

REDISEÑO DE DISTRIBUCIÓN FÍSICA DEL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN  
PRINCIPAL DE COMERTEX S.A.

KAROL MILENA GARCIA PRADA

NESTOR RAUL MANTILLA LAROTTA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES

BUCARAMANGA

2012

REDISEÑO DE DISTRIBUCIÓN FÍSICA DEL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN  
PRINCIPAL DE COMERTEX S.A.

KAROL MILENA GARCIA PRADA

NESTOR RAUL MANTILLA LAROTTA

Trabajo de Grado para optar al título de:

Ingeniero Industrial

Director

Carlos Eduardo Díaz Bohórquez

Msc. Ingeniería Industrial

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES

BUCARAMANGA

2012

## DEDICATORIA

*A Dios por regalarme la vida y la familia hermosa que tengo*  
*A mis padres por su apoyo incondicional y su inmenso amor*  
*A mi hermana por su amor y alegría*  
*Al ingeniero Oscar Lizarazo por brindarme un poco del gran conocimiento*  
*que lo caracteriza*  
*A Ana, Julieth y Néstor porque gracias a su compañía y apoyo, este proyecto*  
*salió adelante*

KAROL MILENA GARCÍA PRADA

*A Dios, a mi madre y padre por su paciencia y apoyo incondicional*  
*Al ingeniero Oscar Lizarazo por compartir con nosotros su tiempo y conocimiento*  
*A Ana y Julieth por ser siempre amigas incondicionales*  
*A mi compañera de proyecto pues el desarrollo de este trabajo no hubiese*  
*sido posible sin ella.*

NÉSTOR RAÚL MANTILLA LA ROTTA

## **AGRADECIMIENTOS**

A Rogelio Botero por brindarnos la oportunidad de aplicar los conocimientos en su empresa.

A Margarita por su colaboración y compañía en este camino.

Al ingeniero Oscar por su amabilidad y tiempo dedicado al proyecto con aportes positivos.

Al grupo de estudiantes Ópalo por hacer de cada día una bonita experiencia.

A Maria José por su alegría y siempre actitud de colaboración.

Al grupo de profesores Carlos Díaz, Javier Arias y Henry Lamos por brindarnos su apoyo, alegría y conocimiento en este camino.

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	22
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	24
2 GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	25
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	25
2.2. OBJETIVOS.....	28
2.2.1. Objetivo General .....	28
2.2.2. Objetivos específicos .....	28
2.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	29
2.4. ALCANCE DEL PROYECTO.....	30
3. MARCO TEÓRICO.....	32
3.1. MISIONES DE UN ALMACÉN.....	32
3.2. FUNCIONES EN EL ALMACÉN .....	34
3.3. DISTRIBUCIÓN FÍSICA.....	37
3.3.1. Metodologías de diseño de distribución física.....	37
3.5. POLÍTICAS DE ALMACENAMIENTO.....	40
4. DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN FÍSICA.....	41
4.1. REQUERIMIENTOS Y RESTRICCIONES DE DISEÑO.....	41
4.1.1. Consideraciones iniciales.....	41
4.1.2. Requerimientos tecnológicos .....	42
4.1.3. Tendencias del mercado.....	43
4.1.4. Restricciones.....	43
4.2. DEFINIR Y OBTENER DATOS .....	44
4.2.1. Características físicas de los productos.....	44
4.2.2. Proyecciones de crecimiento .....	46
4.2.3. Niveles de servicio .....	46
4.2.4. Perfil de pedidos Materia Prima .....	46
4.2.5. Operaciones en el centro de distribución .....	54

4.3.	FORMULAR UNA BASE DE PLANEACIÓN.....	67
4.4.	PRINCIPIOS OPERACIONALES .....	68
4.4.1.	Mejores prácticas .....	69
4.4.2.	Duración de procesos en el centro de distribución.....	74
4.4.3.	Políticas de almacenamiento .....	76
4.5.	DESCRIPCIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO .....	79
4.6.	PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS.....	81
4.6.1.	Proceso de recepción.....	81
4.6.2.	Proceso de alistamiento de pedidos.....	81
4.6.3.	Proceso de despacho.....	81
4.7.	DISTRIBUCION FÍSICA.....	82
4.7.1.	Cálculo del área de inspección .....	82
4.7.2.	Cálculo de área de almacenamiento .....	84
4.7.3.	Cálculo del área de almacenamiento en arrume .....	95
4.7.4.	Cálculo del número de muelles .....	96
4.7.5.	Área de muelle de cargue/descargue.....	97
4.7.6.	Cálculo del área de alistamiento de pedidos.....	98
4.7.7.	Cálculo del área de despacho .....	99
4.7.8.	Cálculo del área de auxiliares .....	102
4.7.9.	Flujo de la mercancía .....	107
4.7.10.	Área total requerida en el centro de distribución en escenario de almacenamiento por línea de productos y flujo en T .....	108
4.7.11.	Área total requerida en el centro de distribución en escenario de almacenamiento aleatorio y flujo en U .....	110
5.	SIMULACIÓN DE ESCENARIOS.....	112
5.1.	OBJETIVOS.....	112
5.2.	MODELO CONCEPTUAL.....	112
5.3.	CONSTRUCCIÓN DEL MODELO .....	112
5.4.	VERIFICACIÓN .....	115
5.5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	115

5.6. CANTIDADES DE MAQUINARIA Y EQUIPO.....	117
5.7. NIVEL DE PERSONAL REQUERIDO .....	118
5.8. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CADA ESCENARIO PLANTEADO..	119
6. GUÍA DE DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN FÍSICA.....	121
7. CONCLUSIONES.....	124
8. RECOMENDACIONES .....	126
BIBLIOGRAFÍA.....	128
ANEXOS .....	133

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de CEDI's .....	24
Tabla 2. Grupos de productos .....	45
Tabla 3. Datos para el análisis de perfil de pedidos.....	47
Tabla 4. Mezcla entre líneas por pedido .....	48
Tabla 5. Mezcla entre grupos de productos en las órdenes de pedido.....	49
Tabla 6. Número de referencias por pedido.....	49
Tabla 7. Número de rollos por pedido.....	50
Tabla 8. Referencias seleccionadas para zona de almacenamiento en estibas autoapilables.....	52
Tabla 9. Reducción de exceso de inventario sin almacenar .....	53
Tabla 10. Cantidad de desplazamientos en la actividad de inspección y etiquetado .....	55
Tabla 11. Número de rollos recibidos por día .....	56
Tabla 12. Cantidad de desplazamientos con propuesta de mejora .....	57
Tabla 13. Reducción de espacio con estibas autoapilables.....	58
Tabla 14. Reducción de áreas Arrume Vs Autoapilables.....	60
Tabla 15. Cortes por segmento.....	63
Tabla 16. Reducción de desplazamientos .....	65
Tabla 17. Envíos (despachos) directos por segmento de clientes.....	71
Tabla 18. Número de rollos por despacho directo .....	71
Tabla 19. Referencias a preparar previamente.....	74
Tabla 20. Ventajas y desventajas de las políticas de almacenamiento .....	78
Tabla 21. Sistema de preparación de pedidos.....	79
Tabla 22. Maquinaria y equipo requerido.....	80
Tabla 23. Definición de áreas de las zonas del centro de distribución.....	83
Tabla 24. Distancia pasillos .....	88
Tabla 25. Rollos despachados diariamente .....	100
Tabla 26. Número de rollos por despacho .....	101
Tabla 27. Lista de máquinas y objetos en la estación de trabajo.....	103
Tabla 28. Rollos en devoluciones .....	104
Tabla 29. Estibas en devoluciones .....	104
Tabla 30. Área requerida para personal administrativo .....	106
Tabla 31. Número de inodoros por empleado.....	106
Tabla 32. Número de lavamanos por empleado .....	107
Tabla 33. Número de cajoneras y estantes por línea.....	108

Tabla 34. Área total requerida almacenamiento por líneas de producto .....	110
Tabla 35. Área total requerida almacenamiento aleatorio .....	111
Tabla 36. Modelo Conceptual .....	113
Tabla 37. Distancia Recorrida (m) .....	116
Tabla 38. Almacenamiento con un solo elevador .....	116
Tabla 39. Maquinaria y equipo requerido .....	118
Tabla 40. Ventajas y desventajas de cada escenario .....	119
Tabla 41. Metodologías de diseño de distribución física .....	148
Tabla 42. Principios del flujo de materiales .....	150
Tabla 43. Zonas del centro de distribución .....	159
Tabla 44. Tipos de códigos de barras .....	181
Tabla 45. Etapas de simulación .....	188
Tabla 46. Características físicas rollos .....	189
Tabla 47. Características físicas lámina .....	189
Tabla 48. Primeras 50 referencias más populares .....	190
Tabla 49. Datos para el perfil de pedidos .....	191
Tabla 50. Portafolio calzado .....	192
Tabla 51. Portafolio hogar (Textil) .....	192
Tabla 52. Mezcla de líneas en pedidos .....	193
Tabla 53. Referencias por pedido .....	193
Tabla 54. Referencias de consumo frecuente opcionadas a almacenar en estibas auto apilables .....	198
Tabla 55. Número de rollos por estiba para cada referencia .....	199
Tabla 56. Referencias seleccionadas .....	203
Tabla 57. Número de estibas requeridas .....	204
Tabla 58. Análisis de índigo .....	206
Tabla 59. Resultados referencias .....	207
Tabla 60. Análisis índigo general .....	208
Tabla 61. Análisis con referencias seleccionadas .....	209
Tabla 62. Espacio requerido .....	210
Tabla 63. Órdenes de compra diarias .....	212
Tabla 64. Número de rollos por recepción .....	213
Tabla 65. Actividades actuales en inspección y etiquetado .....	217
Tabla 66. Actividades con la propuesta de mejora .....	218
Tabla 67. Cantidad recomendada de estibas auto apilables .....	219
Tabla 68. Módulos Activos de Comertex S.A. ....	222
Tabla 69. Opciones de almacenamiento .....	230
Tabla 70. Dimensiones y precios de estibas .....	231
Tabla 71. Cálculo del número de cajoneras .....	244

Tabla 72. Lista de pedidos de 10 días de operación seleccionados aleatoriamente .....	254
Tabla 73. Lista de recepciones de 10 días de operación seleccionados aleatoriamente .....	255
Tabla 74. Inventario inicial política de almacenamiento por líneas de producto ..	256
Tabla 75. Inventario inicial política de almacenamiento aleatorio .....	256
Tabla 76. Resultados almacenamiento aleatorio .....	258
Tabla 77. Resultados almacenamiento por líneas de producto .....	259

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Funciones y flujos comunes en un almacén .....	35
Figura 2. Reducción de manipulación de mercancía en las mejores prácticas.....	40
Figura 3. Actividad del picking Vs. Cantidad de referencias .....	51
Figura 4. Módulos del sistema de información.....	59
Figura 5. Perfil de recepciones diarias.....	67
Figura 6. Perfil de despachos diarios.....	68
Figura 7. Operaciones en el centro de distribución .....	69
Figura 8. Duración de operaciones .....	75
Figura 9. Área de la zona de inspección. Unidades en metros (m).....	82
Figura 10. Resultados del software.....	89
Figura 11. Zona de almacenamiento tradicional .....	90
Figura 12. Área de la zona de almacenamiento .....	94
Figura 13. Área de la zona de arrume .....	96
Figura 14. Área de almacenamiento en estibas autoapilables.....	99
Figura 15. Área de la zona de despacho .....	102
Figura 16. Área requerida de corte .....	103
Figura 17. Área de devoluciones .....	105
Figura 18. Área de arrume con almacenamiento por línea de productos. ....	109
Figura 19. Segmentos de clientes de la UEN materia prima .....	134
Figura 20. Segmentos de clientes de la UEN Producto Terminado .....	135
Figura 21. Estructura general.....	136
Figura 22. Gerencia General.....	137
Figura 23. Gerencia Comercial MP .....	137
Figura 24. Gerencia Comercial PT.....	138
Figura 25. Gerencia de desarrollo.....	139
Figura 26. Gerencia Financiera.....	139
Figura 27. Gerencia de Compras.....	140
Figura 28. Gerencia Logística .....	140
Figura 29. Gestión de almacenes .....	142
Figura 30. Guía para el diseño de bodegas y problemas operacionales .....	145
Figura 31. Distribución de mezcla en las órdenes de pedido.....	165
Figura 32. Porciones de unidades de carga .....	166
Figura 33. Número de referencias por pedido .....	167
Figura 34. Popularidad de referencias .....	168
Figura 35. Cadena de suministro y código de barras.....	179

Figura 36.Cadena de suministro y RFID .....	182
Figura 37.Comparación de código de barras y RFID .....	184
Figura 38.Distribución de días de operación.....	201
Figura 39.Distribución de unidades de carga por referencia.....	202
Figura 40.Flujos de entrada de mercancía .....	214
Figura 41.Perfil de recepciones por día .....	215
Figura 42. Zonas del CEDI principal .....	220
Figura 43.Módulos Generales deSEVEN.....	223
Figura 44.Módulos Comerciales .....	225
Figura 45.Módulos Financieros.....	227
Figura 46.Módulos Administrativos .....	229

## LISTADO DE ANEXOS

ANEXO A. CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS (Ver carpeta anexos)	
ANEXO B. NUEVA CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS (Ver carpeta anexos)	
ANEXO C. MODELO DE SIMULACIÓN (Ver carpeta anexos)	
ANEXO D. COTIZACIONES (Ver carpeta anexos)	
ANEXO 1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....	133
ANEXO 2. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL COMERTEX S.A. ....	136
ANEXO 3. MARCO TEÓRICO.....	141
ANEXO 4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....	189
ANEXO 5. POPULARIDAD DE REFERENCIAS .....	190
ANEXO 6. PERFIL DE PEDIDOS DE PRODUCTO TERMINADO .....	191
ANEXO 7. ANÁLISIS Y PROPUESTA DE ALMACENAMIENTO EN ESTIBAS AUTOAPILABLES.....	195
ANEXO 8. RESULTADOS ANÁLISIS REFERENCIAS A ALMACENAR EN LAS NUEVAS ESTIBAS .....	207
ANEXO 9. ANÁLISIS PARA DISTINTAS OPCIONES DE ALMACENAMIENTO DE ÍNDIGO .....	208
ANEXO 10. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE RECEPCIÓN.....	211
ANEXO 11. ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE RECEPCIÓN.....	212
ANEXO 12. ZONAS DEL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN .....	220
ANEXO 13. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN SEVEN-ERP .....	221
ANEXO 14. OPCIONES DE ALMACENAMIENTO DE EXCESO DE INVENTARIO DE ÍNDIGO .....	230
ANEXO 15. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ALISTAMIENTO DE PEDIDOS .....	232
ANEXO 16. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE DESPACHO.....	234
ANEXO 17. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE DEVOLUCIONES .....	235
ANEXO 18. CARACTERIZACIÓN DE EQUIPOS.....	237
ANEXO 19. CÁLCULO DEL NÚMERO DE CAJONERAS PARA CADA GRUPO DE PRODUCTO .....	244
ANEXO 20. SOFTWARE DE OPTIMIZACIÓN .....	245

ANEXO 21. ESPECIFICACIONES DE UNA ESTACIÓN DE TRABAJO .....	246
ANEXO 22.DISTRIBUCIÓN FÍSICA ALMACENAMIENTO POR LÍNEA DE PRODUCTO Y FLUJO EN T.....	248
ANEXO 23.DISTRIBUCIÓN FÍSICA ALMACENAMIENTO ALEATORIO Y FLUJO EN U .....	249
ANEXO 24. OBJETOS DE LA SIMULACIÓN .....	250
ANEXO 25. LISTAS DE DATOS DE ENTRADA.....	254
ANEXO 26. ESTADÍSTICAS SIMULACIÓN .....	258

## TABLA DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

OBJETIVO	DESCRIPCIÓN	CUMPLIMIENTO
1	Realizar una revisión bibliográfica acerca de las guías de diseño de distribución de bodega y políticas operativas involucradas en el centro de distribución para determinar factores claves que mejoren la situación actual.	Capítulo 3. Marco Teórico
2	Describir la operación actual de los procesos de recepción, almacenamiento, alistamiento y despacho de mercancía para identificar oportunidades de mejora.	Numeral 4.2.5 Operaciones en el centro de distribución
3	Analizar las políticas de almacenamiento existentes en la literatura con el fin de determinar cuáles de éstas son las más adecuadas para las operaciones del CEDI principal de Comertex S.A.	Numeral 4.4.3. Políticas de almacenamiento
4	Diseñar propuestas de distribución física del centro de distribución principal que sirvan como base para la toma de decisiones.	Capítulo 4. Metodología de diseño de distribución física de bodega
5	Evaluar las propuestas de mejora diseñadas por medio de técnicas de simulación para identificar ventajas y desventajas de cada uno de los escenarios.	Capítulo 5. Simulación
6	Describir los elementos y la metodología usada en el proyecto para que la empresa se apropie de ellos y una vez surjan cambios, sean considerados y se ajusten al nuevo diseño de bodega.	Capítulo 6. Guía de diseño de distribución física

## RESUMEN

**TTITULO:** REDISEÑO DE DISTRIBUCIÓN FÍSICA DEL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL DE COMERTEX S.A.\*

**AUTORES:** KAROL MILENA GARCIA PRADA

NESTOR RAUL MANTILLA LA ROTTA<sup>±</sup>

**PALABRAS CLAVES:** Distribución física, escenario, unidad estratégica de negocio, centros de distribución.

## DESCRIPCIÓN

Comertex S.A, empresa del sector textil, pretende realizar mejoras en sus procesos logísticos con ayuda del grupo de investigación Ópalo, perteneciente a la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales y financiados por el entre responsable de investigación en el país, Colciencias.

Como primer paso se realiza la presente investigación en la cual se desarrolla una metodología de diseño de bodegas propuesta por Alan P. Rushton aplicada a la empresa, en donde se analizan las mejores prácticas a nivel mundial y la forma en que éstas se aplican de acuerdo a sus características en cuanto a perfil de pedidos, perfil de las operaciones, maquinaria requerida, entre otros, para determinar las políticas operativas y el nivel de automatización requerido para el nuevo centro de distribución de Materia Prima.

El análisis de resultados se realiza por medio del software de simulación FLEXSIM como herramienta computacional para evaluar teóricamente dos escenarios definidos por las políticas de almacenamiento más adecuadas según el nivel de operación de la empresa y de esta forma plantear alternativas que sirvan como base en la toma de decisiones.

La investigación se realiza en la empresa durante 10 meses, entregando informes mensuales a la Gerencia Logística para una retroalimentación continua y pertinente.

---

\* Proyecto de grado.

<sup>±</sup> Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Director Carlos

<sup>±</sup> Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Director Carlos Eduardo Díaz Bohórquez.

## ABSTRACT

**TITLE:** LAYOUT REDESIGN OF THE PRINCIPAL DISTRIBUTION CENTER FOR COMERTEX S.A.<sup>‡</sup>

**AUTHORS:** KAROL MILENA GARCIA PRADA

NESTOR RAUL MANTILLA LA ROTTA<sup>§</sup>

**KEY WORDS:** Layout, escenarios, Cost-Benefit Analysis, Distribution Centers.

## DESCRIPTION

Comertex S.A , textile company, aims to make improvements in their logistics processes using the Opal research group, part of the School of Industrial and Business Studies and funded by responsible research in the country, Colciencias.

As a first step is performed in this research which develops a design methodology proposed by Alan P. Rushton applied to the company, where we analyze the global best practices and how they are applied according to their characteristics regarding orders profile, profile operations, machinery required, among others, to determine the operational policies and the level of automation required for the new distribution center Prima Materia.

The analysis of results is performed by Flexsim simulation software and computational tools to evaluate two scenarios theoretically defined storage policies most appropriate to the level of operation of the company and thus propose alternatives that serve as the basis for making decisions.

Research is conducted at the company for 10 months, providing monthly reports to the Logistics Management for continuous feedback and relevant.

---

<sup>‡</sup>Work Degree.

<sup>§</sup>Faculty of Physico-Mechanical Engineering, School of Industrial and Business Studies, Director.Carlos Eduardo Díaz Bohórquez.

## INTRODUCCIÓN

Los centros de distribución de hoy y del futuro, son nodos claves de la cadena de suministro que tiene el reto de integrar y sincronizar sus procesos y sus flujos, tanto al interior de la compañía como al exterior, con sus proveedores y con sus clientes. Elevar el servicio al cliente, reducir costos y gastos, al mismo tiempo que la disminución del capital de trabajo invertido en instalaciones e inventario, son objetivos y metas de la cadena de suministro y de la logística que se han vuelto determinantes en la competitividad de las organizaciones. Los centros de distribución que hacen parte de redes de suministro competitivas, tienen que ser resultado de estudios de ubicación, de diseño logístico y arquitectónico, de distribuciones físicas, de procesos, de tecnología, de equipos de personas, todos de nivel superior.

Por ésta razón Comertex S.A. apostándole al crecimiento y desarrollo del sector textil como sector de clase mundial<sup>1</sup>, reconoce la necesidad de avanzar en la mejora de sus procesos logísticos con el fin de aumentar su competitividad y la satisfacción de sus clientes.

Por consiguiente, la realización del presente proyecto tiene como propósito diseñar propuestas de distribución física para el nuevo centro de distribución de la unidad estratégica de negocio Materia Prima, partiendo de una revisión bibliográfica acerca de las metodologías de diseño de distribución física de bodega y las mejores prácticas logísticas en centros de distribución de clase mundial, seguido de propuestas de mejora de acuerdo a la validación de la situación actual de la bodega principal de la empresa, y terminando con el planteamiento de escenarios de diseño de distribución física de acuerdo a la metodología de diseño seleccionada con sus respectivos costos de inversión requerida.

---

<sup>1</sup>DESARROLLANDO SECTORES DE CLASE MUNDIAL EN COLOMBIA. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Resumen ejecutivo, Junio 2009.

Así, en el primer capítulo encontrará la descripción y generalidades de la empresa, después se presentan los aspectos principales del proyecto como el planteamiento del problema, objetivos, justificación y alcance del mismo.

En el tercer capítulo se presenta el marco teórico sustento del proyecto, que presenta las herramientas que se conocen en la literatura para solucionar el problema planteado.

En los capítulos cuatro, cinco y seis se da a conocer el proceso logístico actual de la empresa y su análisis que genera las oportunidades de mejora de acuerdo a las mejores prácticas a nivel mundial.

Identificado lo anterior, en el capítulo siete se presenta el desarrollo de cada uno de los pasos planteados en la metodología seleccionada para el diseño de distribución física de bodegas y centros de distribución, finalizando con el planteamiento de dos escenarios junto a sus respectivos costos de inversión e identificando ventajas y desventajas de cada uno para de esta forma encontrar conclusiones prácticas y recomendaciones para un futuro.

## 1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

Comertex S.A. es una empresa del sector textil, de carácter nacional que tiene por objeto social adquirir, importar, exportar, fabricar, transformar, distribuir y vender insumos y productos textiles, manejando en promedio 18.000 referencias en dos unidades estratégicas de negocio (UEN), Materia Prima que contiene las líneas tejido plano, tejido punto y no tejidos y Producto Terminado que maneja las líneas calzado, hogar y vestuario.

Cuenta con dos sedes ubicadas en Bogotá y Girón, las cuales manejan las dos unidades estratégicas de negocio (UENs) con una capacidad en términos de área (m<sup>2</sup>) como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Distribución de CEDI's

CEDI	CAPACIDAD (m <sup>2</sup> )
ORIENTE GIRÓN	8991
CENTRO BOGOTÁ	2513

Fuente: Comertex S.A.

Información como reseña histórica, y segmentación de clientes se puede observar en el Anexo 1. Generalidades de la empresa y la estructura organizacional se encuentra en el Anexo 2. Estructura Organizacional de Comertex S.A.

## 2 GENERALIDADES DEL PROYECTO

### 2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las operaciones de las bodegas se encuentran en constante evolución debido a que están a merced de numerosas iniciativas de negocios, logística y gubernamentales tales como la producción justo a tiempo (JIT), la respuesta rápida y eficiente al cliente, la distribución de flujo continuo, la mejor satisfacción del cliente, la seguridad de los operarios, y la protección del medio ambiente. Nuevos y más complejos problemas surgen en el transcurso del tiempo debido a que las cadenas de suministro son más cortas y más integradas, el mundo es más pequeño, los clientes son más exigentes, y los cambios en la tecnología suceden con mayor rapidez, según Tompkins (2006)<sup>2</sup>.

