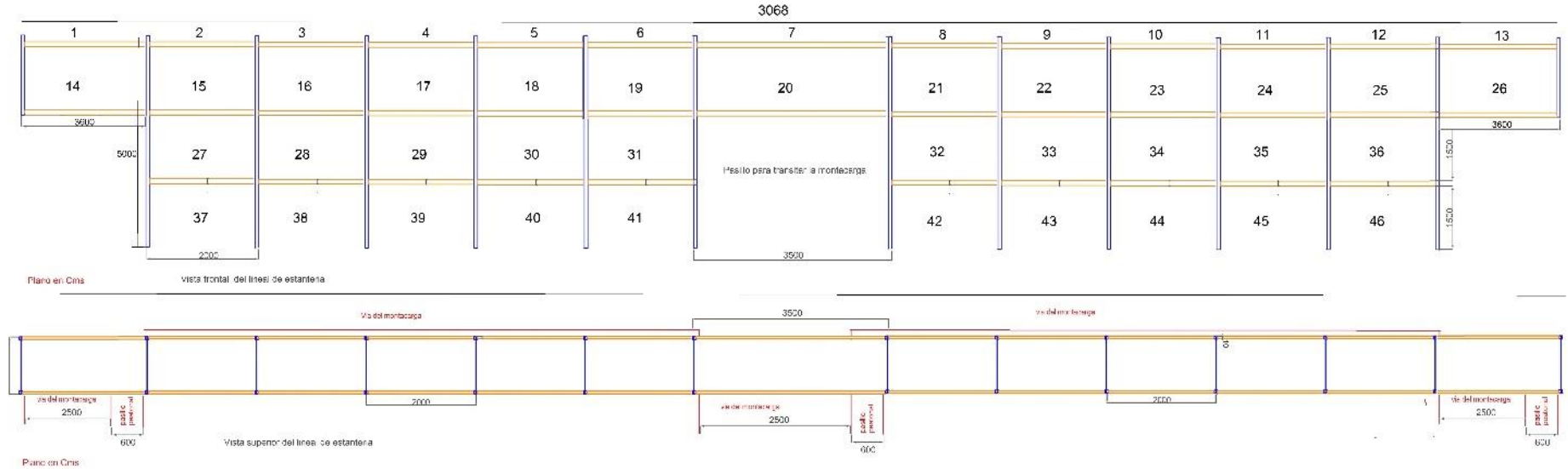


Figura 30. Vista de las posiciones de la estantería en producto en proceso.

Como se observa en la figura 30 en la vista frontal podemos ver que en las vías por donde transitan los montacargas, se gana un volumen considerable al almacenar en dos posiciones encima de cada vía de los montacargas, y esto nos permite mejorar el volumen actual, y con esto respetamos y mejoramos el volumen del almacén para no afectar la producción.

En cuanto a la ubicación encontramos una mejora sustancial en la cantidad de posiciones que se están apilando, actualmente se ubican 480 estibas y pasaríamos a ubicar 660 estibas, estamos ganando un 27% en posiciones de estiba que favorece y facilita el manejo de los pedidos pequeños.

7.2.6.4 Posicionamiento de la estantería.

Analizando la bodega y el proceso actual que maneja la compañía y para no perder volumen en el área de almacenamiento en proceso, se ha optado por colocar las estanterías cerca de las vías por donde transitan los montacargas, esto con la intención de no crear más vías de acceso a la mercancía y no perder volumen, el cual es importante para la operación, en la figura 31 se muestra la ubicación de las estanterías y así mismo el número de estanterías que se requiere para el desarrollo del proyecto.