Frente a las crecientes demandas en las operaciones del almacén y sin un conjunto confiable de recursos adicionales a los cuales recurrir, en la actualidad se vuelven más difíciles la planificación y la administración de las operaciones de almacenamiento. Para enfrentarlas, debemos recurrir a la simplificación y al mejoramiento de procesos como medios para administrar los almacenes y los centros de distribución (CEDIS)<sup>3</sup>.

En este camino, al analizar y evaluar de una manera logística los diferentes componentes del sistema logístico de las organizaciones, el diseño, la administración y operación del centro de distribución o bodega, constituyen factores claves de éxito para la adecuada inserción de la compañía en la búsqueda de la participación en nuevos mercados y el mantenimiento de los actuales, bajo la óptica de establecer las condiciones necesarias que le permita

---

<sup>2</sup> TOMPKINS, James A., et al. Planeación de Instalaciones. 3 ed. International Thompson Editors, 2006. p. 401-402

<sup>3</sup>ibid.

ofrecer un adecuado nivel de servicio, acorde con los requerimientos de sus clientes.<sup>4</sup>

En Colombia, el sector textil representa el 8% del PIB manufacturero y el 3% del PIB nacional, además constituye más del 5% <sup>5</sup>del total de exportaciones del país, convirtiéndolo en el sector de exportaciones no tradicionales más importante. De igual forma es uno de los principales sectores generadores de empleo ya que cuenta con por lo menos 450 fabricantes de textiles y 10.000 de confecciones, que generan aproximadamente 160 mil empleos directos y 600 mil empleos indirectos<sup>6</sup>.

Sumado a lo anterior, la aprobación del TLC con EE.UU generará oportunidades de inversión para producción y abrirá puertas para la comercialización, por lo tanto es un sector que presenta oportunidades que deben ser aprovechadas por las empresas a través del desarrollo de habilidades que permitan ofrecer productos con calidad, precios adecuados y nivel de servicio de acuerdo a los requerimientos del cliente.

De acuerdo a lo anterior Comertex reconoce la necesidad de realizar mejoras en su proceso logístico para aumentar su competitividad y la satisfacción de las necesidades de los clientes, para esto se realizó un análisis de la cadena de suministro y un diagnóstico<sup>7</sup> del proceso logístico en donde se encontró que la mayoría de los inconvenientes que se presentan en la operación de Comertex S.A.

---

<sup>4</sup>“DIAGNOSTICO Y ANALISIS DE RIESGOS CON BASE EN LAS MEJORES PRACTICAS DE ALMACENAMIENTO DE CLASE MUNDIAL”. High logisticsgroup, Consultoría y formación en logística integral. Disponible en <http://www.highlogistics.com>

<sup>5</sup>Inversión en el sector textil y confección en Colombia. Proexport Colombia. Disponible en <http://www.inviertaencolombia.com.co/sectores/manufacturas/textil-y-confeccion.html>

<sup>6</sup>GALLO MACHADO, Gustavo. Así renacen los textileros. *El colombiano*. 22 de enero de 2012

<sup>7</sup>GÓMEZ, María; MARIÑO, Carolina; RUIZ, Dayana; SAAIBI, Silvia. Mejoramiento De Los Procesos Logísticos Fase 1. Trabajo de grado Ingeniero Industrial 2011.

son atribuidos al área de logística sin ser necesariamente ésta, en determinadas ocasiones, la fuente del problema.

Comparando los resultados del diagnóstico realizado con la operación actual de la bodega principal, se identificaron elementos susceptibles de mejora que se tendrán en cuenta para diseño tales como: incumplimiento de la política de almacenamiento (se almacena aleatoriamente, cuando se tiene establecido que es dedicado), limitaciones físicas en la bodega en cuanto a muelles y equipo, inadecuada trazabilidad de la mercancía, demora en los despachos, mercancía a almacenar ubicada en zona de alistamiento e inspección, utilización no adecuada de los recursos (espacio, equipo y personal), generando dificultad en la localización y disposición de la mercancía.

Dado lo anterior, el propósito del presente proyecto es presentar escenarios del diseño de distribución física para la unidad estratégica de negocio materia prima analizando ventajas y desventajas para cada propuesta mediante el análisis de factores como: flujo de materiales, características físicas de los productos a almacenar, volumen de productos que se manejan en las zonas del almacén, funcionamiento del sistema de información y análisis de diferentes técnicas de almacenamiento que permitan realizar una efectiva gestión del inventario con una eficiente utilización de espacio.

Factores como la cantidad de referencias que se manejan, las características físicas de la mercancía como peso, dimensiones, tipo de embalaje, capacidad de apilamiento, requisitos de seguridad, rotación previsible, frecuencia de preparación de pedidos, entre otros, incrementan las dimensiones del problema y se tratarán de manera decisiva en el diseño de la solución apropiada.

Por lo anterior, la empresa Comertex S.A en un trabajo asociativo con el grupo de investigación ÓPALO de la Universidad Industrial de Santander y en convenio con el ente responsable de la investigación en ciencia y tecnología en el país, Colciencias, buscan una solución integral por medio del proyecto de investigación

raíz “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS CONCEPTUALES Y TECNOLÓGICAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO LOGÍSTICO DE LA EMPRESA COMERTEX S.A.” en donde se planteó la necesidad de definir lineamientos claros para el proceso de almacenamiento que permitan determinar el mejor método de almacenaje que se debe aplicar buscando mejorar procesos y espacios utilizados, permitiendo a la empresa cumplir con los retos planteados para el sector textil trazados por las políticas nacionales del programa de transformación productiva.

## **2.2. OBJETIVOS**

### **2.2.1. Objetivo General**

Elaborar un modelo de distribución física de bodega para el centro de distribución principal de Comertex S.A. ubicado en Girón, Santander.

### **2.2.2. Objetivos específicos**

- Realizar una revisión bibliográfica acerca de las guías de diseño de distribución de bodega y políticas operativas involucradas en el centro de distribución para determinar factores claves que mejoren la situación actual.
- Describir la operación actual de los procesos de recepción, almacenamiento, alistamiento y despacho de mercancía para identificar oportunidades de mejora.

- Analizar las políticas de almacenamiento existentes en la literatura con el fin de determinar cuáles de éstas son las más adecuadas para las operaciones del CEDI principal de Comertex S.A.
- Diseñar propuestas de distribución física del centro de distribución principal que sirvan como base para la toma de decisiones.
- Evaluar las propuestas de mejora diseñadas por medio de técnicas de simulación para identificar ventajas y desventajas de cada uno de los escenarios.
- Describir los elementos y la metodología usada en el proyecto para que la empresa se apropie de ellos y una vez surjan cambios, sean considerados y se ajusten al nuevo diseño de bodega.

### **2.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Los centros de distribución en la actualidad deben cumplir con sus funciones que son recibir, almacenar y despachar mercancía, en el momento adecuado, en las cantidades requeridas y al menor costo posible sin dañar o alterar la forma básica del producto, apoyando con esto el éxito de la cadena de suministro.

En Comertex S.A. los centros de distribución<sup>8</sup> no están procesando los pedidos eficazmente, es decir, hay demoras en los despachos, cantidades no requeridas y referencias no solicitadas en la orden de pedido, generando esto dificultades de optimización en la cadena de suministro de la compañía porque los canales de comunicación entre sus actores no están funcionando de la manera correcta para

---

<sup>8</sup>GOMEZ, Maria Margarita; PINZON, Carolina; RUIZ, Dayana; SAAIBI, Silvia. Mejoramiento de los procesos logísticos- Fase 1 en Comertex .S.A. Proyecto de grado 2011.

lograr que al cliente se le entregue las referencias solicitadas, en las cantidades requeridas y en el menor tiempo posible; por tal motivo nace la necesidad de realizar mejoras en los procesos operativos que se llevan a cabo al interior del centro de distribución por medio de la tecnología de la información y la distribución física; todas las mejoras hacen posible que el centro de distribución procese y embarque pedidos con mayor eficacia.<sup>9</sup>

Con base en lo anterior se considera importante la realización de este proyecto por la necesidad de ofrecer un mayor valor al cliente en cuanto a calidad del producto, rapidez de entrega y exactitud de pedidos, es decir, precisión en referencias solicitadas en la cantidad requerida, al menor costo posible; traduciendo esto en una eficiente utilización de los recursos disponibles (mano de obra, maquinaria y equipo y espacio) para los nuevos centros de distribución que se diseñarán.

Adicional a las razones mencionadas anteriormente los resultados del presente proyecto servirán como insumo para las siguientes etapas del proyecto de investigación raíz.

## **2.4. ALCANCE DEL PROYECTO**

Actualmente en el centro de distribución principal se manejan productos de las dos UEN; debido que la operación logística de cada una de ellas es diferente, la junta directiva de la empresa tomó la decisión estratégica de diseñar dos centros de distribución nuevos que reemplacen las operaciones de las 2 sedes existentes, definiendo una logística independiente para cada una.

---

<sup>9</sup>TOMPKINS, James A., et al. Planeación de Instalaciones. 3 ed. International Thompson Editores, 2006. p.403

Dado lo anterior, el propósito del presente proyecto es diseñar propuestas de distribución física de bodega para el nuevo centro de distribución de materia prima, identificando ventajas y desventajas de cada escenario por medio de técnicas de simulación.

Para el centro de distribución de producto terminado, se definirá el perfil de pedidos dejando recomendaciones para que la empresa posteriormente finalice el diseño.

### 3. MARCO TEÓRICO

Según Saldarriaga (2012)<sup>10</sup> la gestión de almacenes es la encargada de planificar y organizar cada uno de los procesos que se llevan a cabo al interior del centro de distribución, definiendo las funciones principales para identificar la operación que se llevará a cabo, siendo esto insumo para el diseño de distribución física (Layout).

Los almacenes son una parte importante del sistema logístico de una organización ya que son comúnmente usados para almacenar productos (materia prima, producto en proceso y producto terminado). El término *Almacén* o *bodega*, es usado si la función principal es de reserva; si adicionalmente cumple la función de distribución, el término *Centro de Distribución* es utilizado mientras que los términos *Plataforma* o “*Cross-Dock*” son usados si el almacenamiento difícilmente juega un papel relevante.<sup>11</sup>

Antes de definir cada uno de los procesos se identifican las misiones de un almacén que determina la razón de ser del mismo.

#### 3.1. MISIONES DE UN ALMACÉN

Lambert et. al (1998)<sup>12</sup> identifica las siguientes misiones de un almacén:

---

<sup>10</sup>SALDARRIAGA, Diego Luis. Diseño, Optimización y gerencia de centros de distribución. *Almacenar menos, distribuir más*. Biblioteca Gestión cadena de suministro. 2012

<sup>11</sup> De KOSTER, R., LE DUC, T., and ROODBENGER, K.J. (2007), Design and control of warehouse order picking: a literature review. *European Journal of operational research* 182(2), 481-501

<sup>12</sup>LAMBERT, D.M., STOCK, J.R., and ELLRAM, L.M., 1998. *Fundamentals of logistics management*. ingapore: McGraw-Hill. Citado por MANZINI, Riccardo et. al. A Supporting Decisions Platform for the Design and Optimization of Storage Industrial System. Department of Industrial Mechanical plants, Bologna University. Italy.

- Máximo aprovechamiento de la capacidad de transporte (combinación de cargas, contenedores llenos).
- Alcanzar economías de escala (política de producir para almacenar).
- Aprovechar descuentos en compras de grandes cantidades.
- Mantener un suministro continuo de materiales.
- Respaldar la política de servicio al cliente de la organización.
- Responder a las condiciones cambiantes del mercado y a la incertidumbre (estacionalidad, fluctuaciones de demanda, competencia).
- Anteponerse a las diferencias de tiempo y espacio que existen entre productores y consumidores.
- Cumplir con el nivel de servicio exigido por el cliente y al mismo tiempo lograrlo al mínimo costo posible.
- Respaldar los programas del justo a tiempo (JIT).
- Proveer a los clientes una mezcla de productos en lugar de un solo producto en cada orden de pedido (Consolidación).
- Proveer almacenamiento temporal a productos o materiales que van a ser reciclados (logística inversa).
- Actuar como una plataforma de transferencia o “cross-docking”.

De igual forma, Bartholdi and Hackman (2003)<sup>13</sup> reconocen 3 misiones principales:

- *Mayor ajuste entre el proveedor y la demanda del cliente.* Actualmente existe una tendencia a disminuir el tamaño de los lotes, entregar en los puntos de uso, alto volumen de órdenes de pedidos y productos personalizados y reducciones en los tiempos de ciclo. En la logística de distribución, para cumplirle al cliente, las empresas tienden a aceptar las órdenes de pedido a última hora, mientras que proporciona una entrega

---

<sup>13</sup> BARTHOLDI, J. and HACKMAN, S.T., 2003. Warehouse & distribution science, [en línea] Disponible en <[http://www2.isye.gatech.edu/people/faculty/Jhon\\_Bartholdi/wh/book/editions/history.html](http://www2.isye.gatech.edu/people/faculty/Jhon_Bartholdi/wh/book/editions/history.html)>

rápida y oportuna en lapsos de tiempo mínimos. Como consecuencia el tiempo disponible para alistamiento de pedidos se reduce.

- *Consolidación de productos.* La razón de consolidar productos se debe a utilizar toda la capacidad del transportista y amortizar los costos fijos del transporte.
- *Proporcionar valor agregado.* Fijación de precios, etiquetado y ensamblado final, son algunos ejemplos de actividades que proporcionan valor al cliente.

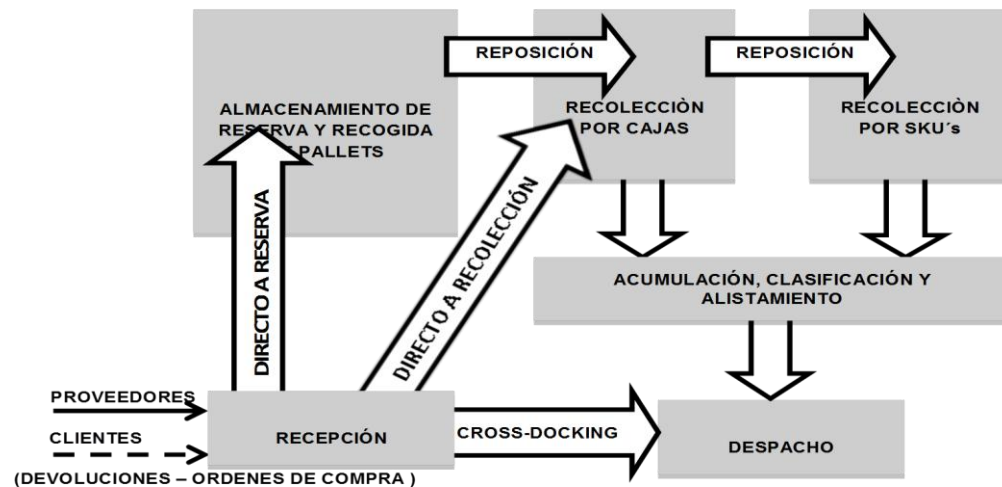
### 3.2. FUNCIONES EN EL ALMACÉN

Al interior de un centro de distribución se llevan a cabo varios procesos para cumplir con los pedidos solicitados por el cliente en el menor tiempo posible, en pro de conseguir potenciar las ventajas competitivas contempladas en la planeación estratégica de la empresa, es decir, mejorar el nivel de servicio ofrecido. De acuerdo a lo anterior, se muestran las diferentes funciones y flujos (Ver figura 1) que se llevan a cabo en un almacén.

Según Tompkins et. al(2003) las funciones de almacén son:

- ✚ *La recepción* es el conjunto de medidas relacionadas como:
  - La recepción ordenada de todos los materiales que entran al almacén.
  - La comprobación que la cantidad y la calidad de los materiales coincidan con lo solicitado.
  - La descarga de los materiales hacia el área de almacenamiento u otras áreas que lo requieran.

Figura 1. Funciones y flujos comunes en un almacén



Fuente: Typical warehouse functions and flows Tompkins et.al (2003)<sup>14</sup>

- ✚ *La inspección y el control de calidad* son una extensión del proceso de recepción y se efectúan cuando es imprevisible la calidad de los proveedores o se imponen muchas regulaciones al producto adquirido y deben revisarse todos los pasos del proceso.
- ✚ *El reempaque* se efectúa en un almacén cuando se reciben a granel los productos de un proveedor y luego se empaican en cantidades comercializables únicas o en combinaciones con otras piezas para formar surtidos.
- ✚ *La reposición* es el acto de colocar la mercancía en almacenamiento, incluye el manejo y colocación de los materiales.

<sup>14</sup>TOMPKINS, James A., et al. Planeación de Instalaciones. 3 ed. International Thompson Editors, 2006. p. 401-402

- ✚ *El almacenamiento* es el control físico de la mercancía mientras espera la demanda. La forma de almacenamiento depende del tamaño y la cantidad de los artículos en inventario y las características de manejo del producto o su recipiente.
- ✚ *Alistamiento de pedidos* es el proceso de retirar los artículos del almacenamiento para cubrir una demanda específica. Representa el servicio básico que ofrece el almacén al cliente y es la actividad alrededor de la cuál funcionan casi todos los diseños de almacenes.
- ✚ *La preparación* para uso posterior se puede hacer como un paso opcional después del proceso de recolección, igual que en la función de re empaque, los artículos se empaican en cajas para una utilización más conveniente
- ✚ *La clasificación* de la mercancía recolectada en pedidos individuales debe hacerse bajo el supuesto de un alistamiento de pedidos por lotes, es decir, al momento de recolectar toda la mercancía solicitada en varios pedidos, se procede a clasificarla en pedidos individuales.
- ✚ *El empaque y el despacho* pueden incluir las siguientes tareas:
  - Revisar que los pedidos estén completos.
  - Empacar la mercancía en un recipiente de embarque adecuado.
  - Preparar los documentos de embarque requeridos.
  - Acumular los pedidos a despachar.
  - Cargar los vehículos de transporte (en muchos casos, esto es responsabilidad del transportista).
  - *Traslado del material* que llega a una plataforma de transferencia (“Cross-dock”) directamente a la plataforma de embarque.
  - *Reabastecimiento* a los principales lugares de recolección desde la zona de reserva<sup>15</sup>, esta función supone que debe existir un área de reserva donde se mantenga la mercancía previamente estibada y pueda realizar

---

<sup>15</sup> TOMPKINS, James A., et al. Planeación de Instalaciones. 3 ed. International Thompson Editors, 2006. p. 401-402

reposición a la estantería de almacenamiento cuando el inventario comience a descender.

### 3.3. DISTRIBUCIÓN FÍSICA

Para una correcta distribución interna se deben tener en cuenta una serie de principios<sup>16</sup> que deben seguirse al momento de realizar la distribución física de un centro de distribución, estos son:

- La mercancía de mayor movimiento debe ubicarse cerca de la zona de despacho para disminuir tiempo de desplazamiento.
- La mercancía más pesada y difícil de manipular debe localizarse de tal forma que minimice el trabajo que se efectúa al desplazarla y almacenarla, como ejemplo: almacenarla en los niveles inferiores de la estantería para mayor accesibilidad.
- Los espacios altos deben usarse para mercancía ligera.
- Debe dotarse de protección especial toda la mercancía que lo requiera.

#### 3.3.1. Metodologías de diseño de distribución física

Son muchos los autores que a través del tiempo han presentado metodologías de diseño de almacenes variando en número de pasos desde tres (3) hasta 20, como se aprecia en el Anexo 3. Marco Teórico. Para este proyecto se escogió la metodología propuesta por Rushton (2006)<sup>17</sup> debido a:

- Es la metodología más reciente encontrada y publicada en la literatura.

---

<sup>16</sup>OLIVER, Mike; BAKER, Peter.The principles or warehouse design.Disponible en <<http://www.total-logistics.eu.com/logistics-news/other-news/the-principles-of-warehouse-design.html>>

<sup>17</sup>RUSHTON, Alan; CROUCHER, Phil; BAKER, Peter.HANDBOOK OF LOGISTICS AND DISTRIBUTION MANAGEMENT.3ª ed. 2006.

- Es la metodología más completa en cuanto a análisis y consideraciones de cada una de las etapas del diseño y de la cual se encontró la mayor información disponible.
- La metodología considera una etapa clave que es la definición de escenarios.
- Teniendo ya definida la metodología a seguir para realizar el diseño de distribución física, se procede a analizar las diferentes políticas de almacenamiento para seleccionar las que más se ajusten a la operación de Comertex.

### **3.4. PERFIL DE ACTIVIDAD DE UNA BODEGA**

Frazelle (2002), en su libro *The Logistics of SupplyChain Management*, define que el perfil de actividad de una bodega está compuesto por el perfil de los pedidos y el de actividad de los productos, los cuales definen el volumen de operación para tomar decisiones tácticas y operativas como lo son: política de almacenamiento a utilizar, maquinaria y equipo necesaria y la distribución física de la mercancía (layout).

El perfil de los pedidos contiene:

- Distribución de mezcla en las ordenes de pedido
- Número de referencias por pedido

Para mayor información ver Anexo 3. Marco Teórico.

#### **3.4.1. Mejores prácticas**

Los centros de distribución a nivel mundial tienen implementado entre sus operaciones actividades que pretenden minimizar manipulación de mercancía

eliminando algunos o todos los procesos que se llevan a cabo en su interior, buscando siempre la satisfacción del cliente.

En la Figura 2 se ilustra la reducción de manipulación de mercancía en cada uno de los procesos que se llevan a cabo en el centro de distribución si se implementan las prácticas recomendadas. Los números representan el número de veces que se manipula la mercancía en cada proceso.

#### **3.4.1.1. Envíos directos**

Esta práctica consiste en enviar desde el proveedor directamente al cliente la mercancía solicitada; por lo tanto, se elimina el consumo de recursos y con ello los errores y accidentes que pudiesen ocurrir.

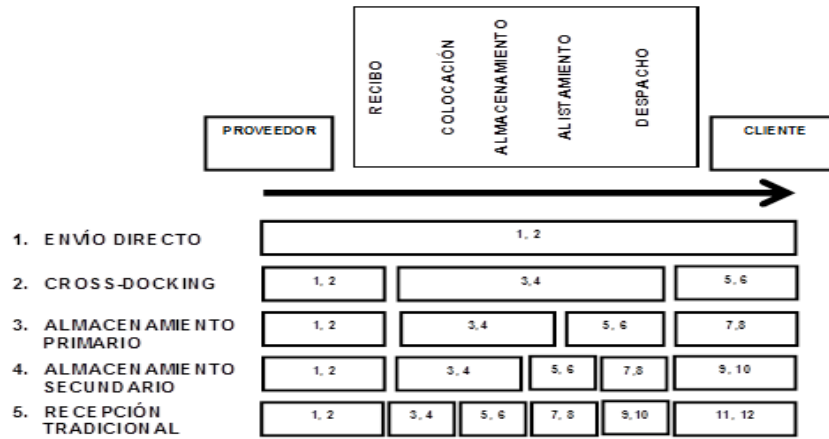
#### **3.4.1.2. Programación de recepciones**

Consiste en identificar tipo y cantidad de mercancía que llegará a la bodega antes de ser recibida para una eficiente asignación de recursos como muelles de descargue, mano de obra, espacio de almacenamiento temporal, maquinaria y equipo, entre otros.

#### **3.4.1.3. Cross-docking**

La mercancía es recibida en una plataforma de alistamiento y no debe ser almacenada sino preparada para ser enviada al cliente. Para la implementación de esta estrategia la empresa debe tener: entregas certificadas, mercancía previamente etiquetada, entre otros.

Figura 2. Reducción de manipulación de mercancía en las mejores prácticas



Fuente: SUPPLY CHAIN STRATEGY: The logistics of supply chain management.  
Edward Frazelle

#### 3.4.1.4. Preparación de la mercancía

Cualquier preparación previa de la mercancía en el momento en que se recibe debe hacerse para ser despachada.

#### 3.4.1.5. Unidades de carga

Para el despacho de mercancía se debe definir una unidad de carga adecuada teniendo en cuenta el análisis del perfil de pedidos en cuanto a la forma como frecuentemente se despacha.

### 3.5. POLÍTICAS DE ALMACENAMIENTO

El método de almacenamiento consiste en una serie de reglas o políticas que definen la ubicación de la mercancía dentro de la zona de almacenamiento.

Sharp (1989) y Frazelle (1990) plantean una clasificación de las políticas como lo son: almacenamiento dedicado, aleatorio y por clases.

Para mayor información de políticas de almacenamiento, mejores prácticas, simulación y sistemas de información diríjase al Anexo 3. Marco Teórico.

La estructura del proyecto estará definida por cada uno de los pasos de la metodología guía para el diseño del centro de distribución.

## **4. DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN FÍSICA**

El diseño de una bodega requiere una serie de etapas o pasos, empezando con la definición de los requerimientos del sistema y sus restricciones y terminando con la evaluación del diseño seleccionado. Partiendo de este tipo de requerimientos se selecciona la maquinaria y equipo apropiada, políticas operativas, distribución física, nivel de personal requerido y cantidad de maquinaria. La secuencia de pasos se describe a continuación.

### **4.1. REQUERIMIENTOS Y RESTRICCIONES DE DISEÑO**

A lo largo del estudio se tendrán en cuenta las consideraciones definidas a continuación, al igual que los requerimientos tecnológicos, operativos, tendencias del mercado y restricciones.

#### **4.1.1. Consideraciones iniciales**

De acuerdo al alcance del proyecto de investigación raíz el centro de distribución deberá contar con dispositivos de identificación de mercancía que agilicen las operaciones y brinden mayor control.

Para el diseño del centro de distribución de la unidad estratégica de negocio materia prima no se considerarán los siguientes aspectos debido al alcance del proyecto:

- Restricciones de espacio del centro de distribución actual.
- Requerimientos legales ni la ubicación del nuevo centro de distribución.

#### **4.1.2. Requerimientos tecnológicos**

De acuerdo a las condiciones operativas de Comertex S.A., el sistema de información debe suministrar al área de logística:

- La asignación de espacio de almacenamiento, es decir la ubicación en el momento de la recepción de mercancía, haciendo eficiente el uso de los recursos (espacio, maquinaria, personal y tiempo).
- La ubicación exacta de la referencia solicitada por el cliente al momento de realizar el alistamiento de pedidos, de tal forma que el tiempo de búsqueda de la mercancía se minimice.
- Información sobre la programación de compras para la eficiente disposición de los recursos necesarios en el centro de distribución.
- Información acerca del desempeño logístico por medio de indicadores de gestión.
- Asignación de tareas y recursos por medio del sistema de información para la eficaz planeación de las operaciones.

#### **4.1.3. Tendencias del mercado**

Analizando las tendencias del sector textil a nivel nacional se encontraron algunas razones por las que se debe invertir en este sector según proexport<sup>18</sup> en Colombia:

- Crecimiento del 5.9% del PIB y 6% del sector textil y confección en el 2011.
- Economía abierta al mundo con 11 tratados de libre comercio (TLC) con preferencias arancelarias para textiles y confección.
- Disponibilidad de mano de obra especializada.

La aprobación del TLC con EE.UU generará oportunidades de inversión para la producción, siendo una oportunidad para Comertex de ampliar su cuota de mercado e invertir en la especialización de sus operaciones y así generar factores diferenciadores que les permita competir con centros de distribución de talla mundial.

Lo anterior sustenta los cambios operacionales que se están generando en la operación del centro de distribución de Comertex siendo esto oportunidad de competir en el mercado mundial.

#### **4.1.4. Restricciones**

Debido a que la empresa no cuenta con una política de inventarios para todos sus productos, se tendrán en cuenta los niveles de inventario en los días 15 de cada mes durante el período 2011- Junio 2012.

---

<sup>18</sup>PROEXPORT Colombia. Promoción de turismo, inversión y exportaciones. Sector textil y confección. 2012

#### **4.1.4.1. Restricciones financieras**

Este tipo de restricción aplica para la selección de maquinaria y equipo que soporte las operaciones. La metodología supone el planteamiento de escenarios y por lo tanto se presentarán costos de inversión para que la empresa realice la evaluación financiera.

## **4.2. DEFINIR Y OBTENER DATOS**

Los datos recolectados para el diseño fueron los siguientes:

- Características físicas de los productos
- Perfil de pedidos
- Niveles de servicio
- Operaciones en el centro de distribución
- Proyecciones de crecimiento

La información se recolectó con las bases de datos de recepciones y despachos suministradas por la empresa, depurándolas por código de bodegas y por líneas de producto. El período de análisis fue todo el año de 2011 hasta Junio de 2012.

#### **4.2.1. Características físicas de los productos**

Las referencias fueron agrupadas bajo los criterios de tipo de tela y similitud en sus dimensiones físicas para facilitar la toma de datos. Ver Tabla 2. Grupos de productos.

La definición de cada uno de los grupos de productos se realizó con el propósito de reducir la variabilidad existente entre las características físicas de la mercancía

en general, ya que no tienen dimensiones estándar. La agrupación fue aprobada por el gerente de compras y el coordinador del centro de distribución principal.

La medición se llevó a cabo en compañía de un auxiliar de bodega, recolectando datos como: diámetro, ancho, contenido, peso unitario, peso por rollo y volumen de cada referencia; información tabulada en el Anexo 4. Características físicas.

A las referencias que no se encontraban físicamente para realizar la medición, se les asignó un promedio según el grupo de producto al que pertenecen; en el caso que se encontraran en otro centro de distribución, la información de sus características físicas fue suministrada por el respectivo coordinador de CEDI.

Tabla 2. Grupos de productos

LINEA	GRUPO		
TEJIDO PLANO	Índigo Camisero Tela bolsillo Velo Dacrón Género Bayetilla	Dril Lino Tela pañal Pana Tafeta Lona Pantalonero	Gabardina Etamina Tela toalla Popelina Pique Satin Coltesabana
TEJIDO PUNTO	Pique Perchado Lycra	Punto sencillo Doble punto	Rib Deportiva
NO TEJIDO	Entretela Guata Lamina	Bordados Tela no tejida Forro Antifluído	Polybon Refuerzo Aseo

Fuente: Elaboración propia

#### **4.2.2. Proyecciones de crecimiento**

El diseño del centro de distribución de materia prima se realizará con base en el flujo de mercancía (recepciones y despachos) durante el periodo definido, debido a que no hay proyecciones de crecimiento.

#### **4.2.3. Niveles de servicio**

Comertex está modificando su política de nivel de servicio por segmento de clientes, es decir, para cada tipo de cliente se establecerá un nivel de servicio específico según sus expectativas. Dado que esta política aún no está implementada, se trabaja con la cual se opera actualmente que es de 24 horas para alistamiento de pedidos de mercancía de materia prima. El nivel de servicio en la empresa es entendido como tiempo de entrega de la mercancía al cliente.

#### **4.2.4. Perfil de pedidos Materia Prima**

Según Frazelle (2002), la caracterización de pedidos definirá la disposición más adecuada de almacenar la mercancía de acuerdo a la forma como la está solicitando el cliente, buscando minimizar tiempos de alistamiento y por ende costos incurridos.

Esta caracterización se realizó para las dos UENs por separado identificando mezcla de línea, mezcla de grupo, número de referencias, cantidades despachadas y popularidad de las referencias, todo lo anterior analizado para cada pedido facturado.

##### **4.2.4.1. Mezcla entre líneas de producto**

Al analizar la distribución de mezcla entre líneas de producto (tejido plano, tejido punto y no tejidos) que existe entre los pedidos de Comertex, se identifica la forma más adecuada de almacenar la mercancía teniendo en cuenta la relación que

exista entre las mismas, es decir, si las órdenes de pedido tienden a requerir productos de una sola línea, entonces es un indicador para dividir el área de almacenamiento según esas líneas de productos y por lo tanto obtener una buena productividad y un buen nivel de servicio.

Los datos que se tuvieron en cuenta para realizar el análisis fueron los que se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Datos para el análisis de perfil de pedidos

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Pedidos facturados en 2011	20750
Pedidos facturados hasta junio de 2012	10866
Total de pedidos	31616
Referencias vendidas	4633

Fuente: Elaboración propia

La mezcla entre líneas de producto se presenta solo en un 2%, como se observa en la Tabla 4, es decir que la tendencia es que cada pedido contenga una sola línea, lo que indica una posible distribución de la mercancía dentro del centro de distribución por zonas de línea de productos.

#### **4.2.4.2. Mezcla entre grupos de productos**

Se realizó un análisis de la forma como se mezclan los grupos<sup>19</sup> de producto en cada pedido tal como se muestra en la Tabla 5, resultando que el 89,62% de los pedidos contienen un solo tipo de tela y por lo tanto no se recomienda mezclar

---

<sup>19</sup> Se refiere a los diferentes tipos de tela existentes entre cada una de las líneas de producto.

grupos al momento de almacenarlos, sugiriendo lo anterior un posible almacenamiento aleatorio.

Tabla 4. Mezcla entre líneas por pedido

DESCRIPCIÓN	TOTAL
Pedidos con (1) una línea	31327
Pedidos con (2) dos líneas	271
Pedidos con (3) tres líneas	18
Pedidos facturados totales	31616
Porcentaje (%) de Mezcla	2%

Fuente: Elaboración propia

#### **4.2.4.3. Referencias por pedido**

En la Tabla 6 se muestra que el 89.61% de los pedidos contienen entre (1) una y (3) tres referencias.

A continuación se identifican las cantidades en términos de rollos por pedido para determinar el nivel de automatización requerido según Saldarriaga (2012)<sup>20</sup> de acuerdo al nivel de operación como se muestra en la Tabla 7.

---

<sup>20</sup>SALDARRIAGA, Diego Luis. DISEÑO, OPTIMIZACIÓN Y GERENCIA DE CENTROS DE DISTRIBUCIÓN: Almacenar menos, distribuir más. Biblioteca gestión cadena de suministro. Primera edición. Medellín, Colombia 2012. p-39

Tabla 5. Mezcla entre grupos de productos en las órdenes de pedido

DESCRIPCIÓN	NÚMERO DE PEDIDOS	PORCENTAJE (%) DE MEZCLA
Pedidos con (1) un grupo	28333	89,62%
Pedidos con (2) dos grupos	2622	8,29%
Pedidos con (3) tres grupos	510	1,61%
Pedidos con (4) cuatro grupos	91	0,29%
Pedidos con (5) cinco grupos	33	0,10%
Pedidos con (6) seis grupos	17	0,05%
Pedidos con (7) siete grupos	4	0,01%
Pedidos con (8) ocho grupos	2	0,01%
Pedidos con (9) nueve grupos	4	0,01%
TOTAL PEDIDOS FACTURADOS	31616	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Número de referencias por pedido

NUMERO DE REFERENCIAS	NUMERO DE PEDIDOS	PROCENTAJE (%) DE FRECUENCIA	PORCENTAJE (%) ACUMULADO
1	19202	67,08%	67,08%
2	4679	16,34%	83,42%
3	1772	6,19%	89,61%
4	968	3,38%	92,99%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Número de rollos por pedido

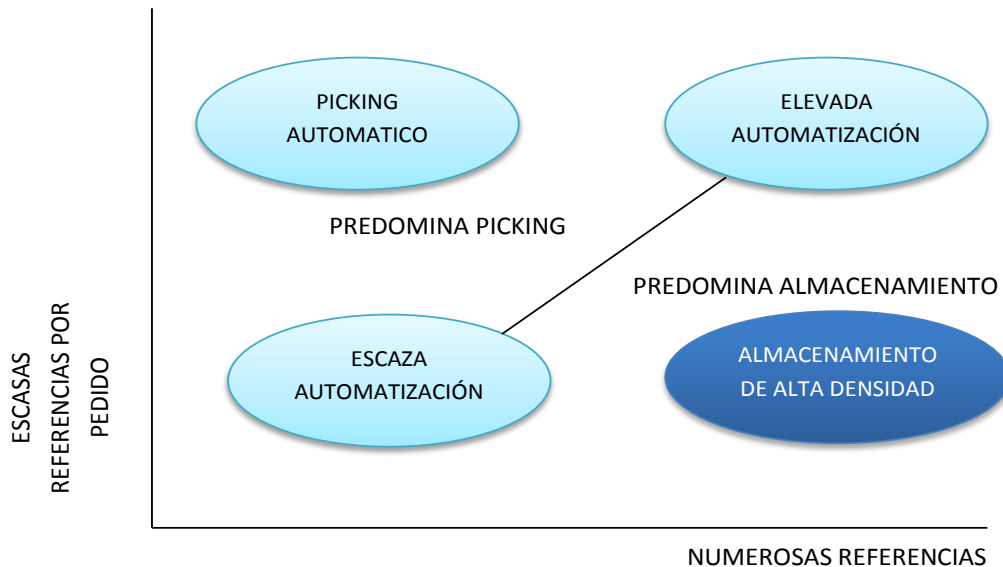
NÚMERO DE ROLLOS	NÚMERO DE PEDIDOS	PORCENTAJE (%) DE FRECUENCIA	PORCENTAJE (%) ACUMULADO
1	7754	27,09%	27,09%
2	5657	19,76%	46,85%
3	3289	11,49%	58,34%
4	2403	8,39%	66,73%
5	1586	5,54%	72,27%
6	1203	4,20%	76,48%
7	789	2,76%	79,23%
8	879	3,07%	82,30%
9	552	1,93%	84,23%
10	619	2,16%	86,39%
11	365	1,28%	87,67%
12	307	1,07%	88,74%
13	310	1,08%	89,82%
14	193	0,67%	90,50%

Fuente: Elaboración propia

Con base en las tablas 6 y 7 se puede concluir que la operación del centro de distribución de materia prima de Comertex S.A. presenta una baja complejidad<sup>21</sup> en cuanto a bajo número de referencias saliendo del picking a pesar del alto volumen que se manejan; sugiriendo lo anterior un predominio del almacenamiento sobre el alistamiento de pedidos y una escasa automatización. Ver figura 3.

<sup>21</sup>SALDARRIAGA. Op cit. P.75.

Figura 3. Actividad del picking Vs. Cantidad de referencias



Fuente: Manutención y almacenaje: Diseño, Gestión y control. Manuel Cardós Carboneras y otros. P.46

#### 4.2.4.4. Popularidad de referencias

Para definir la popularidad de una referencia, se tienen en cuenta las veces que ésta aparece en las facturas de los pedidos despachados durante el periodo definido.

Esta popularidad supone un almacenamiento por clases según el comportamiento en ventas de una referencia durante un periodo de tiempo definido. Se presenta la popularidad en el Anexo 5, información que no genera recomendación alguna ya que no se conocen datos históricos de comportamiento estándar en ventas de las referencias de consumo de moda que maneja la empresa y por tal motivo se debería realizar una redistribución de la disposición de la mercancía cada vez que ingresen nuevos productos al portafolio, generando esto un ineficiente uso de recursos.

El perfil de pedidos para producto terminado se encuentra en el Anexo 6. Perfil de pedidos de producto terminado.

- **Unidad de carga**

En el Anexo 7 se determina la porción de unidad de carga solicitada de una referencia en una orden de pedido, es decir, si se despacha por estiba completa o media estiba con el fin de favorecer el alistamiento de pedidos al reducir el número de viajes y la manipulación de la mercancía. Se determina el criterio que si al menos el 20% de los días en que se despacha una referencia se realiza por estiba completa, será una referencia seleccionada y almacenada en estibas autoapilables, teniendo en cuenta dimensiones y especificaciones técnicas descritas en el Anexo 18. Caracterización de maquinaria y equipo.

Las referencias seleccionadas se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Referencias seleccionadas para zona de almacenamiento en estibas autoapilables

DESCRIPCIÓN	DÍAS DESPACHADOS	NÚMERO DE PEDIDOS FACTURADOS	CANTIDAD EN INVENTARIO (Rollos)	PORCENTAJE (%) DÍAS QUE SE DESPACHA AL MENOS UNA ESTIBA
INDIGO IMPORTADO GAUCHO RIGIDO A REF. 1100-09-7Q-02	211	374	707	49,29%
INDIGO TRONIC FACTORY A REF.1350-00-6Y-48	153	318	551	42,48%

Fuente: Elaboración propia

El número de estibas requeridas para almacenar el inventario promedio de las referencias seleccionadas es de 80 estibas autoapilables. Para mayor información del análisis realizado ver Anexo 7 y la relación de referencias pre-seleccionadas

para ser almacenadas en las nuevas estibas se encuentra en el Anexo 8. El área requerida para esta zona se define en el numeral de definición de áreas.

El impacto de la implementación de la zona de almacenamiento en estibas autoapilables se percibe por la disminución de exceso de inventario del tipo de tela índigo que no se almacena debido a que no hay espacios disponibles, inconveniente que se profundizará en el numeral 4.2.5.2. Descripción y análisis del proceso de almacenamiento. Para medirlo se determina el número de cajoneras necesarias para almacenar toda la mercancía en estantería que en todo su primer nivel contiene solo índigo, debido a que sus características físicas no permiten un almacenamiento en niveles superiores.

A continuación en la tabla 9 se muestra la reducción de exceso de inventario y área consumida por el almacenamiento en arrume de índigo por la no disponibilidad de ubicaciones de almacenamiento. Cabe resaltar que el exceso de inventario se debe eliminar pero como la empresa no cuenta con política de inventarios, se recomienda reducir el espacio consumido por tal exceso.

Tabla 9. Reducción de exceso de inventario sin almacenar

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE EXCESO DE INVENTARIO (rollos)	ÁREA REQUERIDA EN ARRUME (m <sup>2</sup> )
Sin zona de almacenamiento en estibas autoapilables	4559	200,58
Con zona de almacenamiento en estibas autoapilables	3270	143,86
<b>REDUCCIÓN</b>	28,27%	28,27%

Fuente: Elaboración propia

Para mayor información diríjase al Anexo 9. Análisis para las distintas opciones de almacenamiento de índigo

#### **4.2.4.5. Unidades de venta**

La unidad de venta definida para el diseño del centro de distribución será el rollo de tela (incluida la lycra).

#### **4.2.5. Operaciones en el centro de distribución**

A continuación se analiza la situación actual de cada uno de los procesos operativos del centro de distribución para identificar elementos susceptibles de mejora que definan una nueva operación.

##### **4.2.5.1. Descripción y análisis del proceso de recepción.**

El proceso se lleva a cabo desde el momento que llega la mercancía a las puertas del centro de distribución hasta que se traslada a la zona de almacenamiento realizando las siguientes actividades:

- Descarga de vehículos: se realiza rollo a rollo; a medida que se descarga el vehículo se estiba por referencia.
- Verificación de cantidades: se descarga y estiba la mercancía y se verifica la cantidad recibida con lo que está registrado en la lista de empaque.
- Inspección y etiquetado de mercancía: se verifica rollo a rollo lo especificado en la lista de empaque para generar y adherir las etiquetas de identificación. Esta actividad<sup>22</sup> puede consumir desde un (1) día hasta una (1) semana, dependiendo del tipo de mercancía y la experiencia del auxiliar encargado.
- Almacenamiento: la asignación de espacios de almacenamiento se realiza de acuerdo al espacio disponible y a la línea de producto a la que pertenezca la mercancía.

---

<sup>22</sup>Ver Anexo A. Caracterización de procesos

Para mayor detalle de la operación actual, ver Anexo 10. Descripción del proceso de recepción.

- **Inspección y etiquetado**

El elemento susceptible de mejora que se identificó en este proceso es inspección y etiquetado, debido a que representa un cuello de botella ya que la mercancía se está quedando un largo lapso de tiempo por las siguientes causas:

- Trámites administrativos para la generación de etiquetas de identificación (el auxiliar logístico ingresa los datos al sistema de información de forma manual), los cuales generan la mayor cantidad de tiempo de espera y desplazamientos. Ver tabla 10.
- Baja experiencia del auxiliar de bodega asignado para realizar tal operación, resultando esto en mayores tiempos de inspección.
- Los rollos se estiban de forma cruzada(perpendicular), generando demoras en la actividad debido a que el operario debe rodear la estiba en busca de la información de la mercancía.

Tabla 10. Cantidad de desplazamientos en la actividad de inspección y etiquetado

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESPLAZAMIENTOS
Contrastar mercancía con lista de empaque	Auxiliar de bodega	0
Generar etiquetas de identificación	Auxiliar de logística (Administrativo)	2
Adherir etiquetas	Auxiliar de bodega	2
Confirmar correspondencia de lo revisado y etiquetado	Auxiliar de bodega	0
Aplicar a inventario	Auxiliar de logística (Administrativo)	2

Fuente: Elaboración propia

Dada la variabilidad de cantidad de rollos recibidos, el espacio disponible para realizar esta actividad se convierte en un factor crítico debido a que se debe disponer de otras áreas de la bodega que no están destinadas para tal fin. La tabla 11 muestra la cantidad de rollos que en promedio se reciben diariamente en un total de 315 días que presentaron entregas en el periodo analizado.

Tabla 11. Número de rollos recibidos por día

ROLLOS RECIBIDOS	
Media	283,1015873
Desviación estándar	360,5163086
Rango	2319
Mínimo	1
Máximo	2320
Cuenta	315

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta que en el centro de distribución se manejan estibas convencionales de madera con dimensiones de 1,1 m de ancho x 1,5 m de largo; se define que en promedio se estiban 25 rollos por estiba, según lo conversado con los auxiliares de bodega. Por lo tanto, para inspeccionar los 283 rollos que se reciben en promedio se necesitan 12 estibas, consumiendo un área de 19,8 m<sup>2</sup>.

Debido a lo anterior, para que la mercancía entrante al centro de distribución tenga un flujo más continuo y se minimice el tiempo de espera en la zona de inspección antes de ingresarla a la zona de almacenamiento, se analizó como se verían beneficiadas estas actividades al utilizar otro tipo de recursos que mejoren la identificación y manipulación de la mercancía, permitan un uso más eficiente del espacio y agilicen la actividad como se muestra a continuación:

- Adquisición de terminales portátiles: para eliminar los desplazamientos descritos en la tabla 2 y disminuir el tiempo de inspección y etiquetado actual se propone la alternativa de adquirir terminales portátiles con lector de código de barras y una impresora de etiquetas portátil. Ver tabla 12.

Tabla 12. Cantidad de desplazamientos con propuesta de mejora

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESPLAZAMIENTOS
Capturar información de la mercancía por medio del lector portátil de código de barras	Auxiliar de bodega	0
Sincronizar con información de Comertex	Sistema de información	0
Generar y adherir etiquetas	Auxiliar de bodega	0
Recapturar códigos de barras para confirmar	Auxiliar de bodega	0
Aplicar a inventario	Auxiliar de bodega	0

Fuente: Elaboración propia

- Adquisición de estibas autoapilables: la condición de apilamiento de estas estibas a 4 niveles una sobre otra, reduce el espacio consumido por las estibas convencionales y de igual forma agiliza la actividad de inspección ya que los rollos están dispuestos y dirigidos hacia el mismo lado. La reducción de espacio disponiendo los 283 rollos en estibas autoapilables se puede visualizar en la tabla 13.

Tabla 13.Reducción de espacio con estibas autoapilables

TIPO DE ESTIBA	CANTIDAD	ÁREA CONSUMIDA (m <sup>2</sup> )	REDUCCIÓN EN ESPACIO
Convencional	12	19,8	70,45%
Autoapilable <sup>23</sup>	12	5,85	

Fuente: Elaboración propia

El impacto de la implementación de las propuestas de mejora planteadas se definió como la eliminación de desplazamientos y la reducción del tiempo de la mercancía en inspección, aproximadamente de tres (3) días, pasaría a ser solamente un (1) día<sup>24</sup>, ya que es el mismo operario quien por medio de la terminal portátil genera las etiquetas de identificación de la mercancía y las imprime por medio de la impresora portátil; de igual forma el espacio se reduce en un 70, 45%, lo que indica un menor requerimiento de área. La estimación del tiempo de operación se realizó empíricamente debido a que el centro de distribución no cuenta con información de tiempos o duraciones de actividades.

La cantidad requerida de estibas autoapilables que cubren el 95,87% de las recepciones es 50, dato que se tendrá en cuenta más adelante para la definición del área de inspección.