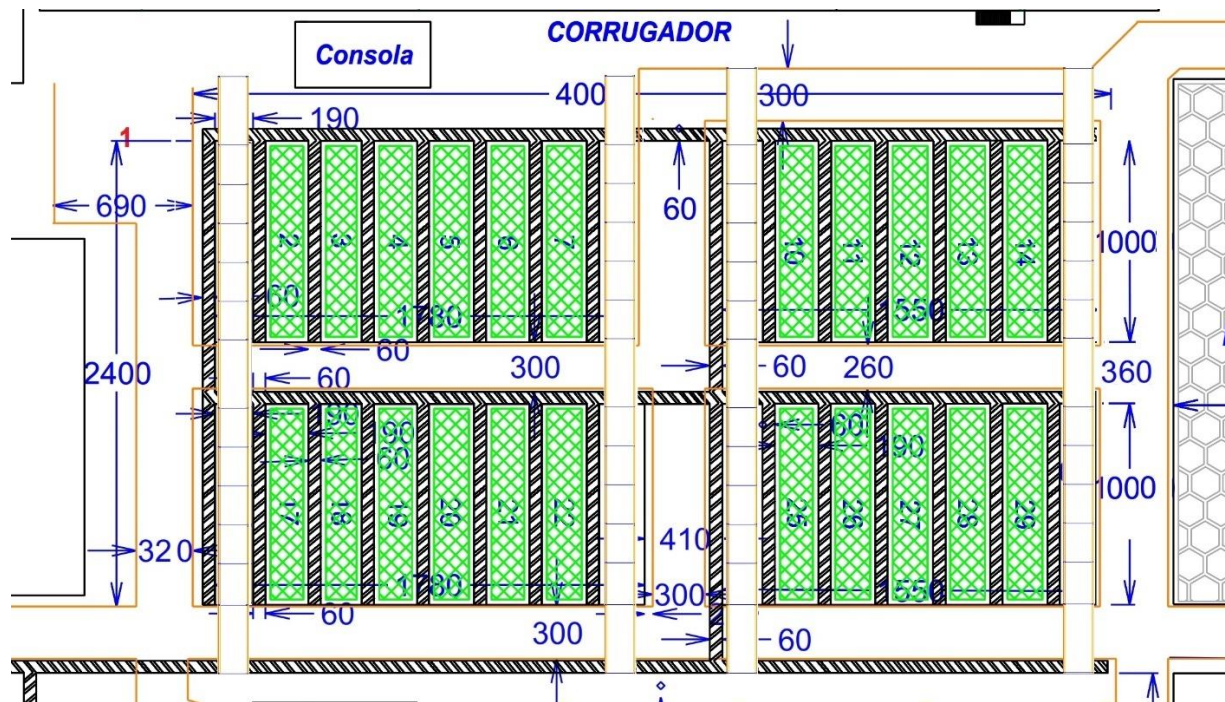


Figura 31. Posicionamiento de la estantería.

En la figura 30 se mostró el diseño de la estantería el cual tiene 46 espacios y así mismo en la figura 31 se puede observar que se deben colocar 4 estanterías, cerca de las vías de los montacargas, se eliminarían los carriles 1-8-9-15-16-23-25-30, todos estos carriles tienen acceso a las vías por lo cual es ideal para la ubicación, por lo cual el resultado es óptimo y permite un mayor aprovechamiento del espacio de la bodega. Esto favorable para la empresa, puesto que permite

mitigar la pérdida de material que se da por el excesivo movimiento que se presenta en la actualidad evitando sobre montar la mercancía, mejorar el acceso al material gracias a su fácil ubicación.

Esto ayuda a que los pedidos pequeños tanto en volumen como en cantidad sean ubicados en las estanterías y más efectivo para pedidos grandes por su ubicación en los carriles que en la actualidad cuenta la empresa, y para dichos carriles se recomienda actualizar la estiba de madera por estibas plásticas en toda su operación.

7.2.6.5 Volumen del carril en el almacén de producto terminado.

Se recuerda que el cambio de la estantería es estratégico y no todo el almacén se va a pasar a estantería por el alto costo que tendría el proyecto, la altura sigue siendo la misma en cada nivel hay un espacio de 150 cms y la estiba en su totalidad debe medir máximo 140 cms, para esto hemos verificado el porcentaje de pedidos pequeños los cuales nos permiten identificar los espacios que requerimos para almacenar y así mismo reemplazar en el almacén actual ver figura 32.

$$\text{Volumen de dos carriles} = 10,6 \text{ mt} \times 1,9 \text{ mt} \times 4,6 \text{ mt} = 92,64 \text{ mt}^3 \quad (47).$$

El volumen actual de los dos carriles se haya multiplicado el alto por el largo por el ancho de los carriles que se encuentra ubicados en línea, dando como resultado un volumen en los carriles de 92,64 mt³ (47) y en el caben 16 estibas remontando los pedidos uno encima del otro.

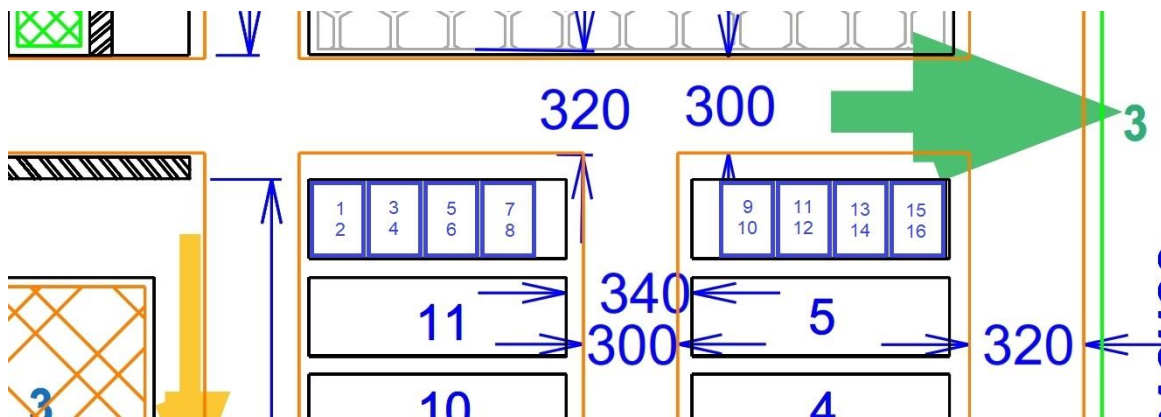


Figura 32. Acomodación actual del producto en el área de producto terminado. Elaboración propia.