Para mayor información ver Anexo 11. Análisis y propuestas de mejora en el proceso de recepción.

Bajo el supuesto que el nuevo centro de distribución funcione con un sistema de información que integra dos nuevos módulos al sistema de información actual (Seven-ERP)<sup>25</sup>, el presente proyecto definirá los requerimientos necesarios para el

<sup>23</sup>Para mayor información de especificaciones técnicas y dimensiones Ver anexo 18. Caracterización de maquinaria y equipo.

<sup>24</sup>Estimado de acuerdo a la experiencia del coordinador del centro de distribución.

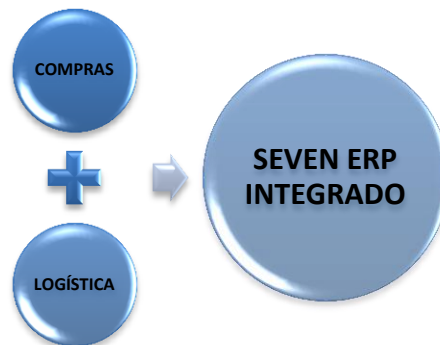
<sup>25</sup>Ver Anexo 13.Funcionamiento de SEVEN-ERP

funcionamiento del módulo de logística en lo relacionado con la operación del centro de distribución. Ver Figura 4. Módulos del sistema de información

#### **4.2.5.2. Descripción y análisis del proceso de almacenamiento**

Actualmente el centro de distribución se encuentra dividido en siete (7) zonas principales (Ver Anexo 12. Zonas del centro de distribución) y la distribución en la zona de almacenamiento se encuentra definida por línea de producto, es decir, hay una zona para tejido plano, otra para no tejido y otra para tejido punto; de igual forma se tiene una zona para producto terminado.

Figura 4. Módulos del sistema de información



Fuente: Elaboración propia

La política de almacenamiento actual es un almacenamiento dedicado, política que no se está cumpliendo porque al asignar ubicaciones el criterio utilizado es el espacio disponible debido al exceso de inventario, generando demoras en el proceso de alistamiento de pedidos porque la ubicación está sujeta a la experiencia del operario.

El exceso de inventario de índigo se dispone rollo a rollo en arrumes sobre las estibas convencionales organizadas manualmente debido a que los primeros niveles de estantería no disponen de espacios libres para almacenar y sus características físicas no permiten su almacenamiento en niveles superiores. Para la conformación de cada arrume se requieren mínimo tres (3) auxiliares de bodega debido a que el peso de la mercancía (en promedio 70 kg) así lo exige; de igual forma se necesita el mismo número de auxiliares para realizar el despacho de este tipo mercancía.

La propuesta de mejora consiste en almacenar todo el exceso de índigo en estibas autoapilables para reducir el consumo de mano de obra, tiempos de operación y manipulación de la mercancía.

Teniendo en cuenta el análisis realizado en el Anexo 14. Opciones de almacenamiento de exceso de inventario de índigo, el beneficio en espacio que genera la propuesta de mejora se muestra en la tabla 14. Cabe resaltar que se muestra el consumo de área teniendo en cuenta la zona de almacenamiento en estibas autoapilables propuesta anteriormente.

Tabla 14. Reducción de áreas Arrume Vs Autoapilables

<b>EXCESO DE INVENTARIO (rollos)</b>	<b>3270</b>
<b>ÁREA CONSUMIDA ARRUME (m<sup>2</sup>)</b>	<b>143,86</b>
<b>ÁREA CONSUMIDA AUTOAPILABLES (m<sup>2</sup>)</b>	<b>111,64</b>
<b>REDUCCIÓN DE ESPACIO</b>	<b>22,4%</b>

Fuente: Elaboración propia

#### **4.2.5.3. Descripción y análisis del proceso alistamiento de pedidos**

El alistamiento de pedidos es un proceso clave en la cadena de suministro que se encuentra relacionado directamente con el nivel de servicio y la satisfacción del

cliente, el proceso se lleva a cabo como se muestra en el Anexo 15. Descripción del proceso de alistamiento de pedidos.

El proceso se lleva a cabo de la siguiente forma:

- Búsqueda de la mercancía descrita en la orden de pedido.
- Selección de las cantidades requeridas por el cliente.
- Empaque de mercancía en líos<sup>26</sup>, actividad que actualmente se realiza en el mismo lugar en donde selecciona los rollos, es decir, en los pasillos.
- Corte, cuando lo requiera según la cantidad solicitada y el contenido del rollo solicitado.
- Generación de tirilla, documento que se realiza con una calculadora con impresora, en donde se le desagregan las cantidades alistadas en metros y los líos creados al cliente.
- Desplazamiento del pedido alistado a la zona de despacho.

Teniendo en cuenta el análisis del proceso, se identificaron los siguientes elementos susceptibles de mejora:

- Generación de tirilla
- Corte
- Empaque
  
- **Generación de tirilla**

Es una actividad que genera desplazamientos que no le agregan valor al producto porque se realiza solo para efectos de control en cantidades pedidas y las que quedan en inventario, además las herramientas<sup>27</sup> disponibles para su ejecución se

---

<sup>26</sup> Paquete de mínimo dos (2) rollos asegurados con zuncho y empacados en bolsa plástica adicional

<sup>27</sup> Ver anexo A. Caracterización de procesos

encuentran en un espacio<sup>28</sup> alejado de la zona de alistamiento. El desarrollo de esta actividad es netamente manual, lo que conlleva a un riesgo mayor de errores bien sea en inventario o en lo que se está despachando al cliente.

Con la implementación de dos (2) nuevos módulos<sup>29</sup> al sistema de información actual, ésta actividad se suprime dentro del proceso de alistamiento de pedidos ya que al momento que se genera la orden en la terminal portátil del operario asignado, el pedido está previamente desglosado en cantidades solicitadas tanto en metros (m) como en número de rollos, información requerida para el control de inventarios y despachos. La secuencia de actividades del proceso de alistamiento de pedidos bajo el supuesto de la implementación de los nuevos módulos se puede apreciar en el Anexo B. Nueva caracterización de procesos.

- **Corte**

Esta actividad se realiza debido a estrategias comerciales que tiene implementada la empresa, las cuales suponen ofrecer la mercancía en metros (m) más no en rollos; lo que tiene como consecuencia que la cantidad solicitada por el cliente no equivale al contenido de cada referencia, ocasionando que se deba realizar el corte para completar la cantidad requerida.

Se lleva a cabo la siguiente secuencia de actividades:

- Selección de la(s) referencia(s) que requiere el cliente.
- Traslado de la mercancía a la zona de corte.
- Corte de rollos que así lo requieran, esta actividad la realiza siempre el mismo operario por cuestiones de seguridad y mantenimiento de la máquina.

---

<sup>28</sup> Ver anexo 12. Zonas del centro de distribución

<sup>29</sup> Ver figura 4. Módulos del sistema de información

- Generación de nuevas etiquetas para los rollos que permanecen en inventario, realizada por un auxiliar logístico.
- Adhesión de etiquetas entregadas por el auxiliar de logística.
- Desplazamiento de la mercancía que se debe volver a almacenar.

Del total de pedidos facturados en el periodo analizado, que fueron 31.616 solamente el 3,71% requirió corte, es decir 1.174 pedidos, de los cuales se identificó qué segmentos de clientes requieren corte como valor agregado a su pedido y el porcentaje (%) de utilidad operativa que aporta cada uno de ellos a la empresa, información que se muestra en la Tabla 15. Cortes por segmento.

Tabla 15. Cortes por segmento

SEGMENTO	NÚMERO DE CORTES	PORCENTAJE (%)	APORTE A LA UTILIDAD OPERATIVA 2011
Comercio Mayorista MP	35	2,98%	1,7%
Comercio Minorista MP	115	9,80%	-6,6%
Comercio PT	4	0,34%	2,2%
Confecciones Dotaciones - MP	136	11,58%	4,7%
Confecciones Femenina - MP	103	8,77%	18,7%
Confecciones Infantil - MP	605	51,53%	3,2%
Confecciones Masculina - MP	98	8,35%	17,5%
Confecciones Quirúrgica - MP	6	0,51%	2,9%
Confecciones Ropa deportiva - MP	42	3,58%	-3,0%
Industrial MP	5	0,43%	75,5%
Grandes Superficies PT	0	0,00%	0,9%
Mayoristas PT	0	0,00%	-17,2%
Publicidad MP	6	0,51%	-0,5%
NO REGISTRA SEGMENTO	19	1,62%	0,0%
	<b>1174</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: Elaboración propia

El segmento de clientes que está solicitando más del 50% de los cortes es Confección infantil, el cual aporta a la utilidad operativa un 3,2%. A pesar de generar utilidad operativa, se determinó la cantidad de desplazamientos que genera un corte para dimensionar el nivel de dificultad que requiere esta actividad, encontrando que los desplazamientos se aumentan en un 37,5%. Ver Tabla 16. Reducción de desplazamientos.

Dada la baja incidencia en la generación de utilidades por parte de los segmentos que requieren mayor cantidad de cortes, el comité gerencial de la empresa tomó la decisión de eliminar la actividad de corte en el proceso de alistamiento de pedidos.

A pesar de lo anterior, en el diseño de la distribución física se tendrá en cuenta una zona especial para corte de tela debido a que se necesita para realizar los catálogos de muestras de tela de los vendedores.

- **Empaque**

Los pedidos alistados son empacados en los pasillos del centro de distribución porque los materiales necesarios<sup>30</sup> se encuentran disponibles en un pasillo específico, obstruyendo el paso de maquinaria para almacenamiento y alistamiento de pedidos.

Se propone realizar la actividad de empaque en la zona de despacho, en donde se disponga de todos los materiales y recursos necesarios para tal fin, es decir, a medida que se aliste un pedido se desplace al lugar definido de tal forma que los pasillos se encuentren siempre despejados por seguridad y agilidad en las operaciones.

---

<sup>30</sup>Bolsas de empaque, cinta adhesiva, bisturí, tijeras y zunchos

Tabla 16.Reducción de desplazamientos

PEDIDO CON CORTE	NÚMERO DE DESPLAZAMIENTOS	PEDIDO SIN CORTE	NÚMERO DE DESPLAZAMIENTOS
Selección de referencias	1	Selección de referencias	1
Generación de nuevas etiquetas	1	Generación de tirilla	2
Traslado a zona de corte	1	Empaque	0
Corte de rollos	0	Generación y adhesión de rótulos de despacho	1
Remediación de tela	0	Desplazamiento a zona de despacho	1
Generación de tirilla	2		
Empaque	0		
Adhesión de etiquetas	0		
Traslado de mercancía restante	1		
Generación y adhesión de rótulos de despacho	1		
Desplazamiento a zona de despacho	1		
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>TOTAL</b>	<b>5</b>

Fuente: Elaboración propia

#### **4.2.5.4. Descripción y análisis del proceso de despacho**

Este proceso es el punto final en el flujo de mercancía dentro del centro de distribución, ya que en esta etapa se encuentran los pedidos listos según lo requerido por el cliente. Para mayor detalle de las actividades realizadas en este proceso ver Anexo 16. Descripción del proceso de despacho.

Las actividades que se realizan en este proceso son las siguientes:

- Generación de etiquetas de despacho
- Adhesión de etiquetas
- Generación de factura y guía de despacho, actividad realizada por un auxiliar logístico.
- Separación de pedidos teniendo en cuenta el sobre de despacho generado en el área administrativa. Se verifican cantidades y datos del cliente descritos en la guía de transporte.

Los elementos susceptibles de mejora que se identificaron son la generación de etiquetas de despacho, factura y guía de transporte, debido a que son actividades administrativas que obligan a que los auxiliares se desplacen continuamente para completar este proceso. Por tal motivo la implementación de los nuevos módulos eliminaría dichos desplazamientos, simplificando la operación con la generación de etiquetas, factura y guía por medio de la terminal portátil del auxiliar encargado.

#### **4.2.5.5. Descripción del proceso de devoluciones**

Este proceso se presenta cuando el cliente no queda satisfecho con la mercancía que se le entregó. Para visualizar la forma en que se realiza el proceso dentro del centro de distribución, ver Anexo 17. Descripción del proceso de devoluciones.

Debido a que el alcance del proyecto no contempla logística inversa, solo se deja planteada la caracterización del proceso en el Anexo A. Caracterización de procesos.

Para el cálculo del requerimiento de área de esta zona se tendrán en cuenta las cantidades actuales en devoluciones.

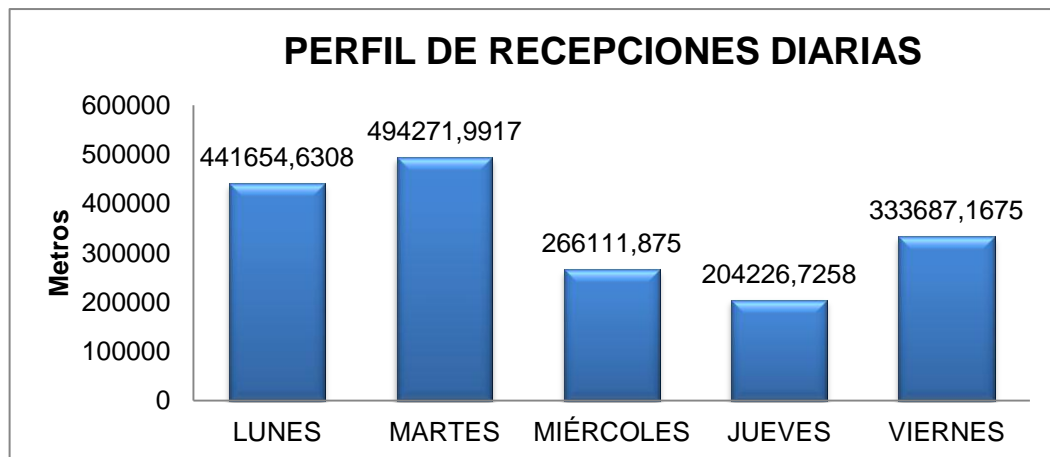
### 4.3. FORMULAR UNA BASE DE PLANEACIÓN

Se define una base de planeación para proveer información apropiada que permita proponer los sistemas y metodologías de operación adecuadas para el flujo de mercancía en términos de volumen. Para este punto de la metodología se realizó un análisis de flujos de entrada y salida del centro de distribución por cada día de la semana para definir los principios operacionales y la maquinaria que logre soportar el nivel de operación.

El análisis se realizó con las cantidades recibidas por día de la semana durante el periodo definido para los flujos de entrada.

La figura 5 sugiere un mayor consumo de recursos en los días lunes y martes comparado con el resto de días, lo cual representa una oportunidad de mejora en cuanto a la planeación de recepciones y asignación de recursos que reduzca la variabilidad y estandarice el volumen de la operación.

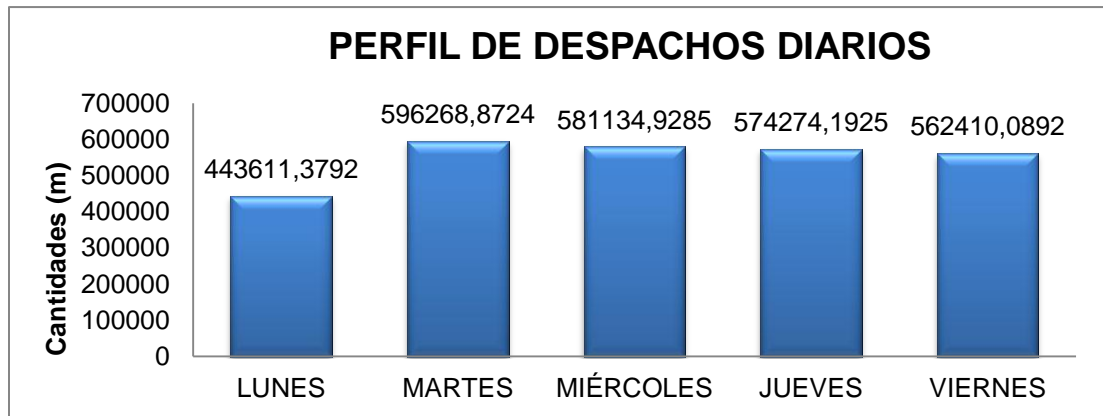
Figura 5. Perfil de recepciones diarias



Fuente: Elaboración propia

Para los flujos de salida se realizó el mismo análisis anterior con las cantidades despachadas en cada día de la semana. Ver figura 6.

Figura 6. Perfil de despachos diarios



Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior no se aprecia un patrón evidente en los metros despachados durante una semana que sugiera realizar una programación de despachos en términos de asignación de recursos, es decir, se deben tener disponibles todos los recursos durante todos los días de la semana, ya que son consumidos en su totalidad por la operación del proceso de despacho.

#### 4.4. PRINCIPIOS OPERACIONALES

Las operaciones básicas que se llevarán a cabo en el nuevo centro de distribución y la forma en la que se realizarán, deben ser determinadas antes de definir maquinaria y equipo, espacio requerido y nivel de personal requerido, por lo tanto

se analizarán las mejores prácticas que apliquen a la operación del nuevo centro de distribución.

Se definieron las operaciones básicas del centro de distribución como se muestra en la Figura 7.

Figura 7. Operaciones en el centro de distribución



Fuente: Elaboración propia

Dentro de las operaciones auxiliares se encuentran:

- Devoluciones
- Corte para muestras
- Administrativas

#### 4.4.1. Mejores prácticas

El análisis se realizó para cada uno de los procesos operativos que se llevarán a cabo en el nuevo centro de distribución como se muestra a continuación.

#### **4.4.1.1. Proceso de recepción**

- **Envíos directos:** Comertex S.A. tiene implementado en su operación despachar directamente desde el proveedor la mercancía a los clientes que lo requieran. El criterio que utilizan para generar el envío es la disponibilidad de la mercancía solicitada por el cliente en la bodega, es decir, cuando no hay existencias se genera una orden de compra con la cantidad requerida y se programa el envío directo; actividad que aplica para mercancía nacional.<sup>31</sup>

El volumen de pedidos que se despachan directamente desde el proveedor es 9,17%, 2898 despachos directos de 31616 pedidos totales; actividad que beneficia la operación que se lleva a cabo al interior del centro de distribución, ya que elimina el consumo de recursos y la manipulación de la mercancía.

Los segmentos de clientes a los cuales se les aplica esta buena práctica se pueden apreciar en la Tabla 17. Envíos directos por segmento de clientes.

Se evidencia que en el 38,46% de los segmentos, los despachos directos representan más del 10% de los despachos totales.

En la Tabla 18, se aprecia que el 76,59% de los despachos directos contienen entre dos (2) y diez (10) rollos de tela.

Dada la variabilidad en volumen se recomienda que la empresa realice una evaluación de costos logísticos para definir la cantidad mínima de despacho directo que genere beneficios en consumo de recursos y transporte, es decir, que definan una política de despachos directos.

---

<sup>31</sup>Suministrado por Comertex S.A.

Tabla 17. Envíos (despachos) directos por segmento de clientes

SEGMENTO	NÚMERO DE DESPACHOS DIRECTOS	FRECUENCIA RELATIVA
Comercio Mayorista MP	316	10,90%
Comercio Minorista MP	730	25,19%
Comercio PT	1	0,03%
Confecciones Dotaciones – MP	350	12,08%
Confecciones Femenina – MP	474	16,36%
Confecciones Infantil – MP	198	6,83%
Confecciones Masculina – MP	506	17,46%
Confecciones Quirúrgica – MP	52	1,79%
Confecciones Ropa deportiva – MP	148	5,11%
Industrial MP	89	3,07%
Grandes superficies	5	0,17%
Mayoristas PT	22	0,76%
Publicidad MP	7	0,24%
<b>TOTAL</b>	<b>2898</b>	<b>1</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Número de rollos por despacho directo

NÚMERO DE ROLLOS	CANTIDAD DE PEDIDOS	PORCENTAJE (%) FRECUENCIA	PORCENTAJE (%) ACUMULADO
2	1348	34,48%	34,48%
4	625	15,99%	50,47%
6	324	8,29%	58,76%
8	469	12,00%	70,76%
10	228	5,83%	76,59%
20	502	12,84%	89,43%
30	147	3,76%	93,20%
40	93	2,38%	95,57%
50	38	0,97%	96,55%

Fuente: Elaboración propia

- **Programación de recepciones:** En el centro de distribución principal no se lleva a cabo una planeación de recepciones porque no existe comunicación con el área de compras, situación que genera ineficiencia en el uso de recursos disponibles.<sup>32</sup>El análisis para ésta buena práctica se realizó en el numeral 4.4.
- **Cross-docking (plataforma de transferencia):** Para la implementación de esta buena práctica se requiere que la empresa cuente con entregas certificadas, un sistema de información y dispositivos de identificación; Comertex está en proceso de cambios operacionales que apuntan a la aplicación de esta estrategia para minimizar costos de manipulación, almacenamiento y transporte al interior del centro de distribución.

Los cambios operacionales que se evidencian para generar el cambio que quiere la organización son:

- El objetivo del proyecto de investigación raíz es implementar los dos nuevos módulos al sistema de información actual (Compras y logística) que apoyarán el flujo de información.
- El módulo de compras estará conformado por la política de inventarios y una política de proveedores, la cual se encargará de realizar certificación de proveedores por medio de evaluación y calificación interna, empezando con un grupo de proveedores nacionales.
- Los dispositivos de identificación requeridos para la aplicación de esta buena práctica se plantean como oportunidad de mejora en el presente proyecto, los cuales son: terminales portátiles con lector de código de barras e impresora portátil de etiquetas de identificación Véase numeral 4.5. Descripción de maquinaria y equipo.

---

<sup>32</sup>Suministrado por Comertex S.A.

Los pedidos en backorders, es decir, pendientes por despacho a causa de faltantes de mercancía, son una oportunidad de aplicación de esta práctica debido a la prioridad que tienen, por lo tanto el sistema de información deberá identificar la mercancía pendiente por despachar para ser trasladada directamente a la zona de despacho. Actualmente la empresa no cuenta con un registro de estos pedidos para dimensionar la oportunidad de implementación.

- **Almacenamiento primario o directo:** Esta práctica supone eliminar la actividad de inspección, para esto, la empresa debe implementar entregas certificadas y la mercancía debe recibirse previamente etiquetada. Esto reduce la manipulación de la mercancía y no requiere área para inspección.
- **Almacenamiento temporal:** Esta estrategia supone el uso de estantería para la actividad de inspección, lo que en Comertex no es posible realizar debido a que la mercancía no se almacena estibada según lo expuesto en la caracterización de los pedidos.

Por tal motivo se propuso una zona de inspección con estibas autoapilables, las cuales facilitan la realización de esta actividad de forma rápida y eficaz.

- **Preparación de la mercancía:** De acuerdo al perfil de pedidos, no es recomendable que la mercancía sea preparada previamente debido a que la forma en que se recibe (rollo a rollo) es la misma forma en que se despacha y la preparación consumiría tiempo innecesario que puede verse reflejado más adelante en demoras en el proceso de alistamiento de pedidos.

Las referencias identificadas que se despachan diariamente por estibas completas son las candidatas para aplicar ésta práctica porque se despachan de la misma forma que se almacenan. En la Tabla 19.

Referencias a preparar previamente se muestra la forma en la que se deben preparar.

Se plantea que cada vez que se reciba la tela Índigo Gaucho o Tronic, se estiben con 14 y 19 rollos respectivamente en las nuevas estibas autoapilables y se traslade a la zona dispuesta para tal almacenamiento. El área de esta zona se define en el numeral 4.7. Distribución física.