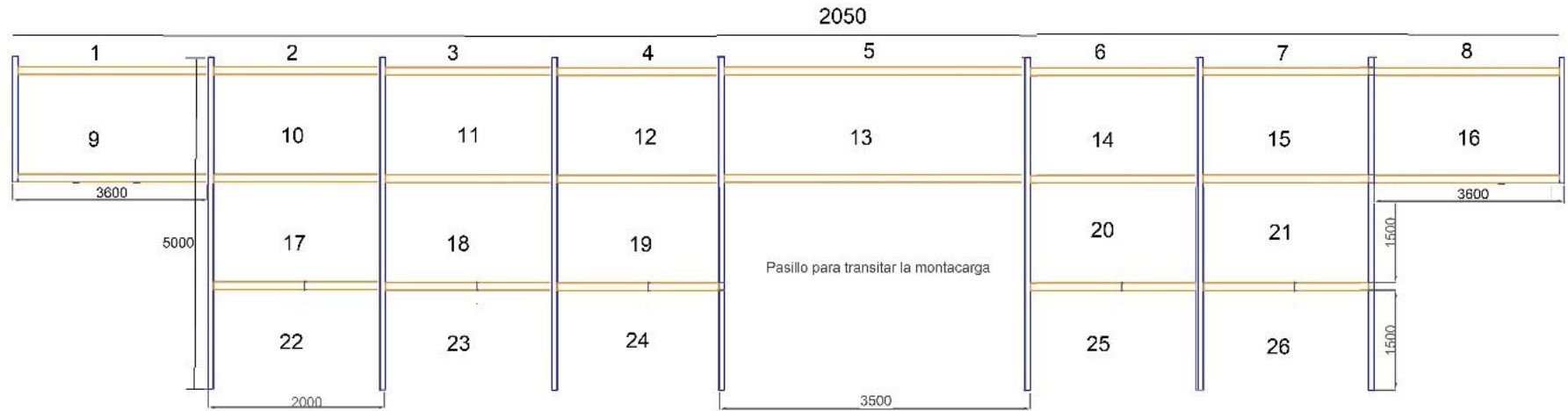
7.2.6.6 Volumen nuevo reemplazando parcialmente por las estanterías.

En cuanto al almacén de producto terminado, se realizó la misma fórmula para calcular el volumen y verificar las posiciones de material, como se observa a continuación el volumen que se llega a utilizar es de 107,01 mt³. Así mismo como se muestra en la figura 33 el número de posiciones que se puede acomodar en la estantería es de 26 posiciones

Volumen de la estantería por dos carriles $10,6 \text{ mt} \times 1,2 \text{ mt} \times 6,8 \text{ mt} = 86,49 \text{ mt}^3$ (48).

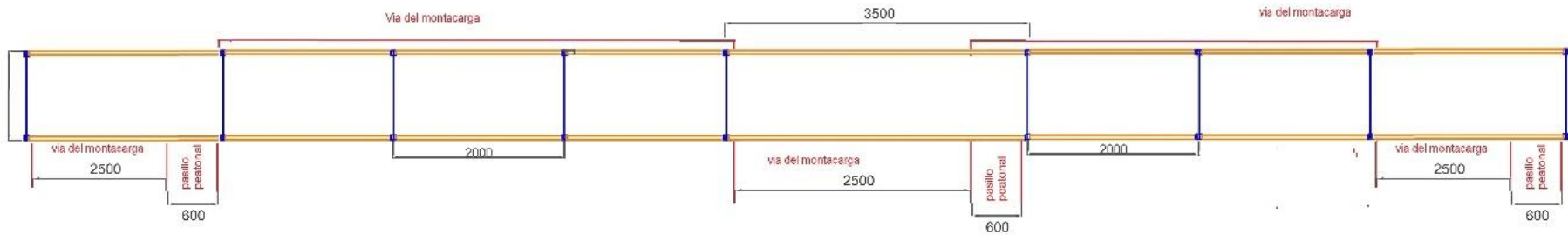
V. almacenamiento encima del pasillo $= 1,20 \text{ mt} \times 1,9 \text{ mt} \times 3,0 \text{ mt} \times 3 = 20,52 \text{ mt}^3$ (49).

Total volumen por estantería $= 86,49 \text{ mt}^3 + 20,52 \text{ mt}^3 = 107,01 \text{ mt}^3$ (50).



Plano en Cms

Vista frontal del lineal de estantería



Plano en Cms

Vista superior del lineal de estantería

Figura 33. Vista de las posiciones de la estantería en producto terminado. Elaboración propia.

Si comparamos los dos datos de volumen actual y nuevo podemos observar que hay una ganancia sustancial tanto en el volumen como en el número de posiciones que podemos ubicar, en cuanto al volumen ganamos un 13% con respecto a la forma actual y en cuanto

a número de posiciones mejoramos un 20%, pasando de 96 estibas a 120 lo cual es bueno para el área de almacén en producto terminado ya que la mayoría de la mercancía no va a estar remontada.

7.2.6.7 *Posicionamiento de la estantería.*

Al igual que el posicionamiento que se realiza en el producto en proceso se realizará en el área de almacén, con una mejora significativa y es que la mayoría de los carriles van a ser reemplazados por estantería y son pocos los carriles que van a quedar para almacenar producto remontado, ayudando a que no se deteriore las características de fabricación, esto se debe a dos motivos.

El primero, al transformar la lámina, esta permite una mejor acomodación en la estiba por ser más pequeña, utilizando al máximo el largo y ancho de la estiba, lo que hace que la altura de la estiba sea menor con respecto a la estiba cuando se corruga el material.

El segundo motivo es que al tener el material en inventario su objetivo es despachar lo más pronto posible y sería ideal que tan pronto se estén fabricando pedidos de cantidades grandes, sean cargados de una vez para eliminar el almacenaje y así mismo evitar movimientos excesivos.

En la figura 34 se presenta la propuesta de cómo se debe ubicar la mercancía en las estanterías y para ello, se debe eliminar los carriles 1-3-4-6-7-9-10-12, lo mismo sucede en la distribución del otro almacén, con el objetivo de utilizar las vías del montacarga actual y no generar nuevas vías para no perder espacio.

7.2.6.8 *Adquisición de Estibas*

La medida de la estiba es una medida especial de 1,80 mt x 1,20 mt, y esta es la medida que se debe tener en cuenta a la hora de colocar las vigas para los racks, actualmente se utilizan dos tipos de estibas una en plástico y otra en madera, cada una con unas ventajas y desventajas frente a la otra.

Estiba de plástico: son estibas que se utilizan especialmente en el área del corrugador, la mayor ventaja de la estiba de plástico es que ambos pisos, tanto el superior como el inferior son completos esto hace que sea la estiba ideal para el óptimo funcionamiento en cuanto al material que se remonta, ya que la carga se distribuye equivalente por toda el área, lo que evita que el material se dañe en una proporción menor, ver figura 35.

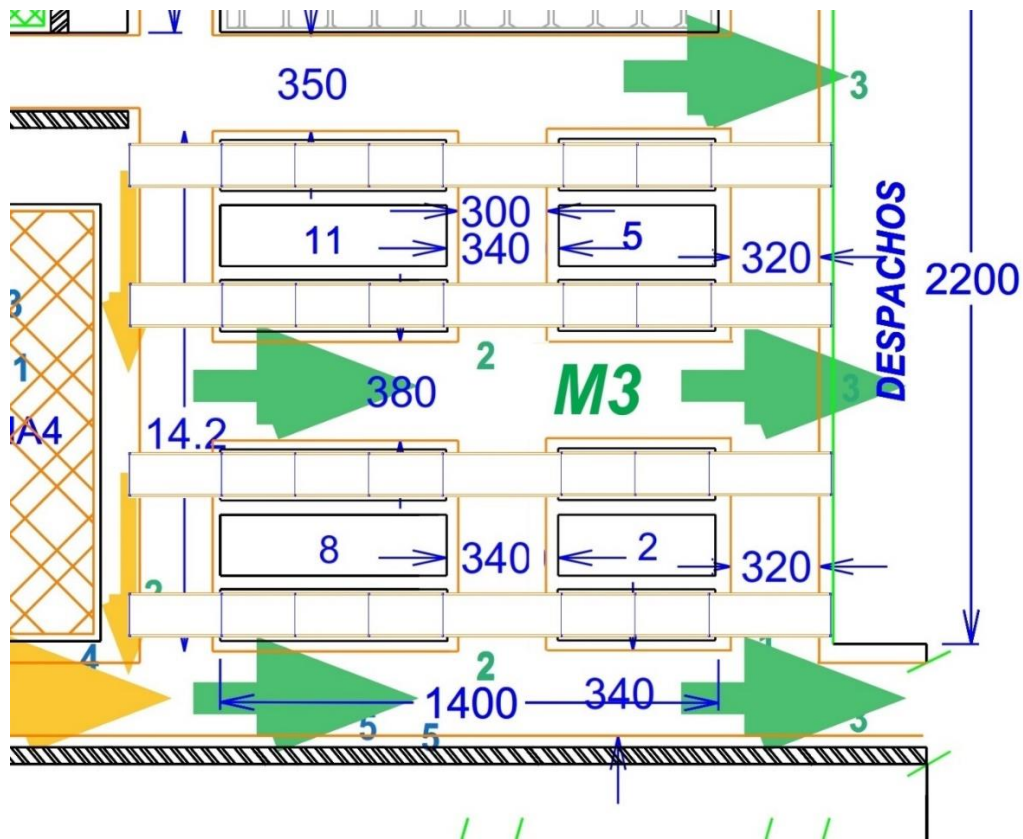


Figura 34. Posicionamiento de la estantería. Elaboración propia.