Tabla 19.Referencias a preparar previamente

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD EN INVENTARIO (rollos)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	NÚMERO ROLLOS POR ESTIBA AUTO APILABLE	NÚMERO DE ESTIBAS AUTO APILABLES
INDIGO IMPORTADO GAUCHO RIGIDO A REF. 1100-09-7Q-02	707	0,85	14	51
INDIGO TRONIC FACTORY A REF.1350-00-6Y-48	551	0,66	19	29

Fuente: Elaboración propia

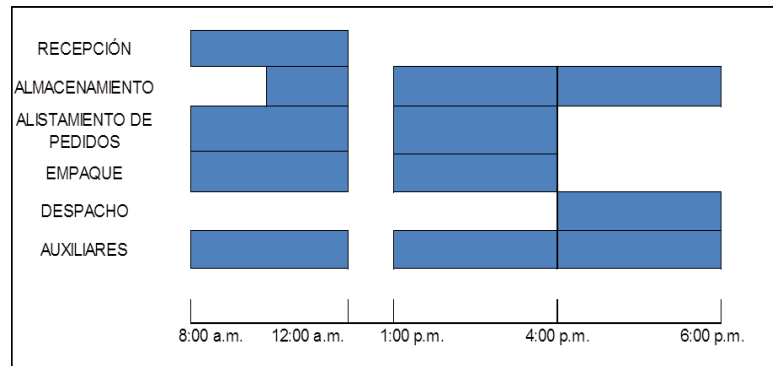
#### 4.4.1.2. Proceso de despacho

- **Unidades de carga:** La unidad de carga definida es la estiba completa para las dos referencias del tipo de tela índigo mencionadas en el numeral anterior y para el resto de mercancía la unidad de carga es el rollo, debido a que se recibe por rollo y se despacha igual.

#### 4.4.2. Duración de procesos en el centro de distribución

Según lo planteado por Rushton (2006) se define un perfil de tiempo de operación para las operaciones que determina la duración de cada una de ellas como se muestra en la Figura 8.

Figura 8. Duración de operaciones



Fuente: Elaboración propia

Para la definición de duración de cada uno de los procesos se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

- La recepción de mercancía sólo se realizará en las horas de la mañana.
- Alistamiento de pedidos se realizará desde las 8: 00 a.m. hasta las 4: 00 p.m., hora en la que se inicia el proceso de despacho.
- El empaque se realiza al mismo tiempo del proceso de alistamiento de pedidos, ya que el auxiliar encargado de alistar el pedido es el mismo de empacarlo.
- El despacho de mercancía se realiza a partir de las 4:00 p.m., debido a que el tiempo de cargue de un camión es en promedio dos (2) horas.<sup>33</sup>
- Entre las actividades auxiliares están: devoluciones, realización de catálogos de muestras y administrativas. Son actividades que se deben realizar en cualquier momento del día dependiendo de la disponibilidad de recursos requeridos.

<sup>33</sup> Información suministrada por un auxiliar de bodega experto.

#### **4.4.3. Políticas de almacenamiento**

Según De Koster (2007)<sup>34</sup> los productos necesitan ser almacenados antes de ser alistados para satisfacer la demanda del cliente. Una política de almacenamiento es una serie de reglas las cuáles son usadas para asignar mercancía a lugares específicos de almacenamiento. Antes de realizar cualquier asignación, se debe analizar qué actividades de picking se llevarán a cabo en el sistema de almacenamiento, es decir, fijada la política de alistamiento actual del centro de distribución se analizaron las diferentes políticas de almacenamiento.

Se identificaron ventajas y desventajas de cada una de las políticas de almacenamiento, las cuales se muestran en la Tabla 20. Ventajas y desventajas de políticas de almacenamiento, para generar escenarios.

##### **4.4.3.1. Selección de políticas de almacenamiento**

De acuerdo a la información de la Tabla 20, las políticas de almacenamiento que más se ajustan a la operación de la empresa son:

- Almacenamiento por familia de productos: como sugiere el perfil de pedidos, no existe mezcla entre líneas de producto en los pedidos, por lo tanto ésta política se ajusta a la operación.
- El almacenamiento sería por línea de productos (tejido plano, tejido punto y no tejidos) y en cada línea, de forma aleatoria.
- Almacenamiento aleatorio: sugiere máximo aprovechamiento del espacio y la capacidad el almacenamiento. El módulo de logística a implementar al sistema de información soportará esta política.

---

<sup>34</sup>De Koster, R., Le-Duc, T., and Roodbergen, K.J. (2007), Design and control of warehouse order picking: a literature review. *European Journal of Operational Research* 182(2), 481-501.

Las razones por las cuales las políticas de almacenamiento dedicado y por clases no son adecuadas para la operación del nuevo centro de distribución son:

- Del total de referencias que se manejan en la unidad estratégica de negocio materia prima (aproximadamente 8000), un 5,73% equivale a referencias de consumo frecuente contra un 94,27% de referencias de consumo de moda, de las cuales no se tienen datos históricos de demanda que permitan definir una tendencia clara para poder establecer una técnica de almacenamiento por clases, la cual define dónde se ubican las referencias de mayor popularidad; con base en lo anterior y debido a la variabilidad de características físicas de la mercancía, no aplica una reubicación periódica de la mercancía en el área de almacenamiento.
- Por la cantidad de referencias no es recomendable implementar la técnica de almacenamiento dedicado debido a la baja utilización del espacio reservando ubicaciones para el máximo nivel de inventario de cada una de las referencias, aun así no hayan existencias.

Las políticas anteriores generan la definición de dos (2) escenarios para su posterior evaluación por medio de técnicas de simulación.

Tabla 20. Ventajas y desventajas de las políticas de almacenamiento

POLITICA DE ALMACENAMIENTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
ALEATORIO	<p>Alto aprovechamiento del espacio (bajo requerimiento de espacio)</p> <p>Práctico en alistamiento de pedidos automatizado</p>	<p>Requiere Warehouse Management System (WMS) y equipo de identificación de productos</p> <p>Incrementa las distancias de recorrido para el proceso de alistamiento de pedido</p>
DEDICADO	<p>El operario se familiariza con la ubicación del producto, por lo cual no se hace necesario el WMS</p> <p>Útil para ubicación de productos con características físicas similares. Ej. Peso</p> <p>Recomendable para áreas pequeñas de alistamiento de pedidos</p>	<p>Requiere capacitación del personal operativo en cuanto al tipo de producto, bodega, y asignación de espacio de almacenamiento</p> <p>Baja utilización del espacio, ya que debe reservar posiciones de almacenamiento para el máximo nivel de inventario a mantener, incluso si no hay existencias del producto</p> <p>No es recomendable cuando hay cientos o miles de referencias</p>
POR CLASES (POPULARIDAD)	<p>Minimiza los tiempos de recorrido en el alistamiento de pedidos, reduciendo costos de manejo de mercancía</p> <p>Ofrece las ventajas del almacenamiento aleatorio para cada clase de producto</p>	<p>A medida que se generen más clases (mayor de tres (3)), requiere más espacio</p> <p>Requiere reubicar los productos cada cierto periodo de tiempo, ya que la popularidad de los productos puede cambiar</p>
POR FAMILIAS DE PRODUCTOS	<p>Considera la correlación estadística entre los distintos productos permitiendo determinar una mejor ubicación</p> <p>Disminuye distancias recorridas minimizando los tiempos de alistamiento de pedidos</p> <p>Ésta técnica de almacenamiento permite ser combinada con las técnicas mencionadas anteriormente</p>	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5. DESCRIPCIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO

Para la definición del tipo de maquinaria y equipo se debe tener en cuenta el medio de almacenaje escogido según el sistema de recolección de pedidos como se muestra en la Tabla 21.

La maquinaria y equipo que se requiere para la operación del centro de distribución es la que se muestra en la Tabla 22. Maquinaria y equipo requerido. La operación no requiere automatización.

Tabla 21. Sistema de preparación de pedidos

SISTEMA	MEDIO DE ALMACENAJE	MEDIO DE MANUTENCIÓN
Operario a producto	Estantería convencional pasillo ancho	Transpaletas Carretilla retráctil Carretilla contrapesada

Fuente: Mantenimiento y Almacenaje: Diseño, Gestión y Control. Manuel Cardós  
Carboneras

Para mayor información de especificaciones técnicas diríjase al Anexo 18. Caracterización de equipos.

Tabla 22. Maquinaria y equipo requerido

NOMBRE	USO
 <p>CARRETILLA RETRÁCTIL ELÉCTRICA</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recepción y almacenamiento (manipulación de las estibas autoapilables)</li> <li>• Alistamiento de pedidos que contengan lámina</li> </ul>
 <p>TRANSPALETA ELÉCTRICO CON BARRA TIMÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recepción (desplazamientos con estibas autoapilables y convencionales)</li> <li>• Despacho (desplazamiento con estibas convencionales)</li> </ul>
 <p>ELEVADOR TIJERAS ELÉCTRICAS 2646ES</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacenamiento (para niveles 3,4 y 5)</li> <li>• Alistamiento de pedidos (para niveles 3,4 y 5)</li> </ul>
 <p>TRANSPALETA MANUAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alistamiento de pedidos para primer y segundo nivel de la estantería</li> </ul>
 <p>ESTIBAS AUTOAPILABLES</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección y etiquetado</li> <li>• Almacenamiento de referencias que se despachan por estibas completas</li> </ul>
 <p>DISPOSITIVOS DE IDENTIFICACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección</li> <li>• Almacenamiento</li> <li>• Alistamiento de pedidos</li> <li>• Despacho</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

## **4.6. PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS**

La forma en la que operará el nuevo centro de distribución se define en cada uno de los procesos que se llevarán a cabo.

### **4.6.1. Proceso de recepción**

Comienza desde que llega el vehículo a la puerta del muelle para proceder a descargar la mercancía rollo a rollo, estibándola de acuerdo al grupo de producto al que pertenece y se traslada a la zona de inspección y etiquetado, en donde con ayuda de la terminal portátil con lector de código de barras se captura la información de cada referencia, se imprime la nueva etiqueta de identificación y se aplica a inventario para trasladarla a la zona de almacenamiento.

Debido a que en el proyecto solo se plantean los escenarios con ventajas y desventajas, la elección de la política de almacenamiento estará a cargo de la empresa.

### **4.6.2. Proceso de alistamiento de pedidos**

Desde la terminal portátil el sistema de información suministrará al auxiliar de bodega asignado información del pedido en términos de: ruta a seguir, cantidad de rollos a seleccionar, referencias y maquinaria adecuada para llevar a cabo este proceso.

Alistado el pedido, es trasladado a la zona de despacho.

### **4.6.3. Proceso de despacho**

Desde la terminal portátil del auxiliar de bodega asignado, se genera factura, guía de despacho, etiquetas de despacho y lista de empaque para proceder a cargar

los pedidos a los vehículos rolo a rolo. Actividad que se realiza en la zona de despacho.

Para mayor detalle de las actividades que se realizan en cada uno de los procesos, diríjase al Anexo B. Nueva Caracterización.

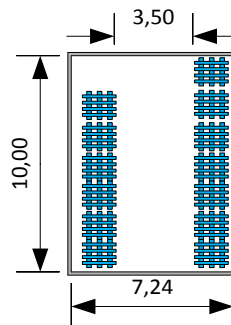
#### 4.7. DISTRIBUCION FÍSICA

Teniendo en cuenta lo planteado por Rushton (2006), metodología guía del presente proyecto, la distribución física supone la definición de áreas según requerimientos de operación. En la Tabla 23 se definen cada una de las áreas requeridas.

##### 4.7.1. Cálculo del área de inspección

De acuerdo a lo expuesto en el numeral 4.2.5.1 se requieren 50 estibas apiladas hasta 4 niveles, lo que requiere un área consumida por 13 torres como se muestra en la Figura 9.

Figura 9. Área de la zona de inspección. Unidades en metros (m)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Definición de áreas de las zonas del centro de distribución

ZONA	ACTIVIDADES A REALIZAR	ÁREA
RECEPCIÓN	Inspección y etiquetado	se tuvieron en cuenta la cantidad de recepciones diarias durante el período analizado y la propuesta de estibas auto apilables
ALMACENAMIENTO	Asignación de espacios teniendo en cuenta dos escenarios: almacenamiento aleatorio y por clases	Debido a que no se cuenta con política de inventarios, se tomaron los inventarios promedio en los días 15 de cada mes durante el período de análisis
ALISTAMIENTO DE PEDIDOS	El alistamiento se realizará por todo el área de almacenamiento	Es la misma área de almacenamiento
	Existirá un área de almacenamiento en estibas autoapilables para referencias específicamente despachadas por estibas	Teniendo en cuenta las referencias seleccionadas <sup>35</sup> , se define el área con base en el nivel de inventario promedio mensual de cada una de ellas
DESPACHO	Empaque	Se hallará de acuerdo al nivel de despachos diarios y al número de estibas <sup>36</sup> que consumen promedio diariamente
	Despacho	
ZONAS AUXILIARES	Devoluciones	Se calculará de acuerdo a la cantidad promedio de devoluciones diarias
	Administración y servicios	Se calculará de acuerdo al número de personas requeridas en el área

Fuente: Elaboración propia

<sup>35</sup> Véase Anexo 11. Resultados de análisis referencias a almacenar en las nuevas estibas

<sup>36</sup> Estibas de madera que se están manejando actualmente

Las nuevas estibas facilitan la actividad de inspección ya que los rollos se encuentran dispuestos en un mismo sentido disminuyendo tiempo de operación y evitando que el auxiliar de bodega encargado deba estar rodeando la estiba para obtener acceso a la información de la mercancía. De igual forma para la actividad de desplazamiento a la zona de almacenamiento, debido a que la mercancía se encuentra a 6,4 m de altura, se hace necesario el uso de la carretilla retráctil eléctrica para su manipulación; lo que define un espacio entre torres de estibas de aproximadamente 3,5 m de ancho para la libre maniobra de la maquinaria.

Lo anterior supone un área de 59,15 m<sup>2</sup> para realizar la actividad de inspección dentro del proceso de recepción de mercancía.

#### **4.7.2. Cálculo de área de almacenamiento**

De acuerdo con la publicación<sup>37</sup> de The Material Handling Institute, son 3 los lineamientos fundamentales a seguir para el diseño de estanterías:

- **Definición de la unidad de carga**

El perfil de pedidos supone que para el 79,23% de las órdenes de pedido se despachan cantidades entre (1) uno y (7) siete rollos, por lo tanto no se recomienda almacenar la mercancía en estibas debido a que es un factor que dificulta la manipulación de la misma en el proceso de alistamiento de pedidos por lo que se define como unidad de carga el rollo de tela.

Para la selección de la estantería se deben considerar las dimensiones y pesos de la mercancía en general y debido a que la empresa maneja un alto número de

---

<sup>37</sup> STORAGE RACK DESIGN CONSIDERATIONS, Perspectives on material handling practice, THE NORTH AMERICAN MATERIAL HANDLING SHOW AND FORUM COBO HALL, DETROIT, MI MARCH 30 – APRIL 2, 1998.

referencias, Saldarriaga (2012)<sup>38</sup> plantea que las estanterías selectivas convencionales son las más adecuadas para éste tipo de mercancía porque permiten almacenar muchas referencias que poseen poco volumen cada una y se accede a ellas de manera ágil y ordenada. La altura de la estantería depende del alcance de los equipos de manipulación de materiales, en este caso son 7 m y el perfil de pedidos concluyó que no se requiere mayor nivel de automatización de picking y por lo tanto se tuvo en cuenta la estantería actual para el diseño y cálculo de áreas.

- **Método de manejo de materiales**

La selección del medio de almacenamiento debe ser acorde al sistema de manipulación de la carga, por lo tanto se define como medio de manejo de materiales las estibas convencionales y autoapilables y las transpaletas mecánicas y eléctricas para mercancía accesible en los niveles 1 y 2 de las estanterías; para la mercancía almacenada a partir del segundo nivel, se considerará la carretilla retráctil eléctrica y el elevador de tijera. Para mayor detalle de la maquinaria y equipo usada ver numeral 4.5. Descripción de maquinaria y equipo.

- **Área de la instalación**

Este numeral sugiere tener en cuenta aspectos físicos como el área disponible de la edificación y las vigas o columnas del mismo, las cuales representan una restricción para el diseño. Dado que el alcance de este proyecto considera únicamente la distribución física interna, no se considerarán las restricciones recién mencionadas así como las áreas externas requeridas.

---

<sup>38</sup>SALDARRIAGA, Diego Luis. DISEÑO, OPTIMIZACIÓN Y GERENCIA DE CENTROS DE DISTRIBUCIÓN: Almacenar menos, distribuir más. Biblioteca gestión cadena de suministro. Primera edición. Medellín, Colombia 2012. p-49

Teniendo definido el tipo de estantería, la maquinaria y equipo y el método de manejo de materiales, se procede al cálculo del número de ubicaciones de almacenamiento para así hallar el requerimiento de área.

#### **4.7.2.1. Cálculo del número de ubicaciones de almacenamiento**

La empresa no cuenta con una política de inventarios, la cual define las necesidades de capacidad de almacenamiento y por lo tanto se decidió tomar el nivel de inventario promedio mensual (metros) para cada una de las referencias existentes debido que las políticas de almacenamiento seleccionadas así lo requieren para el planteamiento de escenarios. (Aleatorio y por línea de productos).

Para el cálculo de las cajoneras requeridas se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las dimensiones de las cajoneras son iguales debido a que por ser almacenamiento aleatorio, cada una de ellas debe estar en capacidad de almacenar cualquier tipo de tela. se definieron con ayuda del coordinador del CEDI.
- Se halla la capacidad de almacenamiento en términos de cajoneras para cada uno de los grupos de producto definidos con base en el Anexo 4. Características físicas, tomando como referencia el volumen ocupado por rollo la cantidad de inventario promedio y el volumen de cada cajonera.
- Para el cálculo de cajoneras ocupadas por la lámina se tiene en cuenta que por estiba se manejan 6 bultos<sup>39</sup> y caben 2 estibas en una cajonera.

En el Anexo 19. Cálculo del número de cajoneras para cada grupo de productos, se muestran los resultados de la capacidad total de almacenamiento en número de cajoneras necesarias, concluyendo que se requieren 1223,72 cajoneras para

---

<sup>39</sup>Información suministrada por el coordinador del centro de distribución.

cualquiera de las dos políticas seleccionadas, (Almacenamiento aleatorio y por líneas) debido a que en cada zona de línea de producto se almacena aleatoriamente.

#### **4.7.2.2. Distribución física del área de almacenamiento**

Roodbergen (2008)<sup>40</sup> plantea que la eficiencia en la actividad de alistamiento de pedidos se ve influenciada por la distribución física del área de almacenamiento y por sus políticas operativas. En su investigación, definió un modelo que identifica la distribución física más adecuada en términos de número de pasillos y bloques que se requieren en el área de almacenamiento minimizando la distancia recorrida por un operario en el proceso de alistamiento de pedidos.

De igual forma afirma que en la distancia promedio recorrida por un operario influyen los siguientes aspectos:

- Longitud de los pasillos del área de alistamiento.
- Número de pasillos.
- Número de bloques.
- Número de visitas que el operario hace en su ruta al alistar un pedido.
- Localización del área de despacho.

En el modelo se analizó como influía el cambio de un tipo de ruteo a otro en los resultados obtenidos de la distancia promedio recorrida, en donde se encontró una diferencia promedio del 0,9%, concluyendo que el modelo propuesto se adaptaba bien a cualquier tipo de ruteo.

De la localización del área de despacho concluyeron que no tiene un impacto significativo en los resultados, es decir, la diferencia promedio se encuentra en

---

<sup>40</sup>Roodbergen, K.J., Sharp, G.P., and Vis, I.F.A. Designing the layout structure of manual order picking areas in warehouses. IIE Transactions 40(11). 2008. P. 1032-1045.

0,38% por lo que se puede afirmar que el modelo es aplicable para bodegas y centros de distribución con otra ubicación del área de despacho distinta a la propuesta en el modelo.

Los supuestos que plantea el modelo son los siguientes:

- Política de almacenamiento aleatoria.
- Política de ruteo en forma de S.
- Localización del área de despacho en la esquina inferior izquierda.

Se usó el software de optimización de distribución física propuesto por Roodbergen (2008)<sup>41</sup>, al cual se le ingresaron los siguientes datos:

- *Distancia total de pasillos*: Se refiere a la suma de la longitud de cada uno de los pasillos, dado que cada pasillo debe dar acceso a dos estantes según lo planteado por Frazier Industrial Company<sup>42</sup>.

Los resultados de la distancia total de pasillos se muestran en la Tabla 25. Distancia pasillos.

Tabla 24. Distancia pasillos

<b>CANOJERAS TOTALES</b>	1224
<b>NÚMERO DE NIVELES</b>	5
<b>CAJONERAS EN PRIMER NIVEL</b>	245
<b>ANCHO DE CAJONERA (m)</b>	2,44
<b>DISTANCIA TOTAL DE PASILLOS (m)</b>	299

Fuente: Elaboración propia

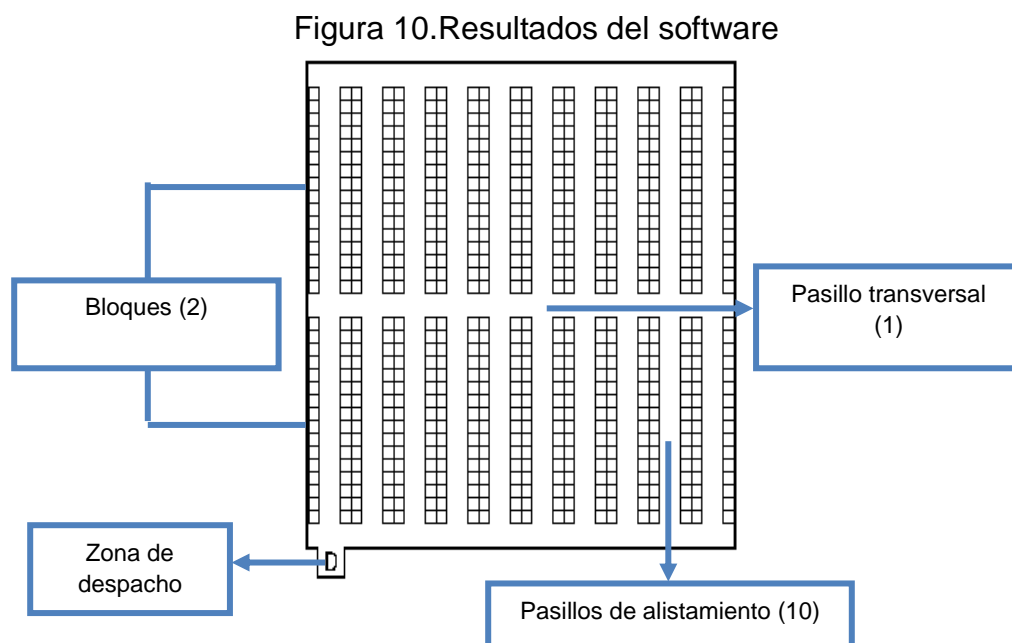
- *Número de visitas por ruta*: de acuerdo al perfil de pedidos se define como dos (2) el número de visitas por ruta, bajo el supuesto que cada referencia es una visita.

<sup>41</sup>Ver anexo 20. Software de optimización de distribución física

<sup>42</sup>Material Handling Classics. *How to plan an efficient rack layout*. Frazier Industrial Company .1991. Disponible en < <http://www.mhia.org/learning/resources/downloadfile.aspx?id=4746> >

- *Ancho de los pasillos:* dado que el ancho de los pasillos está determinado por las características de maquinaria y equipo seleccionados (Ver numeral 7.5. Descripción de maquinaria y equipo) el ancho mínimo requerido para los pasillos es de 3,5 m.
- *Ancho de pasillos transversales:* se define la misma medida del ancho de pasillos.

Después de ingresados los datos requeridos, los resultados arrojados por el software indican que la mejor distribución es utilizar 10 pasillos de alistamiento y un solo pasillo transversal como se muestra en la Figura 10.

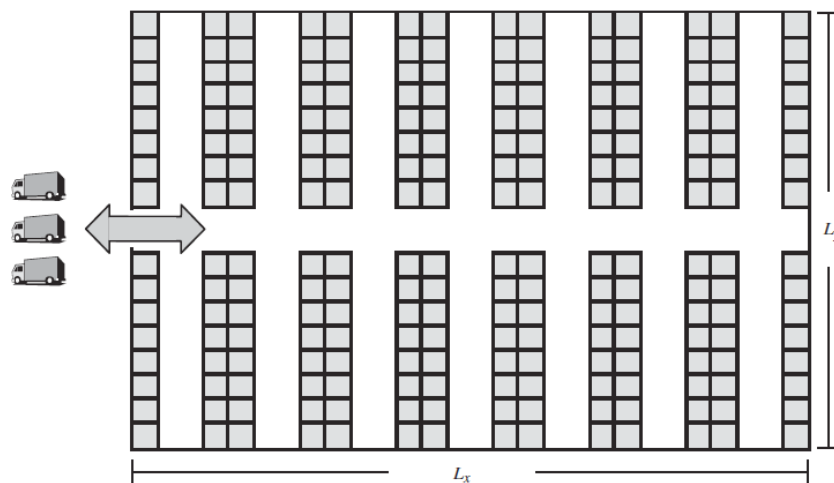


Fuente: Software de optimización de distribución física

#### 4.7.2.3. Dimensiones del área de almacenamiento

Laporte (2004)<sup>43</sup> plantea una distribución física típica en la zona de almacenamiento como se muestra en la Figura 11. Zona de almacenamiento tradicional, de la cual deduce matemáticamente las dimensiones óptimas del almacén bajo el supuesto que la función objetivo es minimizar las distancias promedio recorridas al momento de alistar un pedido.