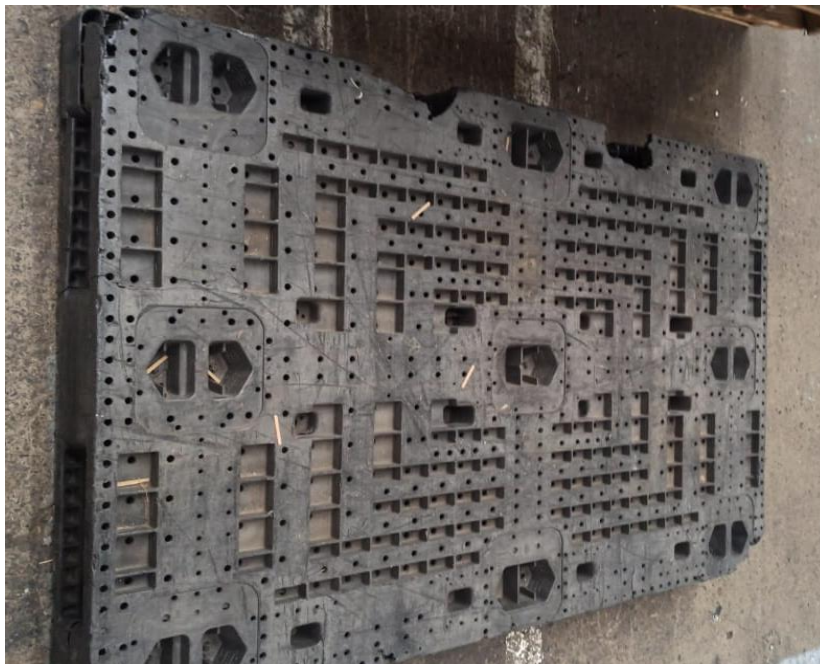


Figura 35. Estiba plástica. Elaboración propia.

Estiba de madera: el otro tipo de estiba es la de madera, la cual tiene separaciones entre tabla y tabla de 8 a 10 cms y obliga a poner una lámina antes de comenzar a montar el material para que no se dañe o contamine; en la parte de abajo solo tiene tres tablas y a la hora de sobre montar esta realiza fuerza dispersa en distintos puntos los que obliga a que los productos donde están los puntos de apoyo realicen más fuerza, esto obliga a que esas cajas pierdan su especificación inicial y genere daño en las primeras unidades, por este motivo no es ideal para remontar la mercancía.

Además, las estibas de madera son ajustadas con puntillas y tornillos, pero por la dinámica que tiene a la hora de manipular el pallet se desajusta más fácil que la plástica, y la puntilla o tornillo en ocasiones puede dañar el material al momento de salirse y esto obliga a realizar mantenimientos más constantes en este tipo de estiba, ver figura 36.



Figura 36. Estiba de madera. Elaboración propia.

En conclusión, para el tipo de operación se recomienda la estiba plástica y así mismo la adquisición de 450 estibas de plástico, para compensar el área que se está generando de más y el cambio de las que son de madera, la cuales se recomienda para mejorar el almacenamiento del material y evitar la pérdida de material por daños. Esta compra se puede realizar en distintos pedidos priorizando un pedido de 210 unds que son las que entrar a cubrir las posiciones que aumentamos en la ubicación de ambos almacenes, y para ir realizando el cambio de estibas poco a poco se puede realizar pedidos de 50 unds y así mismo poder darle un uso optimo a los recursos que tienen en madera actualmente.

7.3 Implementación de las propuestas

En la tabla 55 se muestra el orden de implementación, como primer paso la implementación de un sistema de RFID siendo prioridad en este proyecto porque es esencial para que el paso 2, adecuación de la estantería para funcionar adecuadamente, ya que al no contar con un sistema de codificación dificultará la identificación de los pedidos, en especial dicha mercancía que se encuentre en las posiciones de arriba presentando inconvenientes en la ejecución del proceso.

Tabla 55. Orden de implementación de las propuestas.

<i>Procedimiento de las propuestas</i>					
¿Qué?	¿Cómo?	¿Para qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	Observación
1 Implementación de lectura por medio de códigos.	Por medio de identificación de radiofrecuencia RFID.	Mejorar el control de inventarios, sistematizar procesos manuales y evitar pérdida de información.	En los almacenes de área de producto en proceso y el de producto terminado.	Lo más pronto posible.	Es importante cuanto su implementación.
2 Implementación de estanterías.	Ubicar estanterías en sitios estratégicos.	Para evitar movimientos excesivos, para que el acceso al producto sea fácil y para clasificar	En las áreas de almacenamiento.	Tan pronto se codifique el movimiento de mercancías.	Es necesario tener el producto codificado para poder identificar los pedidos superiores.

mejor los pedidos
por su volumen.

3	Cambio de estiba y adquisición.	Hacer cambio de estiba de madera a estiba plástica.	Para almacenar más producto en las estanterías y para utilizar la que mejor funciona.	En el área del corrugador en los apiladores.	Lo más pronto posible.	Para eliminar la estiba de madera.
---	---------------------------------	---	---	--	------------------------	------------------------------------

Nota. Elaboración propia.

Seguido tenemos el cambio de estibas, ya que la estiba de plástico es la óptima para el proceso y como resultado del desarrollo de la propuesta de estanterías aumentamos 210 ubicaciones y se debe hacer un requerimiento de las estibas para poder utilizar el almacena a su máximo uso.

8 Comparación y análisis de la propuesta.

8.1 Costo de la inversión.

De acuerdo con las propuestas planteadas en la presente investigación, se realiza la cuantificación de la inversión que se requiere para poder tener un valor de inversión.

8.1.1 Costo de implementación de la codificación

El costo de inversión para la implementación de RFID es de \$ 69.114.346 pesos colombianos y esto incluye La impresora, el software, 3 lectores para cada montacarga, y las etiquetas necesarias. En la tabla número 56 encontramos la discriminación de cada artículo.

Tabla 56. Valor para implementar la codificación.

Implementación de RFID	Cantidad	Costo de unidad	Costo total
Impresora	1	\$ 5.123.000	\$ 5.123.000
Software CS	1	\$ 18.665.987	\$ 18.665.987
Lectores	3	\$ 8.201.453	\$ 24.604.359
Etiquetas	60000	\$ 345	\$ 20.721.000
TOTAL	60005	\$ 31.990.785	\$ 69.114.346

Nota. Elaboración propia.

8.2 Costo de implementación de la estantería

El segundo factor de importancia es la estantería, la cual tiene un valor de \$ 189.533.680, en la tabla número 57, están los detalles de lo que compone la estantería, estos precios ya incluyen el montaje en bodega, el IVA del 19% y el pago se debe realizar una parte anticipada y 50% contra entrega.

Tabla 57. Valor para implementar la Estantería.

Implementación de estanterías	Cantidad	Costo de unidad	Costo total
Marco pesado pie sencillo	92	\$ 981.750	\$ 90.321.000
Viga pesada tipo cajón	456	\$ 184.450	\$ 84.109.200
Fletes y transporte	1	\$ 2.975.000	\$ 2.975.000
Distanciador tipo perfil	16	\$ 65.450	\$ 1.047.200
Protector de marco	96	\$ 115.430	\$ 11.081.280
Total	661	\$ 4.322.080	\$ 189.533.680

Nota. Elaboración propia.

8.2.1 Costo de la adquisición de las estibas

Este ítem se complementa con el estudio realizado y es importante adquirir las 450 estibas para mejorar el almacenamiento en bodega, en la tabla 58 encontramos el costo que tiene la adquisición de estas estibas el cual es alto y por su valor se puede realizar en pedidos parciales comenzando con 200 unds y después pedidos de 50 unds hasta completar la cantidad objetivo.

En esta misma tabla, encontraran un valor de asesoría este valor pertenece al desarrollo de este trabajo, el cual tuvo una duración de 8 meses en su desarrollo.

Tabla 58. Valor de adquirir las estibas y la asesoría del trabajo.

Adquisición de estibas plásticas	Cantidad	Costo de unidad	Costo total
Estiba plástica doble piso completo	450	\$ 355.000	\$ 159.750.000
Total Estiba	450	\$ 355.000	\$ 159.750.000
Asesoría del trabajo	12	\$ 1.500.000	\$ 18.000.000

Nota. Elaboración propia.

8.2.2 Costo total de la inversión.

En resumen, en la tabla 59 encontramos el valor total de la inversión del proyecto, el cual es de \$ 436.398.026 de pesos colombianos,

Tabla 59. Sumatoria de las inversiones.

Propuesta	Costo total
Implementación de RFID	\$ 69.114.346
Estantería	\$ 189.533.680
Estiba	\$ 159.750.000
Asesoría	\$ 18.000.000
Total	\$ 436.398.026

Nota. Elaboración propia.

8.3 Cuantificación de pérdidas por periodo.

La tabla 60 muestra los valores que ha tenido la compañía por la pérdida del material en los aspectos de material faltante y del material dañado por el transporte, estos datos salen del histórico de año 2021 y está dividido en 4 periodos que están compuestos por trimestres, en la sumatoria de los gastos la compañía está perdiendo 631.048.320. este valor está dado por el resultado de los aspectos que se cumplieron en nuestro análisis que esté compuesto por el 72% de los aspectos a mejorar.

Tabla 60. Gastos por periodo.

Periodo Trimestral	1	2	3	4
Perdida en toneladas	44,77	54,36	37,31	76,75
Gasto	\$ 132.520.147	\$ 160.917.322	\$ 110.433.456	\$ 227.177.395

Nota. Elaboración propia.