Figura 11. Zona de almacenamiento tradicional



Fuente: Introduction to logistics systems planning and control. P-169

También plantea una distribución con un pasillo transversal y la zona de despacho está ubicada en la parte lateral izquierda, debido a que la orientación de la estantería debe ir de acuerdo al flujo de la mercancía dentro de la bodega según Frazier Industrial Company, la zona de despacho será reubicada en la parte inferior izquierda como supone Roodbergen (2008).

<sup>43</sup>G. Ghiani, G. Laporte and R. Musmanno. Introduction to Logistics Systems Planning and Control.2004 JohnWiley& Sons, Ltd ISBN: 0-470-84916-9 (HB) 0-470-84917-7 (PB)

Se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

- Todas las ubicaciones de almacenamiento tienen la misma probabilidad de ser visitadas, es decir, un almacenamiento aleatorio.
- Las operaciones de almacenamiento-alistamiento consideran (1) una sola visita a cada cajonera.
- La altura del almacén está determinada por la tecnología a usar para el manejo de materiales, por lo tanto, la decisión del dimensionamiento se reduce solamente al largo y ancho del área del almacén.

Siendo  $m$  el número de cajoneras o ubicaciones necesarias,  $\alpha_x$  y  $\alpha_y$  las dimensiones de la cajonera,  $w_x$  y  $w_y$  el ancho de los pasillos laterales y central respectivamente,  $n_z$  el número de ubicaciones en dirección del eje  $z$  (altura) y  $v$  la velocidad promedio de un operario, con base en lo anterior se hallan las variables de decisión  $n_x$  y  $n_y$ , las cuales determinan el número de posiciones o cajoneras de almacenamiento a lo largo de los ejes  $X$  y  $Y$ .

La dimensión  $L_x$ , ver Figura 11, a lo largo de la dirección  $x$  está dada por:

$$L_x = \left( \alpha_x + \frac{1}{2} W_x \right) n_x$$

Por simplicidad,  $n_x$  se asume como un número par. De forma similar, la dimensión  $L_y$  está dada por:

$$L_y = \alpha_y n_y + W_y$$

Bajo los supuestos planteados inicialmente y considerando la ubicación del área de despacho en la parte inferior de la distribución física mostrada en la Figura 10, la distancia promedio recorrida por un operario es (considera ida y vuelta):

$$2 \left( \frac{1}{4} L_x + \frac{1}{2} L_y \right) = \frac{L_x}{2} + L_y$$

Luego el problema de dimensionamiento del área del almacén estará dado por la siguiente función objetivo:

$$\text{Minimizar: } \left( \alpha_x + \frac{1}{2} W_x \right) \frac{n_x}{2v} + \frac{\alpha_y n_y + W_y}{v} \quad (1)$$

Sujeto a las restricciones:

$$n_x n_y n_z \geq m \quad (2)$$

$$n_x, n_y \geq 0, \text{ enteros} \quad (3)$$

Donde la función objetivo es minimizar el tiempo promedio de viaje del operario, mientras la inecuación define que el número de posiciones requeridas es al menos igual a  $m$ .

El problema de (1) a (3) puede ser resuelto fácilmente relajando las restricciones en la integral de las variables  $n_x$  y  $n_y$ . Luego la inecuación (2) será satisfecha como una igualdad:

$$n_x = \frac{m}{n_y n_z} \quad (4)$$

Por lo tanto,  $n_x$  puede ser sustituida del problema relajado de la siguiente manera:

$$\text{Minimizar: } \left( \alpha_x + \frac{1}{2} W_x \right) \frac{m}{2n_y n_z v} + \frac{\alpha_y n_y + W_y}{v} \quad (5)$$

Sujeto a:  $n_y \geq 0$

Dado que la función (5) es convexa, el minimizador  $n'_y$  puede encontrarse a través de la siguiente relación:

$$\frac{d}{d(n_y)} \left( \left( \alpha_x + \frac{1}{2} W_x \right) \frac{m}{2n_y n_z v} + \frac{\alpha_y n_y + W_y}{v} \right) \Big|_{n_y} = n'_y = 0$$

Luego,

$$n'_y = \sqrt{\frac{(\alpha_x + \frac{1}{2} W_x) m}{2n_z \alpha_y}} \quad (6)$$

Finalmente, reemplazando  $n_y$  en la ecuación 4 por el valor  $n'_y$  de la ecuación 6,  $n_x$  está determinado por:

$$n'_x = \sqrt{\frac{2m\alpha_y}{n_z(\alpha_x + \frac{1}{2} W_x)}} \quad (7)$$

Como consecuencia, una solución factible  $(\bar{n}_x, \bar{n}_y)$  es:

$$\bar{n}_x = [n'_x] \text{ y } \bar{n}_y = [n'_y]$$

Reemplazando los valores anteriores en las ecuaciones que definen  $L_x$  y  $L_y$ , se encuentran las dimensiones óptimas del almacén:

$$n'_x = \sqrt{\frac{2(1224)2,44}{5(1,5 + \frac{1}{2}3,5)}} = 19,14 \text{ cajoneras a lo largo del eje x.}$$

$$n'_y = \sqrt{\frac{\left(1,5 + \frac{1}{2}3,5\right)1224}{2*5*2,44}} = 12,76 \text{ cajoneras a lo largo del eje y.}$$

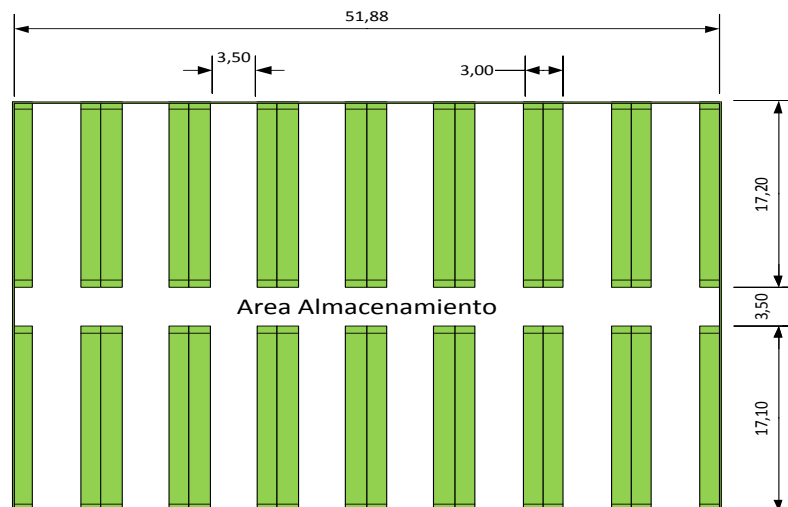
Reemplazando estos valores en las ecuaciones iniciales tenemos las dimensiones del almacén:

$$L_x = \left(1,5 + \frac{1}{2}3,5\right)19 = 61,75 \text{ m a lo largo del eje x}$$

$$L_y = 2,44 * 13 + 3,5 = 35,22 \text{ m a lo largo del eje y}$$

El requerimiento de área de la zona de almacenamiento para el nuevo centro de distribución es de aproximadamente 2175 m<sup>2</sup> y se puede visualizar en la Figura 12.

Figura 12. Área de la zona de almacenamiento



Fuente: Elaboración propia

#### **4.7.3. Cálculo del área de almacenamiento en arrume**

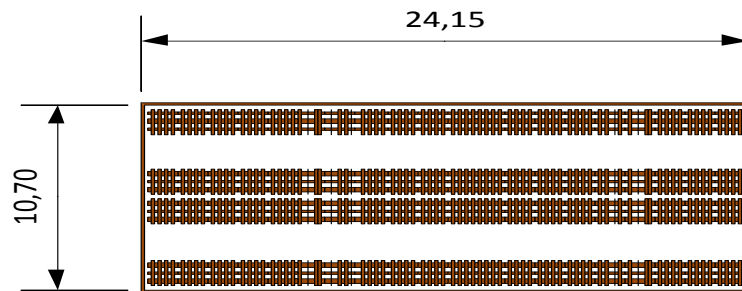
Debido al exceso de inventario de índigo actual, la capacidad de la estantería se encuentra al límite, impidiendo almacenar más mercancía en el primer nivel, ya que por la difícil manipulación y peso del índigo, se debe asignar en esa ubicación. Dado lo anterior, delimitar un área de arrume para la disposición de esta mercancía es la mejor opción y se calcula teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

Cada arrume contiene aproximadamente 750 rollos de índigo.(Aproximadamente la capacidad de tres (3) contenedores) y se realiza sobre las estibas convencionales de madera las cuales se disponen en una hilera de 20.

Teniendo en cuenta el Anexo 14 en donde se analizaron las diferentes alternativas de disponer el exceso de inventario, se definió que implementando la zona de almacenamiento en estibas auto apilables, se requieren 33 estantes con todo el primer nivel ocupado por índigo y un total de 3270 rollos en exceso del mismo, lo que define un área con 4 hileras como se muestra en la Figura 12.

Por lo tanto se requiere un área de 256,8 m<sup>2</sup>, teniendo en cuenta que se deja un espacio entre hileras de aproximadamente 2 m para el acceso a la mercancía por medio de la transpaleta eléctrica con barra timón que tiene un radio de giro de 1,6 m.

Figura 13. Área de la zona de arrume



Fuente: Elaboración propia

#### 4.7.4. Cálculo del número de muelles

Para definir el número de muelles requeridos para cargar/descargar un vehículo en el centro de distribución, se toma como base lo planteado por Laporte (2002)<sup>44</sup>, el cual los determina con la siguiente fórmula:

$$n_D = \frac{dt}{qT} \quad (1)$$

Dónde:

$n_D$  = número de muelles requeridos.

$d$  = demanda diaria de todas las ordenes.

$t$  = tiempo promedio requerido para cargar descargar un camión.

$q$  = Capacidad del camión.

$T$  = tiempo disponible diario para cargar/descargar un camión.

<sup>44</sup>LAPORTE, Gilbert. et al. *Introduction to logistics systems planning and control*. John Wiley&Sons. 2004.p.167

Se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- La demanda será la cantidad de rollos máxima recibida en el periodo analizado, cubriendo el 100% de las recepciones, es decir 2320 rollos.
- Debido a la variabilidad de las características físicas de la mercancía, la capacidad del camión se definió con base en la experiencia de los involucrados en el proceso, quienes la estiman en aproximadamente 1300 rollos de cualquier tipo de tela, excepto el índigo.
- El tiempo promedio requerido para descargar un camión se definió de la misma forma que la capacidad del mismo siendo de (3) horas aproximadamente.
- El tiempo disponible diario para descargar un camión es de cuatro (4) horas.

De acuerdo con lo anterior, el número de muelles requerido es:

$$n_D = \frac{(2320\text{rollos})(3\text{horas})}{(1300\text{rollos})(4\text{horas})} = 1,33 = 2 \text{ muelles}$$

Como conclusión se definen dos (2) muelles totales necesarios para la operación del centro de distribución.

#### **4.7.5. Área de muelle de cargue/descargue**

De acuerdo con lo planteado por Saldarriaga (2012)<sup>45</sup>, el área entre el muro de la puerta de cargue y una zona de gran almacenamiento incluye un espacio para que

---

<sup>45</sup>SALDARRIAGA, Diego Luis. DISEÑO, OPTIMIZACION Y GERENCIA DE CENTROS DE DISTRIBUCIÓN: Almacenar menos, distribuir más. Biblioteca gestión cadena de suministro. Primera edición. Medellín, Colombia 2012. p-140

un vehículo del tamaño más grande pueda ser colocado allí y un área de circulación para montacargas o porta-estibas tripulados o no (mecánicos o eléctricos).

La idea es que en este espacio pueda colocarse completamente la carga de un camión y define unas dimensiones mínimas para un muelle. Ver Tabla 26. Espacios mínimos de zona de cargue muestra las dimensiones mínimas requeridas para el diseño de jaulas.

Se definen como medidas de los muelles cinco (5) m de ancho por diez (10) m de largo, debido a que el ancho de la jaula permite mayor movimiento ya que en el muelle estará la mercancía estibada y la transpaleta eléctrica con barra timón tiene un radio de giro de aproximadamente 2 m.

Dicho lo anterior, el área total requerida por muelles es de 100 m<sup>2</sup>.

Tabla 26. Espacios mínimos de zona de cargue

ESPACIO MINIMO PARA ZONA DE CARGUE (METROS)				
ANCHO TOTAL	3,5	4	4,5	5
LARGO TOTAL	14	12	12	10

Fuente: DISEÑO, OPTIMIZACION Y GERENCIA DE CENTROS DE  
DISTRIBUCIÓN: Almacenar menos, distribuir más.

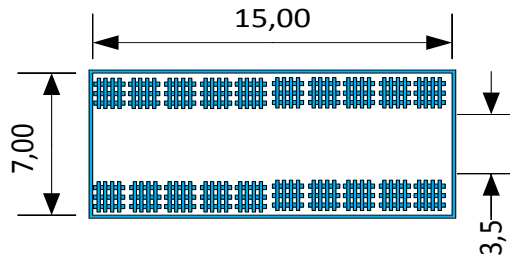
#### 4.7.6. Cálculo del área de alistamiento de pedidos

El proceso de alistamiento de pedidos se realizará por toda la zona de almacenamiento, por lo tanto, el área es la anteriormente definida.

De igual forma, según lo planteado en el Anexo 7., se debe definir el requerimiento de área que consumen las estibas autoapilables con las referencias seleccionadas

que se despachan por estibas completas. Se definió que el número de estibas auto apilables es de 80 estibas apiladas en 4 niveles, generando 20 torres como lo muestra la Figura 14.

Figura 14. Área de almacenamiento en estibas autoapilables



Fuente: Elaboración propia

Como se observa, se contempla un pasillo de 3,5 m de ancho debido a que la carretilla retráctil eléctrica así lo requiere para su libre maniobra y acceso a la mercancía.

Por lo tanto, el área requerida para la zona de almacenamiento en estibas autoapilables es de 105 m<sup>2</sup>.

#### 4.7.7. Cálculo del área de despacho

Para definir el requerimiento de área para el proceso de despacho, se tienen en cuenta los rollos despachados diariamente como se muestra en la Tabla 25.

Debido a que la desviación estándar es casi el 50% de la media, se decidió establecer diferentes rangos de rollos despachados para identificar la mayor ocurrencia y así calcular el área que cubra el 80% de los despachos.

Tabla 25. Rollos despachados diariamente

DESPACHOS	
Media	546,903315
Desviación estándar	257,196109
Rango	1631
Mínimo	10
Máximo	1641
Cuenta	362

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 26 se muestra cada uno de los rangos definidos y su porcentaje de ocurrencia, de donde se define que para cubrir un 82,6% de los despachos, se necesita un área con capacidad de albergar 750 rollos de tela, independientemente de que tipo sea.

Según lo anterior y teniendo en cuenta que cada estiba convencional puede almacenar en promedio 25<sup>46</sup> rollos de cualquier tipo de tela, se requieren 30 estibas diarias en promedio para despachar 750 rollos.

---

<sup>46</sup>Suministrado por el coordinador del centro de distribución

Tabla 26. Número de rollos por despacho

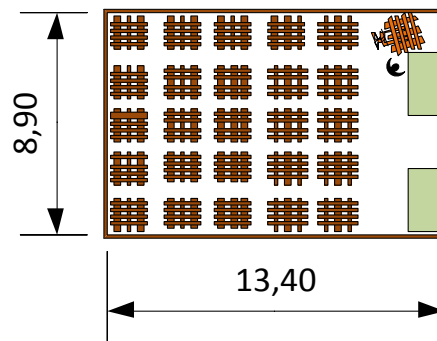
NÚMERO DE ROLLOS	NÚMERO DE DÍAS	PORCENTAJE (%) DE DÍAS	PORCENTAJE (%) ACUMULADO
100	11	3,04%	3,04%
150	2	0,55%	3,59%
200	5	1,38%	4,97%
250	9	2,49%	7,46%
300	13	3,59%	11,05%
350	26	7,18%	18,23%
400	32	8,84%	27,07%
450	36	9,94%	37,02%
500	41	11,33%	48,34%
550	33	9,12%	57,46%
600	28	7,73%	65,19%
650	31	8,56%	73,76%
700	19	5,25%	79,01%
750	13	3,59%	82,60%
800	15	4,14%	86,74%
850	9	2,49%	89,23%
900	15	4,14%	93,37%

Fuente: Elaboración propia

El área requerida de la zona de despacho es de 119,26 m<sup>2</sup> incluyendo dos mesas<sup>47</sup> con todas las herramientas necesarias para la actividad de empaque.

<sup>47</sup> Mesas como las disponibles en el área de muestras. Dimensiones (m): 2,4\*1,2\*1,2

Figura 15. Área de la zona de despacho



Fuente: Elaboración propia

#### 4.7.8. Cálculo del área de auxiliares

Hacen parte de la zona de auxiliares:

- Zona de corte para muestras
- Zona de devoluciones
- Zona administrativa
- Baños

##### 4.7.8.1. Área de corte para muestras

Debido a que es una estación de trabajo, para la definición del área requerida se deben tener en cuenta las especificaciones mostradas en el Anexo 21. Especificaciones de una estación de trabajo.

En la Tabla 27 se aprecian la cantidad y dimensiones de los elementos necesarios para realizar la actividad.

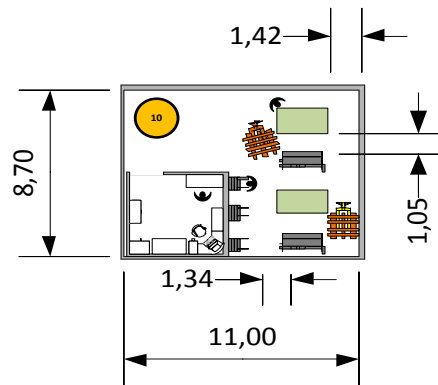
Tabla 27. Lista de máquinas y objetos en la estación de trabajo

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	LARGO*ANCHO*ALTO (M)
Cortadora y medidora de tela	2	2*0,9*1,6
Mesa	2	2,4*1,2*1,2
Cizalla manual	3	0,3*0,2*1,5

Fuente: Elaboración propia

La Figura 16 muestra el espacio mínimo requerido para el área de corte para muestras teniendo en cuenta elementos de trabajo como computador, mesas, sillas, archivadores, entre otros. El área total requerida es de 95 m<sup>2</sup>.

Figura 16. Área requerida de corte



Fuente: Elaboración propia

#### 4.7.8.2. Área de devoluciones

Se realizó un análisis de la cantidad diaria promedio de rollos recibidos en devoluciones resultando lo que se muestra en la Tabla 28.

Tabla 28. Rollos en devoluciones

NÚMERO DE ROLLOS	
Media	23,0109091
Desviación estándar	70,3597369

Fuente: Elaboración propia

Se reciben en promedio diariamente 23 rollos en devoluciones y teniendo en cuenta que en una estiba convencional se almacenan 25 rollos de cualquier tipo de tela, se procede a hallar la cantidad de estibas que consumen las devoluciones, resultados que se muestran en la Tabla 29.

Tabla 29. Estibas en devoluciones

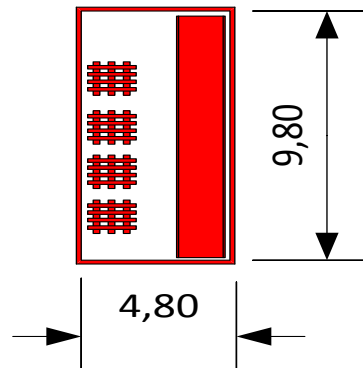
NÚMERO DE ESTIBAS	
Media	0,92246377
Desviación estándar	2,8172063

Fuente: Elaboración propia

Diariamente las devoluciones consumen en promedio una (1) estiba convencional y teniendo en cuenta que solamente un 5% de la mercancía que se recibe como devolución se desplaza al estante de producto no conforme, se define un estante de 9,76 m de largo por 1,5 m de fondo y 3 niveles (es el mismo estante que se utiliza actualmente). Ver Figura 17. Área de devoluciones.

Dicho lo anterior el proceso de devoluciones requiere un espacio de 47 m<sup>2</sup>.

Figura 17. Área de devoluciones



Fuente: Elaboración propia

#### **4.7.8.3. Área zona administrativa**

Tompkins (2010)<sup>48</sup> sugiere que los requerimientos de espacio para el personal administrativo de acuerdo al cargo que ocupan son los siguientes:

- Oficina presidencial: 250 – 400 pies<sup>2</sup>
- Oficina Vicepresidente: 150 – 250 pies<sup>2</sup>
- Oficina ejecutivo: 100 – 150 pies<sup>2</sup>
- Oficina administrador o supervisor: 80 – 110 pies<sup>2</sup>
- Oficinista o secretaria: 60 – 110 pies<sup>2</sup>

Las personas que estarán a cargo de las actividades administrativas quedan definidas en la Tabla 30.

<sup>48</sup>TOMPKINS, James A., et al. Planeación de Instalaciones. 3 ed. International Thompson Editors, 2006. p. 161

Tabla 30. Área requerida para personal administrativo

CARGO	NÚMERO DE PERSONAS	ÁREA REQUERIDA	ÁREA TOTAL
Coordinador	1	10,2 m <sup>2</sup>	10,2 m <sup>2</sup>
Supervisor	1	7,5 m <sup>2</sup>	7,5 m <sup>2</sup>
Auxiliar logístico	3	5,5 m <sup>2</sup>	16,5 m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>			<b>34,2 m<sup>2</sup></b>

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto el área administrativa requiere un área de 34,2 m<sup>2</sup>.

#### 4.7.8.4. Área de baños

De acuerdo con Tompkins (2010)<sup>49</sup> los baños deben ubicarse a menos de 60 metros (m) del lugar de trabajo y separados por género sexual. El número requerido de lavamanos e inodoros varía de acuerdo al tipo de instalación y de acuerdo al número de empleados como se observa en las Tablas 31 y 32.

Tabla 31. Número de inodoros por empleado

INODOROS	NÚMERO DE EMPLEADOS
1	1 – 10
2	11 – 25
3	26 – 50
4	51 – 80
5	81 – 125

Fuente: TOMPKINS, James A., et al. Planeación de Instalaciones

<sup>49</sup>TOMPKINS. Opcit p.106

Tabla 32. Número de lavamanos por empleado

LAVAMANOS	NÚMERO DE EMPLEADOS
1	1- 8
2	9 – 16
3	17 – 30
4	31 – 45
5	46 – 65
6	111 – 150

Fuente: TOMPKINS, James A., et al. Planeación de Instalaciones

La cantidad de personas queda distribuida de la siguiente forma:

- Administrativo: 3 auxiliares logísticos, 1 supervisor y 1 coordinador.
- Operativos: 6 auxiliares de bodega, 2 auxiliares encargados de las muestras.

Por lo tanto se requieren dos baños en el centro de distribución dentro de la zona de áreas auxiliares.

#### 4.7.9. Flujo de la mercancía

Se definen dos (2) escenarios de distribución física con base en las dos (2) políticas de almacenamiento seleccionadas anteriormente, aleatorio y por líneas de producto; de acuerdo a lo anterior se proponen dos flujos de mercancía, debido a que de esa forma es que cada una de las áreas halladas se dispone en el layout del centro de distribución, entregable final del proyecto. Los flujos más adecuados según la operación de Comertex son flujo en forma de U y flujo en forma de T.

El flujo en línea recta no aplica para Comertex porque su mercancía no tiene elevada rotación y sus operaciones son de baja complejidad.