8.4 Inversión por periodos.

En la tabla 61. Se muestra la inversión que se requiere por periodos trimestrales para un total de un año el cual contiene 4 periodos, como podemos observar la inversión se realiza en el primer periodo, el resto de los periodos no tiene valor presupuestado.

Tabla 61. Inversión por periodo.

Periodo trimestral	1	2	3	4
Codificación	\$ 69.114.346	\$ -	\$ -	\$ -
Estantería	\$ 189.533.680	\$ -	\$ -	\$ -
Estibas	\$ 159.750.000	\$ -	\$ -	\$ -
Asesoría del trabajo	\$ 18.000.000	\$ -	\$ -	\$ -
Inversión	\$ 436.398.026	\$ -	\$ -	\$ -

Nota. Elaboración propia.

8.5 Viabilidad del proyecto Financiero.

Los Índices que evaluaremos son 4 y están compuesto por:

ROI: en sus siglas el retorno de la inversión nos permite evaluar la rentabilidad de una inversión en base al capital destinado, entre mayor sea su valor el proyecto va a ser más rentable (Westreicher, G. 2020).

TIR: Tasa interna de retorno, permite comprobar la viabilidad de una inversión y permite evaluar y compara inversiones entre cada una de ellas, entre mayor sea la TIR el proyecto dará una mejor inversión (Sevilla Arias, A., 2014).

TIO: tasa interna de oportunidad, es la tasa mínima que utilizamos para determinar el valor presente neto, de los flujos futuros de cada uno de los proyectos, es la rentabilidad mínima que se le debe exigir al proyecto para las tomas de decisión (Sy corvo, H.,s.f.).

VPN: Valor presente neto, permite evaluar la viabilidad del proyecto, en términos de ganancia, para su cálculo se debe restar el monto invertido con el valor presente de los flujos que se esperan recibir en el futuro. (Velayos, V., 2022)

8.5.1 ROI

Tabla 62. Cálculo del indicador ROI

Inversión Total	\$	436.398.026
Ingreso Total	\$	631.048.320
Rentabilidad ROI	\$	44,6038

Nota. Elaboración propia.

$$ROI = \frac{631.048.320 - 436.398.026}{436.398.026} = 44,6038 \quad (48).$$

Al tomar los ingresos y restarle la inversión, para después dividir sobre la inversión, obtenemos el resultado del ROI tabla 62, para este proyecto nos está dando una ganancia 44 veces mayor que la inversión inicial.

8.5.2 TIR

Tabla 63. Flujo de caja

Trimestre	Ganancia	Inversión	Total
		\$	-\$
0	0	436.398.026	436.398.026
	\$		\$
1	132.520.147		132.520.147
	\$		\$
2	160.917.322		160.917.322
	\$		\$
3	110.433.456		110.433.456
	\$		\$
4	227.177.395		227.177.395

Nota. Elaboración propia.

4 Número de periodos

TIR = **15,32%** Efectiva trimestral

61,27%	Nominal trimestral vencida	
76,84%	Efectiva anual.	(49).

La tasa interna de retorno nos da positiva y por encima del 76% (49) nos da un buen porcentaje de rentabilidad con respecto a la financiación., pero debemos tener en cuenta la inflación la cual en este momento en Colombia supera el 11% y para tener un valor más exacto vamos a sacar la rentabilidad real

8.5.2.1 Rentabilidad Real

Según el Banco de la República, (2022). la Inflación en Colombia está en 11,44% E.A. (50) consulta que se realiza el 02 de noviembre del 2022 y se procede a calcular.

$$Tasa\ real = \frac{76,84\% - 11,44\%}{1 + 11,44\%} = 58,69\% \quad (50).$$

Como podemos observar la tasa de rentabilidad baja un 18,15% con respecto a la TIR, pero la tasa real nos muestra el verdadero porcentaje de rentabilidad que nos deja el proyecto en un año, el cual sigue siendo un buen porcentaje de rentabilidad para el proyecto.

8.5.3 TIO

Para calcular la TIO tomamos como guía el simulador de Bancolombia, para cdt (2022). Consultado el 02 de noviembre y por medio del simulador, hallamos la tasa de interés a futuro, que es del 11,75% efectiva anual y debemos pasarla a Efectiva trimestral vencida (51).

TIO	11,75%	Efectiva anual	
	11,3%	Nominal trimestral vencida	(51).
	2,8%	Efectiva trimestral vencida	

8.5.4 VPN

Después de hallar la tasa de oportunidad TIO, procedemos a hallar el valor presente neto el cual nos arroja el siguiente valor:

$$\text{VNP} = \$ \mathbf{149.610.494} \quad (52).$$

Haciendo el cálculo con la fórmula de Excel tomando, la tasa de interés de la TIO, más la fórmula para hallar el VNA, Calculamos el valor neto presente de una inversión a partir de una tasa de descuento y una serie de pagos futuros (valores negativos) e ingresos (valores positivos).

Revisando el resultado 149.610.44, se puede observar que el valor es positivo y se puede invertir en el proyecto, este valor indica que los dineros invertidos en el proyecto rentan a una tasa superior a la TIO; por tanto, el proyecto es factible y debe aceptarse (52).

En conclusión, los porcentajes y valores hallados de los distintos indicadores nos muestran un valor favorable para invertir en el proyecto.

9 Conclusiones

En el estudio realizado se encontró que los factores que más perjudicaban a la compañía en cuanto a desperdicios son el daño que sufre el material en el proceso y la pérdida de material que se ocasiona en el movimiento de la mercancía, logrando identificar que las razones principales por la que se generan estos desperdicios es por la mala distribución de los carriles de almacenamiento de planta, por falta de estandarizar y sistematizar algunos procesos los cuales se realizan a mano y por último y más importante el exceso movimiento que se realiza en los almacenes y estos motivos son dependientes el uno del otro.

Después de realizar el diagnóstico, por medio de un análisis de operación encontramos las razones por la cuales se producen estas pérdidas, y lo más importante es que nos permite saber en qué momento de la cadena de valor se está presentando y si pertenece a condiciones de material, operario o montacarga, también logramos identificar que en varios procesos se puede repetir la misma problemática ya que el proceso en cada uno de los almacenes es igual lo que genera que la condición de modificación de un almacén se implemente en el otro.

Cuando se terminó el diagnóstico logramos priorizar las causas y así mismo organizarlas para saber si se deben eliminar, modificar o combinar, comenzamos a intervenir las más importantes para lograr solucionar la mayoría y salieron tres propuestas de implementación que solucionan considerablemente los almacenes, recorridos y proceso en un 70%.

Estas propuestas llevan un orden y comienzan por la identificación de pedidos por medio del RFID, información que queda cargada en un software, Seguido paso la implementación de estanterías estratégicas que no modifican las vías de tránsito de los montacargas y que no perjudicó el volumen si no que al contrario lo incrementan, y por último la adquisición de estibas plásticas con pisos completos, para cambiar las de madera y para completar las posiciones nuevas que se generaron con la implementación de la estantería, todo esto en pro del proceso y logrando mejorar en su mayoría las siguientes causas:

- Pérdida de información.
- Identificación y ubicación de mercancía.
- Inventarios demorados.
- Daño por deterioro del material en su ubicación y su almacenamiento.
- Movimientos excesivos del personal y del material.

Para concluir con las propuestas, fueron medidas según los criterios que se establecieron dando prioridad al proceso de fabricación; estas propuestas fueron evaluadas para saber si su inversión es rentable y en todo momento dio valores favorables por lo cual se le aconseja a la empresa de cartón corrugado la implementación de este estudio, para mejorar sus almacenes y así mismo evitar pérdidas sustanciales de dinero por el material que se pierde y se daña en el proceso, con este trabajo, también se está logrando mejorar las condiciones de los operarios con la reducción de movimientos y facilitando su acceso a la mercancía, para que el procesos de producción pueda funcionar mejor y así mismo mejorar el índice global de equipos.

10 Anexos

Anexo 1. Cotización de la impresora y los lectores zebra.

Carrito

Precio



Zebra ZT400 impresora de etiquetas ZT41042-T010000Z

De 2ª mano, Muy bueno
Solo queda(n) 1 en stock (hay más unidades en camino).
Enviado desde: TeKswamp
Se aplica la tarifa de envío a este producto.
Opciones de regalo no disponibles. [Más información](#)

Cant.: 1

US\$1,090.00



Zebra MC3300 - Escáner de código de barras de terminal de recogida de datos de computadora móvil de alta calidad con Android 7.1.2

De 2ª mano, Como nuevo
Envío en 6 a 10 días.
Enviado desde: SURPLUS TRADERS
Se aplica la tarifa de envío a este producto.
Opciones de regalo no disponibles. [Más información](#)

Cant.: 1

US\$1,744.99

Subtotal (2 productos): **US\$2,834.99**


Amazon (2022).

Anexo 2. Cotización Software de la codificación de RFID.

BarCodeSite

Buscar en Barcode Site ...

Mi Cuenta



TEKLYNX
Barcode Better

11608-PEM TEKLYNX CODESOFT

11608-PEM - Teklynx CodeSoft Network RFID Platinum
Software 1 Usuario

Ref: 11608-PEM

3.770,00 €
Con IVA. **4.561,70 €**

Consulte plazos de entrega

BarCodeSite (2022).

Anexo 3. Cotización de etiquetas.



Obtén 5 cupones por el valor de US \$100



**Etiqueta Adhesiva Rfid Uhf de larga
distancia de lectura, pegatina en rollo,
860-960mhz**



0 comentarios · 14 pedidos

204,53 COP - 613,59 COP

Alibaba (2022)