#### 4.7.10. Área total requerida en el centro de distribución en escenario de almacenamiento por línea de productos y flujo en T

El área total requerida del nuevo centro de distribución contempla todas las áreas anteriormente mencionadas para la eficaz operación del mismo.

Dado que el almacenamiento por líneas de productos supone un determinado número de estantes para las tres (3) líneas disponibles, de acuerdo a los cálculos realizados en el Anexo 19, las cajoneras y número de estantes para cada línea se muestran en la Tabla 33, cabe resaltar que el número de estantes para tejido plano se determina almacenando a partir del segundo nivel debido a que el tipo de tela índigo por su peso y difícil manipulación se asigna en todo el primer nivel de los estantes hallados. El resto de mercancía ocupa 198 cajoneras, es decir, 7 estantes, donde en sus primeros niveles cuenta con 49 cajoneras y debido a que una cajonera tiene capacidad para almacenar 40 rollos de índigo, son 1960 rollos los que quedan almacenados en estantería.

Tabla 33. Número de cajoneras y estantes por línea

LÍNEA	NÚMERO DE CAJONERAS	NÚMERO DE ESTANTES	CANTIDAD DE ROLLOS DE REFERENCIAS A ESTIBAR
Plano	245	7 <sup>50</sup>	1258
Punto	109	3	
No tejido	581	17	

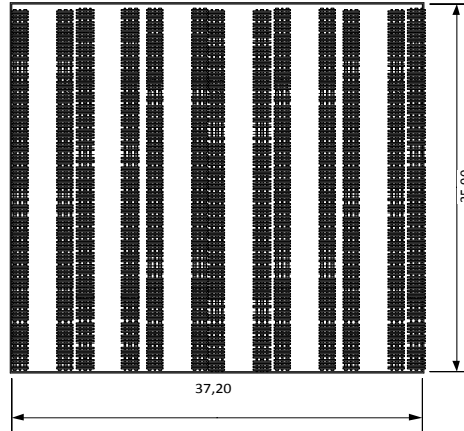
Fuente: Elaboración propia

El inventario promedio de la tela índigo es de 16392 rollos, queda para almacenar en arrume 13174 rollos de exceso de inventario, disponiéndolo en 13 hileras de 26 estibas que soportan 1000 rollos de índigo y están divididas por pasillos de 2 m para el acceso de la transpaleta eléctrica, requiriendo un área total de 958,1 m<sup>2</sup>

<sup>50</sup> Sin tener en cuenta el tipo de tela índigo.

como se puede observar en la Figura 18. Área de arrume con almacenamiento por línea de productos.

Figura 18. Área de arrume con almacenamiento por línea de productos.



Fuente: Elaboración propia

Para mayor detalle ver Anexo 22. Distribución física almacenamiento por línea de productos y flujo en T. El total del área requerida se muestra en la tabla 34.

Tabla 34. Área total requerida almacenamiento por líneas de producto

ZONA	ÁREA	(m <sup>2</sup> )
RECEPCIÓN	Inspección	59,15
	Muelles	100
ALMACENAMIENTO	Estantería pasillos y	1713,53
	Arrume	958,1
	Estibas apilables auto	105
DESPACHO	Despacho	119,26
AUXILIARES	Corte para muestras	95
	Devoluciones	47
	Administrativa	34,2
	<b>TOTAL</b>	<b>3608,14</b>

Fuente: Elaboración propia

El área total requerida del centro de distribución con una política de almacenamiento por líneas de producto y flujo en T es de 3608,1 m<sup>2</sup>.

#### 4.7.11. Área total requerida en el centro de distribución en escenario de almacenamiento aleatorio y flujo en U

Las áreas en este escenario propuesto son las mismas excepto la zona de arrume ya que el tipo de tela índigo se almacenará por toda la estantería en el primer nivel.

Para mayor detalle ver Anexo 23. Distribución física almacenamiento aleatorio y flujo en U. el área total requerida para el escenario de almacenamiento aleatorio se muestra en la Tabla 35.

Tabla 35. Área total requerida almacenamiento aleatorio

ZONA	ÁREA	(m <sup>2</sup> )
RECEPCIÓN	Inspección	59,15
	Muelles	100
ALMACENAMIENTO	Estantería y pasillos	1989,19
	Arrume	256,8
	Estibas auto apilables	105
DESPACHO	Despacho	119,26
AUXILIARES	Corte para muestras	95
	Devoluciones	47
	Administrativa	34,2
	<b>TOTAL</b>	<b>2817,7</b>

Fuente: Elaboración propia

El área total requerida del centro de distribución con una política de almacenamiento aleatoria y flujo en U es de 2817,7 m<sup>2</sup>.

Se evidencia que si se implementa una política de almacenamiento por líneas de producto el área total requerida se aumenta en un 21,90% y por lo tanto no genera ninguna propuesta de implementación.

## **5. SIMULACIÓN DE ESCENARIOS**

Definidos los escenarios de distribuciones físicas, se evaluarán las distancias recorridas para cada una de las políticas de almacenamiento.

### **5.1. OBJETIVOS**

- Medir las distancias recorridas para cada uno de los escenarios
- Calcular el nivel de personal requerido
- Calcular la cantidad de maquinaria y equipo

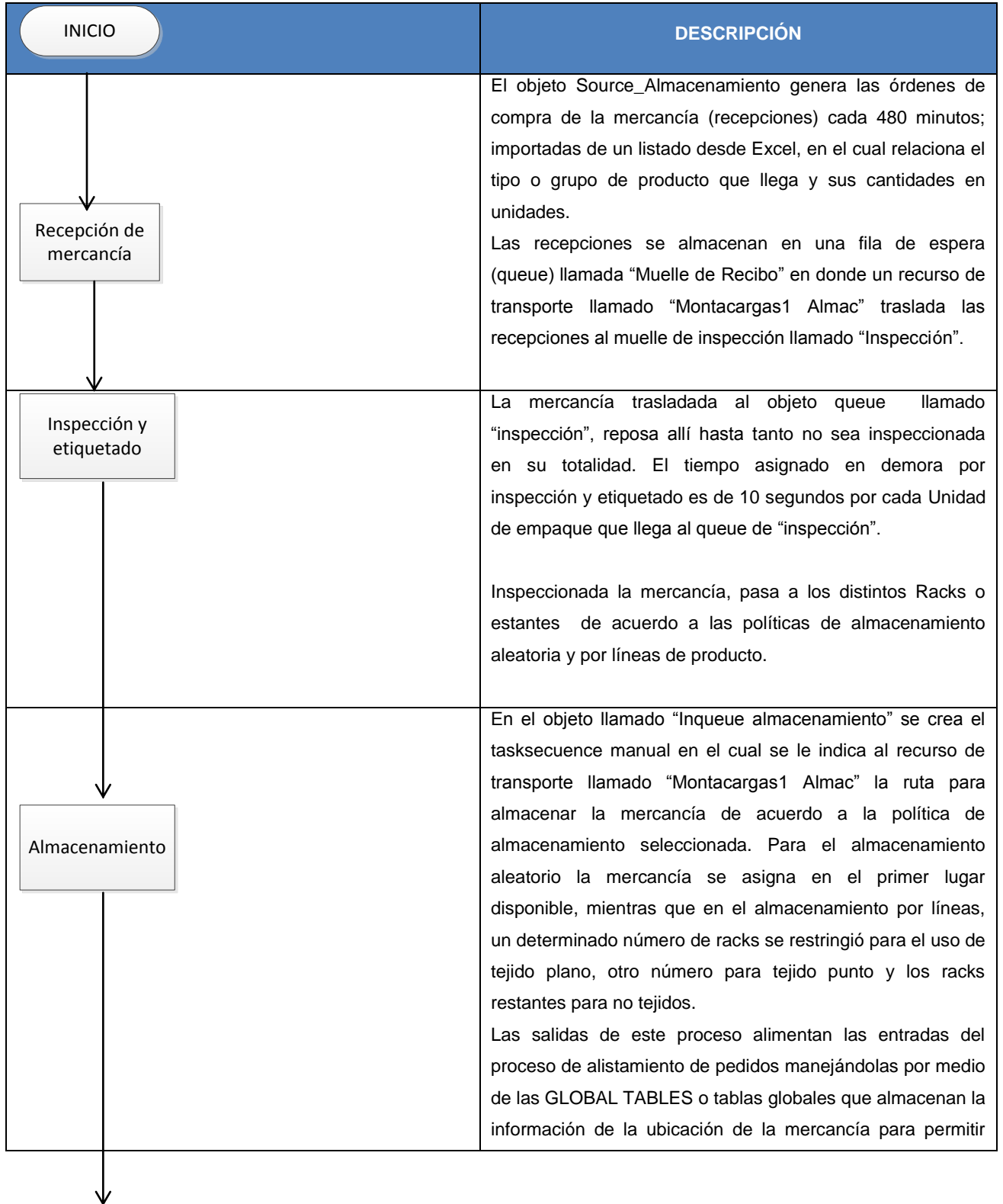
### **5.2. MODELO CONCEPTUAL**


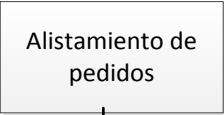
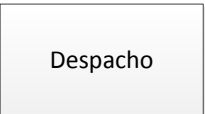

Se desarrolla el modelo conceptual, el cual define la representación de las interacciones entre los recursos definidos para realizar las diferentes operaciones, en este caso, cada uno de los procesos que se llevan a cabo al interior del centro de distribución; recepción, almacenamiento, alistamiento de pedidos y despacho. Ver tabla 36.

### **5.3. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO**

Teniendo claros los objetivos de la simulación y el modelo conceptual de los pasos de la operación, se procede a construir con base en listas de recepciones y despachos de 10 días aleatorios de operación. Los objetos que se utilizaron en la simulación están definidos en el Anexo 24. Objetos de la simulación.

Tabla 36. Modelo Conceptual



	<p>posteriormente alistar la mercancía.</p>
	<p>El objeto "Source Alistamiento" se encarga de cargar el pedido del cliente desde la Global Table llamada "Orders Alistamiento" y enviarlo al objeto llamado "Inqueue Alistamiento" que almacena las ordenes de pedido y por medio de tres objetos llamados "dispatchers" se administra cada tipo de recurso que alista los pedidos (Elevadores, montacargas y operators), los cuales se asignan de acuerdo al nivel de la estantería en el cual se encuentra ubicada la mercancía a alistar.</p> <p>El recurso asignado se desplaza hacia el estante o rack que contiene los artículos a recoger. El recurso se detiene durante una determinada cantidad de tiempo representando la selección y manipulación de los artículos y finalmente se dirige al llamado "Outqueue alistamiento" para dejar el pedido alistado.</p>
	<p>Una vez seleccionados los artículos del pedido(s), el recurso se dirige al "Outqueue Alistamiento" donde deja la mercancía alistada (Flowitem), la cual pasa al Sink en donde finaliza el proceso y el recurso de transporte se libera para atender una nueva orden.</p>
	

Fuente: Elaboración propia

Los escenarios no contemplan faltantes de mercancía. Para visualizar los modelos realizados dirijase al Anexo C. Modelos de simulación.

#### **5.4. VERIFICACIÓN**

En esta etapa se corrió la simulación y se verificó que las listas de recepciones y despachos que genera el simulador sean iguales a las que alimentaron cada uno de los modelos. Para visualizar las listas de datos de entrada Ver Anexo 25.

#### **5.5. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Los recursos iniciales considerados en la simulación fueron 5 operarios con transpaleta manual, 1 montacargas y dos elevadores, progresivamente se fueron eliminando recursos hasta encontrar el mínimo de éstos que procesaran la totalidad de órdenes de recepción y despacho.

Al simular las políticas de almacenamiento aleatorio y por línea de productos, se encontraron los resultados que se muestran en el Anexo 26 para ser analizadas según las necesidades del proyecto.

Comparando las distancias promedio por viaje recorridas por los operarios en los dos escenarios propuestos, se aprecia que no existe una diferencia significativa, por lo tanto en términos de la variable comparada, cualquier política de almacenamiento es recomendable. Ver Tabla 41. Distancia recorrida.

Teniendo en cuenta el factor de utilización encontrado de la maquinaria para alistamiento de pedidos, en este caso, dos elevadores que registraron 22% cada uno, se decidió dejar solo un elevador que consuma la actividad de los dos juntos para volver a correr la simulación y determinar la cantidad de maquinaria requerida.

Tabla 37. Distancia Recorrida (m)

	OPERATOR1	OPERATOR2	OPERATOR3	OPERATOR4	OPERATOR5
Aleatorio	112,308209	106,332855	113,865927	108,589684	112,327917
Por líneas	115,702423	118,619097	115,198123	112,505807	112,360017
Diferencia	2,9%	10%	1,1%	3,4%	0%
Promedio de diferencia entre operarios	3,48%				

Fuente: Elaboración propia

Los resultados se muestran en la Tabla 42. Almacenamiento aleatorio con un elevador.

Cabe resaltar que no se tiene en cuenta velocidad en ninguno de los escenarios.

Durante el tiempo de corrida de la simulación, todas las órdenes de pedido fueron atendidas en su totalidad y dejando a todos los operarios inactivos, lo que quiere decir que la cantidad de personal sobredimensiona la operación.

De acuerdo a lo anterior, se decidió suprimir los dos (2) operarios con el más bajo porcentaje (%) de utilización y así los otros tres (3) aumentan su productividad.

Tabla 38. Almacenamiento con un solo elevador

Escenario almacenamiento aleatorio con un solo elevador								
	<b>Factor Utilización</b>	15,84%	13,48%	10,45%	7,30%	3,26%	5,39%	44,27%
	<b>Total</b>	<b>Operator1</b>	<b>Operator2</b>	<b>Operator3</b>	<b>Operator4</b>	<b>Operator5</b>	<b>Montacargas1 Alist</b>	<b>Elevador1</b>

Fuente: Elaboración propia

La cantidad de maquinaria y equipo queda distribuida de la siguiente manera según los resultados de la simulación:

Elevador de tijera: 1

Carretilla retráctil eléctrica: 1

Transpaleta eléctrica: 1

Transpaleta manual: 3

Estibas autoapilables: 130

La cantidad de personal operativo para el centro de distribución según los resultados de la simulación son: seis (6) operarios.

## **5.6. CANTIDADES DE MAQUINARIA Y EQUIPO**

De acuerdo a los resultados de la simulación la maquinaria requerida para la operación del centro de distribución es la que se muestra en la Tabla 39.

Tabla 39. Maquinaria y equipo requerido

MAQUINARIA Y EQUIPO	CANTIDAD	PROCESO (S) DONDE SE UTILIZAN	REQUIERE INVERSIÓN	VALOR
Elevador de tijera	1	Almacenamiento Alistamiento de pedidos	NO	N/A
Carretilla retráctil eléctrica	1	Inspección Almacenamiento Alistamiento de pedidos	NO	N/A
Transpaleta eléctrica	1	Recepción Despacho	NO	N/A
Transpaleta manual	3	Alistamiento de pedidos	NO	N/A
Estibas autoapilables	130	Inspección Zona de almacenamiento índigo	SI	\$63.846.770*
Terminal portátil	3	Inspección Almacenamiento Alistamiento de pedidos Despacho	SI	\$6.720.000*
Impresora portátil	2	Inspección Despacho	SI	\$2.360.000*
			<b>TOTAL</b>	<b>\$72.926.770</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados anteriores se deduce que si se implementan las propuestas de mejora se debe realizar una inversión de \$72.926.770.

## 5.7. NIVEL DE PERSONAL REQUERIDO

Teniendo en cuenta los resultados de la simulación, se requieren seis (6) auxiliares de bodega para los dos escenarios propuestos, (2) operarios para las muestras, y tres (3) auxiliares de logística, un (1) supervisor y un (1) coordinador, bajo el supuesto que se implementen las propuestas de mejora y los módulos al sistema de información.

---

\*Ver Anexo D. Cotizaciones

## 5.8. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CADA ESCENARIO PLANTEADO

Teniendo en cuenta todos los análisis realizados a lo largo del proyecto y con base en los resultados de la simulación, las dos políticas de almacenamiento planteadas en dos escenarios de distribución física definen ventajas y desventajas como se muestra en la Tabla 40.

Para el número de operarios requeridos, se tienen en cuenta dos (2), que son los encargados de realizar los catálogos de muestras de tela; lo anterior fue recomendación del coordinador del centro de distribución.

Tabla 40. Ventajas y desventajas de cada escenario

FACTORES	ALMACENAMIENTO ALEATORIO	ALMACENAMIENTO POR LÍNEA DE PRODUCTO
Área requerida (m <sup>2</sup> )	2817,7 m <sup>2</sup>	3608,14 m <sup>2</sup>
Costos de inversión (\$)	\$72.926.770	\$72.926.770
Distancias promedio recorridas por viaje (m)	107,724 m	109,389m
Personal requerido (#)	8	8

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta lo anterior, se deduce que:

- Los dos escenarios requieren el mismo costo de inversión bajo el supuesto que se implementen las propuestas de mejora.
- El personal de requerido no cambia de escenario a escenario, es decir la política de almacenamiento no afecta en la cantidad de operarios.

- La ventaja del almacenamiento aleatorio es que consume el 37% menos de área con respecto al almacenamiento por línea de producto.
- El flujo de la mercancía en forma de U es más recomendable debido a que permite una mayor flexibilidad en la carga y descarga de vehículos, no solo en cuanto a la utilización de las facilidades que tengan los referidos muelles, sino que a su vez permite utilizar el equipo y el personal de una forma más polivalente.

## 6. GUÍA DE DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN FÍSICA

Teniendo en cuenta la metodología utilizada para el diseño de distribución física del centro de distribución de materia prima para Comertex S.A., se plantean una serie de pasos los cuales la empresa puede seguir para reevaluar el diseño en caso de ser necesario.

- Definir el tipo de almacén y sus funciones. En este punto se identifica
- Identificar los requerimientos del diseño, entre los que se encuentran: proyecciones de demanda, nivel de servicio al cliente, niveles de inventarios, unidades de venta, volúmenes de flujo entrantes y salientes.
- Identificar las características de los productos como lo son: características físicas, de caducidad y obsolescencia (productos de larga duración perecederos, caducidad fija o alto riesgo de obsolescencia), de gestión de stock (lote de pedido, stock de seguridad, rotación y nivel máximo de stock), de transporte (embalaje, peso, volumen), de manejo (fragilidad y soporte) y de demanda (alta o baja rotación, estacionales y alto o bajo coste).

En los casos en que exista una gama de productos con alta variedad de sus características, es conveniente desarrollar una base de datos que permita seleccionar los productos rápidamente en función de las características.

- Definir cantidades a almacenar de cada uno de los productos (política de inventarios)
- Seleccionar la unidad de almacenamiento, es decir, el número mínimo de artículos que se almacenarán como unidad (unidad de carga).
- Realizar perfil de pedidos para identificar las políticas operativas adecuadas (almacenamiento y alistamiento) y definir el nivel de automatización requerido.

- Definir sistemas de almacenamiento que mejor se ajusten a la caracterización de los pedidos (rack selectivo, mezanine, carruseles, cantiléver, AS/RS, entre otros)
- Determinar el equipo de manejo de materiales con capacidad de operar bajo el sistema de almacenamiento seleccionado.
- Identificar como operará el centro de distribución, que servicios y procesos se llevaran a cabo en su interior, es decir los principios operativos.
- Planear operaciones en términos de flujo. Que cantidad de mercancía ingresa al almacén y cuanta sale.
- Identificar maquinaria y equipo que soporte las operaciones. Existen tres (3) categorías de equipo de manutención:  
Equipo manual: carretillas y plataformas de dos (2) y cuatro (4) ruedas. Representan baja inversión.  
Equipo asistido: equipo asistido mecánicamente por algún tipo de motor, aumentando la velocidad de las operaciones  
Equipo mecanizado.
- Determinar el enfoque del diseño, si está orientado al almacenamiento o a la recogida y preparación de pedidos, debido a que la distribución del espacio varía en función de lo anterior.
- Determinar la distribución en planta del flujo de los productos que más se adecue a las políticas operativas y restricciones de espacio físico. Existen tres tipos de flujo: flujo en forma de U, en forma de T, también llamada una variante de la U y en línea recta.
- Plantear escenarios de distribuciones físicas identificando las zonas principales teniendo en cuenta el flujo de la mercancía.
- Calcular la capacidad requerida del almacén en términos de unidades físicas de almacenamiento (unidad de carga), definida como la suma de áreas que consume cada proceso.

- Calcular cantidades de maquinaria y equipo junto a personal requerido.
- Identificar costos incurridos en cada uno de los escenarios que se planteen y evaluarlos financieramente.
- Tomar decisión final después de evaluar los escenarios por medio de técnicas de simulación.

## 7. CONCLUSIONES

- Si la empresa implementa un almacenamiento aleatorio en vez de uno por líneas de producto, el consumo de área total requerida será menor, reflejándose esto en términos de costo y espacio.
- Al momento de realizar un diseño de bodega, se debe tener muy claro los requerimientos iniciales y el tipo de mercancía que almacenará para lograr planear eficazmente las operaciones.
- El exceso de inventario del tipo de tela índigo, está consumiendo área que puede ser mejor aprovechada y por tal motivo deben bajar los niveles inventarios porque los costos de manipulación y espacio sobresalen.
- Las estibas autoapilables son la mejor opción para solucionar problemas de mala utilización de espacio, ya que no consumen mucha área por su condición de apilamiento ganando altura.
- El sistema de información debe estar en capacidad de generar ubicaciones de almacenamiento cuando llega la mercancía y la ruta más corta para un eficaz proceso de alistamiento de pedidos.
- Los dispositivos de identificación logran minimizar tiempos de operación y eliminan desplazamientos de trámites administrativos, según resultados del análisis realizado.
- La operación de Comertex es de baja complejidad y por lo tanto no requiere inversión de nueva maquinaria debido a que no necesita automatización del proceso de alistamiento.
- Una política de almacenamiento aleatorio reduce el área del centro de distribución un 21.90% con respecto a un almacenamiento por líneas de producto.
- De acuerdo al comportamiento de los pedidos de Comertex, es recomendable implementar una política de almacenamiento por líneas de producto.

- La utilización de estibas autoapilables reduce la necesidad de espacio en la zona de inspección en un 69,28%.
- Al implementar la política de inventarios para todos los productos, los cálculos de requerimientos de áreas deben replantearse teniendo en cuenta la guía de diseño planteada en el presente proyecto.
- La distribución física más adecuada para el nuevo centro de distribución de materia prima es la que plantea flujo en u, con base en el nivel operativo de la empresa.

## 8. RECOMENDACIONES

- La empresa debe realizar una evaluación financiera del impacto que le genera invertir en las nuevas estibas propuestas.
- La empresa debe concluir el proceso de política de inventarios, fuente de todos los inconvenientes.
- Implementar un costeo ABC que les permita tener conocimiento acerca de sus costos operativos.
- Se debe realizar una prueba piloto de certificación de proveedores con un grupo nacional.
- Implementar indicadores logísticos que permitan conocer el desempeño de la empresa.
- Se debería realizar un estudio en el total de referencias de cuales se despachan por estiba completa o media estiba para evaluar la posibilidad de adquirir una cantidad mayor de estibas autoapilables.
- se recomienda utilizar las estibas para almacenar el exceso de índigo, debido a la difícil manipulación del mismo.
- Realizar un estudio de métodos y tiempos para determinar las capacidades de los recursos actuales.
- Formalizar alianzas estratégicas con proveedores para realizar negociaciones en cuanto a condiciones de despacho de mercancía.
- La empresa debe evaluar financieramente la adquisición de una cantidad mayor de estibas autoapilables para el almacenamiento del exceso de inventario de índigo que se encuentra en arrume actualmente.
- Para la implementación de las buenas prácticas recomendadas en la literatura aplicadas por centros de distribución de talla mundial, la empresa debe lograr:
  - Implementar una política de inventarios en todos sus productos.
  - Certificar todos sus proveedores.

- Adquirir tecnología de identificación que soporte la nueva operación con la implementación de los nuevos módulos al sistema de información actual.
- Implementar entregas certificadas que logren eliminar la actividad de inspección.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

APPLE, J., 1977. *Plant Layout and Material Handling*, third ed. John Wiley, New York. Citadopor: BAKER, Peter; CANESSA, Marco. 2009. *Warehouse design: a structure approach*

Ballou, R. *Business Logistics management (4a ed.)*. New York, NY: Prentice Hall.2004

BARTHOLDI, J. and HACKMAN, S.T., 2003. *Warehouse & distribution science*, [en línea] Disponible en <[http://www2.isye.gatech.edu/people/faculty/Jhon\\_Bartholdi/wh/book/editions/history.html](http://www2.isye.gatech.edu/people/faculty/Jhon_Bartholdi/wh/book/editions/history.html)>

BATTISTA, C.; FUMI, F. et al. (2011). *Storage Location Assignment Problem: implementation in a warehouse design optimization tool*

Cervera, A. *Envase y embalaje (2a ed.)*. Madrid: ESIC.2003

CHACKELSON, C. ; ERRASTI, A. ; CIPRES, D. ; ÁLVAREZ, M. J.Improving Picking Productivity by Redesigning Storage Policy Aided by Simulations Tools

CHAN, Felix T.S., H.K. Chan. Improving the productivity of order picking of a manual-pick and multi-level rack distribution warehouse through the implementation of class-based storage

CHIN HO, Ying; CHYUN CHEN, Jia and FEN KUO, Wan. The Effects of Storage Assignment and Routing Policies on the Order-Picking Performance of a Distribution Center

CORREA, Alexander; ALVAREZ, Carlos Esteban; GÓMEZ, Rodrigo Andrés. *Sistemas de identificación por radiofrecuencia, código de barras y su relación con la gestión de la cadena de suministro*. Vol. 26. 115-141.2010

DE KOSTER, René, et al. (2007). Design and control of warehouse order picking: a literature review. *European Journal of Operational Research* 182(2), 481-501

ELA European Logistics Association/AT Kearney Management Consultants, 2004. *Differentiation for performance*, Deutscher Verkehrs Verlag GmbH, Hamburg. Citadorpor: BAKER, Peter; CANESSA, Marco. 2009. *Warehouse design: a structure approach*

FEBER, Nynke. (2002) Linking warehouse complexity to warehouse planning and control structure: An exploratory study of the use of warehouse management information systems. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 32(5), 2002.

FRAZELLE, E., 2002a. *Supply Chain Strategy: The Logistics of Supply Chain Management*. McGraw-Hill, New York. Citadorpor :BAKER, Peter; CANESSA, Marco. 2009. *Warehouse design: a structure approach*

GARAVITO, Edwin. Artículo *Sistemas de almacenamiento*. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.

GOMEZ, Maria Margarita; PINZON, Carolina; RUIZ, Dayana; SAAIBI, Silvia. *Mejoramiento de los procesos logísticos- Fase 1 en Comertex .S.A. Proyecto de grado 2011*.

GS1 Colombia (2008). *Bar Code Types*, GS1 International. Disponible en < <http://www.gs1.org> >

GUASCH, Antoni; PIERA, Miquel Angel; CASANOVAS; FIGUERAS, Jaume. *Modelado y simulación*.

HASSAN, Mohsen. 2002. A Framework for the design of warehouse layout. *Facilities* 20 (13/14), 432-440

HESKETT, J., Glaskowsky, N., Ivie, R., 1973. Business Logistics, Physical Distribution and Materials Handling, second ed. Ronald Press, New York. Citado por: BAKER, Peter; CANESSA, Marco. 2009. Warehouse design: a structure approach

HUANG, Chao-Jung; HSIEH, Ling-Feng. 2004. STORE PLANING FOR REFORMING ORDER PICKING EFFICIENCY IN DISTRIBUTION CENTRES.

LAMBERT, D.M., STOCK, J.R., and ELLRAM, L.M., 1998. Fundamentals of logistics management. ingapore: McGraw-Hill. Citado por MANZINI, Riccardo et. al. A Supporting Decisions Platform for the Design and Optimization of Storage Industrial System. Department of Industrial Mechanical plants, Bologna University. Italy.

LAMBERT, D. *Supply Chain Management: Processes, Partnerships, Performance*. Kansas City, MO: Supply Chain Management Institute. 2008

MIN, H. (2006) The applications of warehouse management systems: an exploratory study. journal International Journal of Logistics Research and Applications 9(2).

MONSÓ, J. (1994). Sistemas de identificación y control automáticos: Sistemas de control del flujo físico. Madrid: Marcombo.

MULLER, M. *Essential of Inventory Management*. Chicago. 2003.

MURRAY, Martin. Cross docking in the warehouse. *About.com*. Disponible en <[http://logistics.about.com/od/tacticalsupplychain/a/cross\\_dock.htm](http://logistics.about.com/od/tacticalsupplychain/a/cross_dock.htm)>

OLIVER, Mike; BAKER, Peter. The principles or warehouse design. Disponible en <http://www.total-logistics.eu.com/logistics-news/other-news/the-principles-of-warehouse-design.html>

OXLEY, J., 1994. Avoiding inferior design. *Storage Handling and Distribution* 38 (2), 28–30. Citadopor: BAKER, Peter; CANESSA, Marco. 2009. Warehouse design: a structure approach

PRICEWATERHOUSECOOPERS. En: Manual de Almacenes [en línea] Disponible

en [http://www.programaempresa.com/empresa/empresa.nsf/0/e88d210e51f9371ac125705b002c66c9/\\$FILE/almacen1y2.pdf](http://www.programaempresa.com/empresa/empresa.nsf/0/e88d210e51f9371ac125705b002c66c9/$FILE/almacen1y2.pdf)

ROUWENHORST, B., Reuter, B., Stockrahm, V., van Houtum, G., Mantel, R., Zijm, W., 2000. Warehouse design and control: Framework and literature review. *European Journal of Operational Research* 122 (3), 515–533. Citadopor BAKER, Peter; CANESSA, Marco. 2009. Warehouse design: a structure approach

ROWLEY, J. 2000. *The principles of warehouse design*, second Ed. The institute of logistics and transport, Corby. Citadopor: BAKER, Peter; CANESSA, Marco. 2009. Warehouse design: a structure approach

RUSHTON, A.; OXLEY, J.; CROUCHER, P. 2000. *The Handbook of logistics and distribution management*, second ed. Kogan page, London. Citadopor: BAKER, Peter; CANESSA, Marco. 2009. Warehouse design: a structure approach

RUSHTON, Alan. CROUCHER, Phil. BAKER, Peter. *The handbook of logistics and distribution management*. 3ª edición. P-325

SALDARRIAGA, Diego Luis. *DISEÑO, OPTIMIZACION Y GERENCIA DE CENTROS DE DISTRIBUCIÓN: Almacenar menos, distribuir más*. Biblioteca gestión cadena de suministro. Primera edición. Medellín, Colombia 2012.

SINGER, T. (2006). *Looking Beyond the Technology on RFID Projects*. Kansas City, MO: Tompkins Associates.

TOMPKINS, James A., et al. Planeación de Instalaciones. 3 ed. International  
Thompson Editors, 2006.

## **10. ANEXOS**

### **ANEXO 1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

#### **RESEÑA HISTÓRICA**

El 7 de noviembre de 1.974 fue fundada en la ciudad de Bucaramanga Comertex S.A., el surgimiento de esta empresa se vio motivado por la necesidad que percibieron sus creadores de fortalecer uno de los sectores más ricos de la economía del país, la distribución de productos textiles, visualizando en Santander una de las mejores plazas para aprovechar dicha oportunidad.

Comertex es una empresa consolidada como un grupo de empresas familiares que se fusionaron hacia el año 2004, en las ciudades de Bogotá, Cali y Pereira. En la actualidad cuenta con una moderna infraestructura ubicada en la zona industrial de Girón en la Carrera 17 Autopista Palenque – Chimitá N° 60– 170 en la que funcionan sus líneas comerciales, departamento administrativo y su centro de distribución logístico. En esta sede sus productos son almacenados en una bodega con las características logísticas necesarias con el fin de brindar a los clientes mayor confiabilidad y un manejo seguro de la mercancía. Además posee en los principales puntos comerciales de la ciudad de Bucaramanga almacenes logrando así satisfacer la gran demanda generada en el sector.

#### **SEGMENTACIÓN DE CLIENTES**

Los clientes de Comertex S.A. se encuentran segmentados de acuerdo a la unidad estratégica de negocio (UEN) a la cual pertenecen, Materia Prima o Producto Terminado, como se puede apreciar en las siguientes figuras.

Figura 19. Segmentos de clientes de la UEN materia prima

## MATERIA PRIMA

---

**COMERCIO MAYORISTA:** clientes que ejercen las actividades de venta, representación y promoción de los productos de materia prima para ser revendidos. Distribuyen y venden principalmente al por mayor. Estos clientes pueden tener sus propios puntos de venta

---

**COMERCIO MINORISTA:** son establecimientos comerciales pequeños donde se consiguen materias primas al detal. Especializados en pocos productos y atienden clientes con necesidades particulares

---

**CONFECCIONES:** clientes dedicados a la elaboración de prendas de vestir. Este segmento se encuentra dividido en : confección dotaciones, confección femenina, confección masculina, confección infantil, confección quirúrgica y confección ropa deportiva

---

**INDUSTRIAL:** empresas cuya actividad primordial es la producción de bienes

---

**PUBLICIDAD:** clientes dedicados principalmente a la comercialización de productos terminados y/o materias primas para fines publicitarios

---

Fuente: Comertex S.A.

Figura 20. Segmentos de clientes de la UEN Producto Terminado

**PRODUCTO  
TERMINADO**

---

**GRANDES SUPERFICIES:** son tiendas únicas de gran tamaño ubicadas en las principales ciudades a nivel nacional, dentro de las cuales están hipermercados, almacenes de cadena y supermercados

---

**COMERCIO MAYORISTA:** son clientes que compran para distribuir e invierten en la comercialización de productos terminados

---

**COMERCIO MINORISTA:** es el segmento que finaliza la cadena de distribución de productos terminados, venden directamente al cliente final y su sistema de venta es al detal

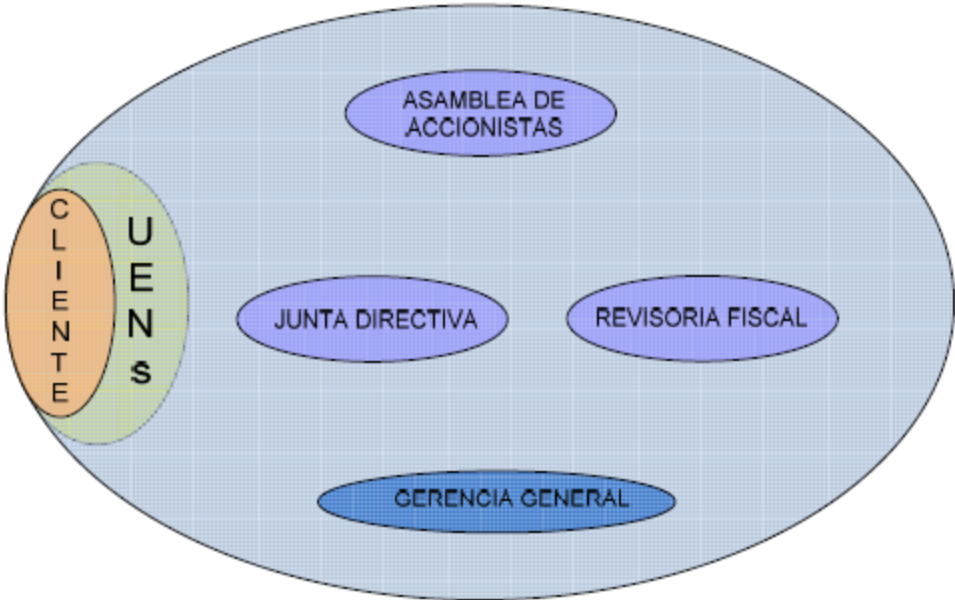
---

Fuente: Comertex S.A.

**ANEXO 2. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL COMERTEX S.A.**

Figura 21. Estructura general

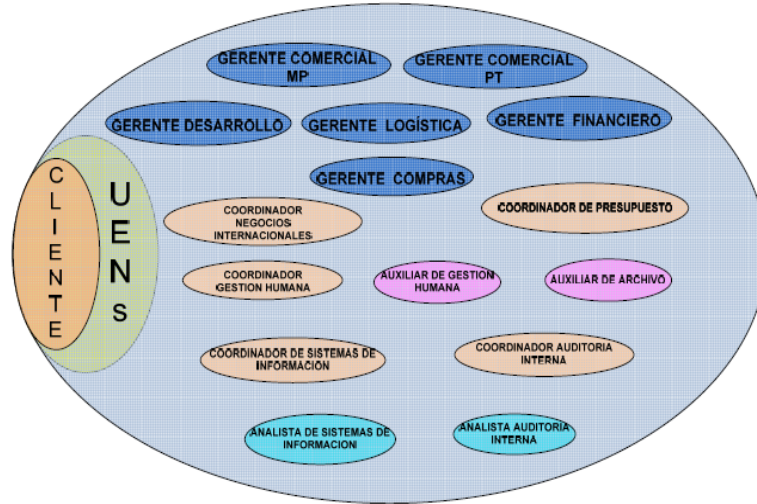
**COMERTEX S. A.**



Fuente: Comertex S.A.

Figura 22. Gerencia General

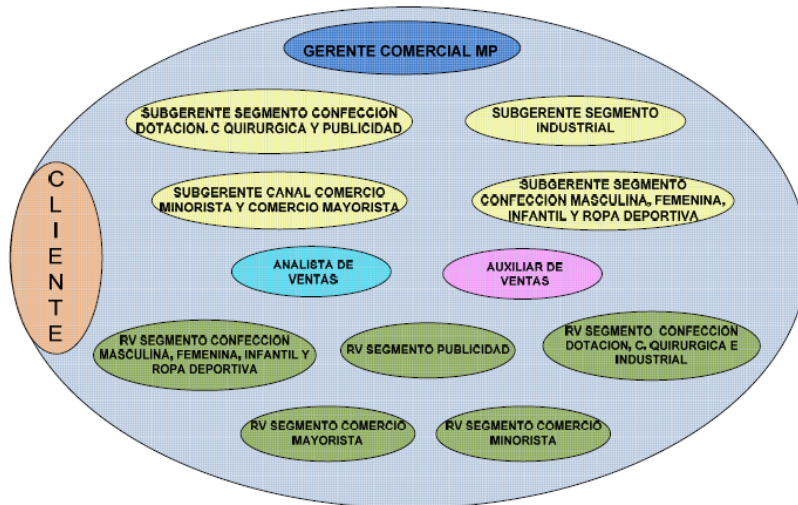
GERENCIA GENERAL



Fuente. Comertex S.A.

Figura 23. Gerencia Comercial MP

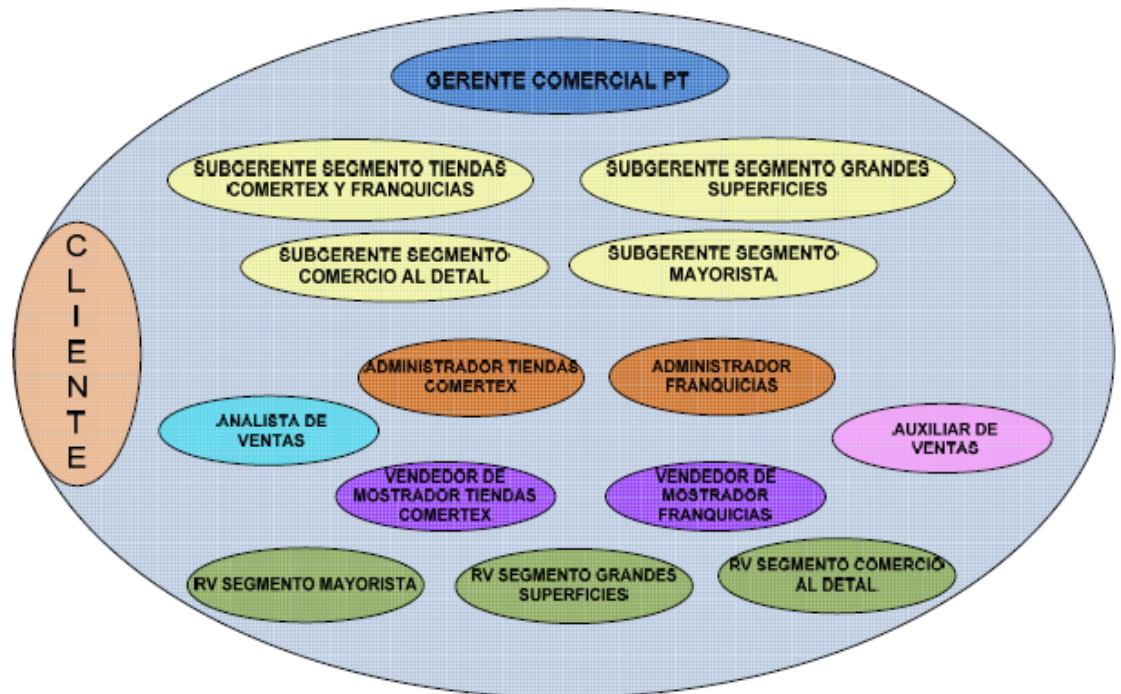
GERENCIA COMERCIAL MP



Fuente. Comertex S.A.

Figura 24. Gerencia Comercial PT

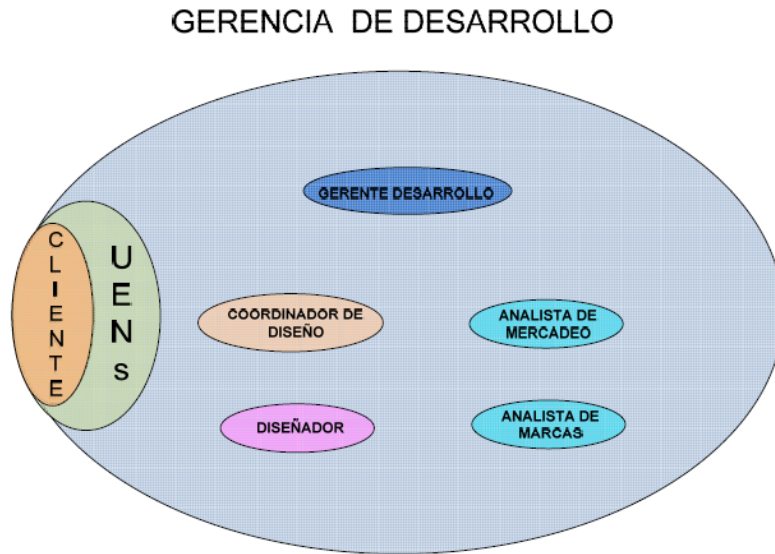
## GERENCIA COMERCIAL PT



RV: REPRESENTANTE DE VENTAS

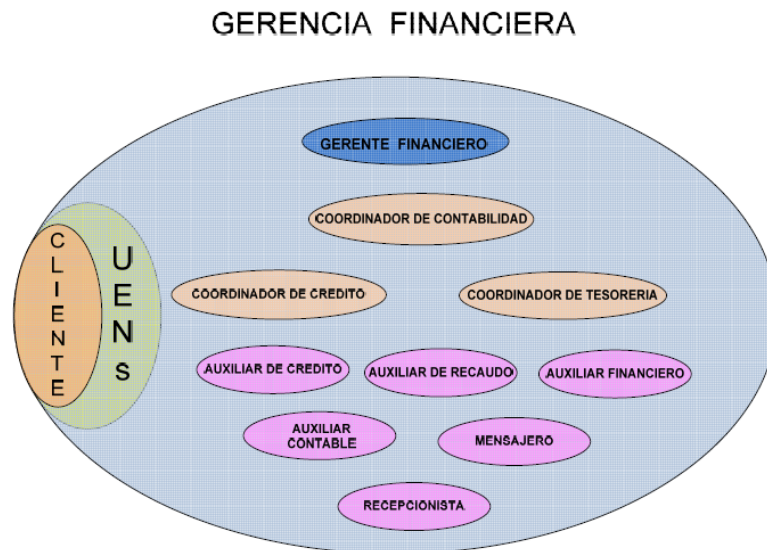
Fuente. Comertex S.A.

Figura 25. Gerencia de desarrollo



Fuente. Comertex S.A.

Figura 26. Gerencia Financiera



Fuente. Comertex S.A.

Figura 27. Gerencia de Compras

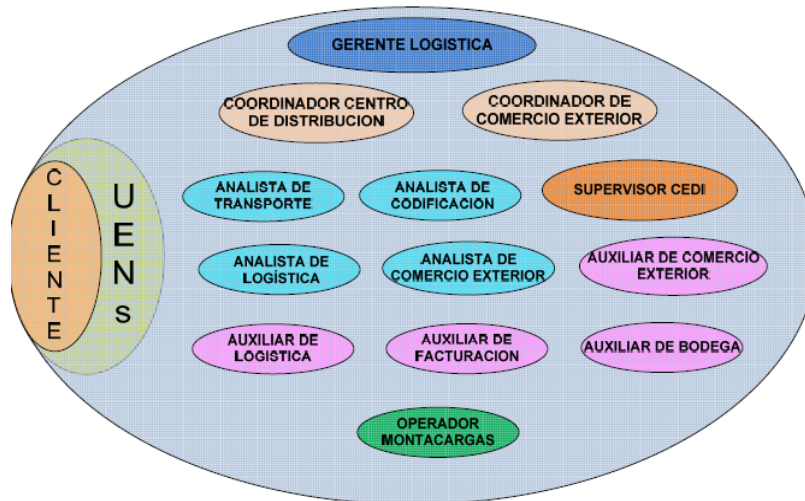
### GERENCIA COMPRAS



Fuente: Comertex S.A.

Figura 28. Gerencia Logística

### GERENCIA LOGÍSTICA



Fuente: Comertex S.A.

## ANEXO 3. MARCO TEÓRICO

### GESTIÓN DE ALMACENES

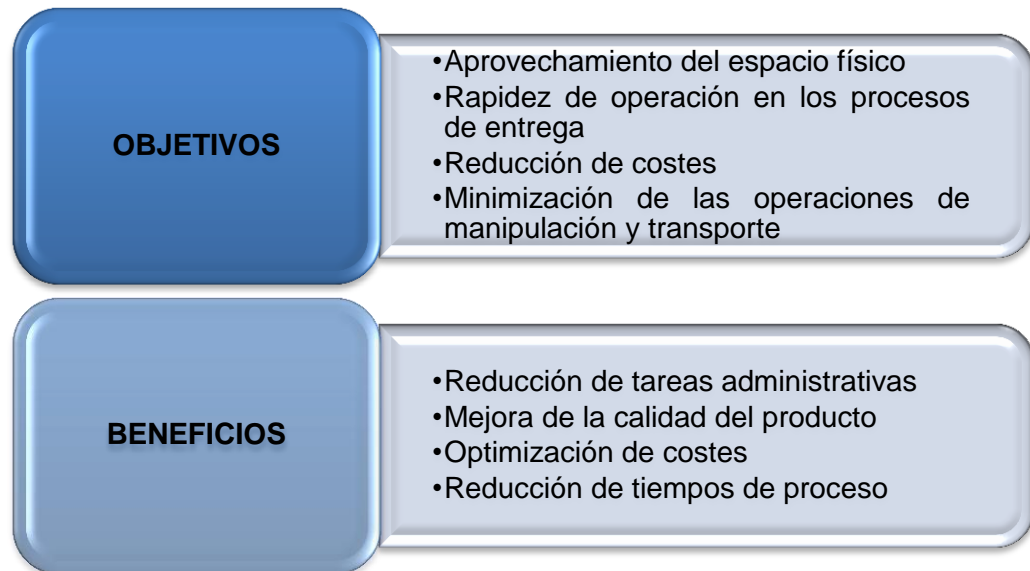
La gestión de almacenes se define como el proceso de la función logística que trata la recepción, almacenamiento y movimiento dentro de un mismo almacén, es decir, alistamiento de pedidos, empaquetado y despacho, hasta el punto de consumo de cualquier material (materia prima, producto terminado) así como el tratamiento e información de los datos generados.<sup>51</sup>La gestión indica donde y como deben ser almacenados los productos teniendo en cuenta técnicas que optimicen el uso de espacio y ayuden a mejorar la ejecución de los procesos internos.

Describir la importancia y los objetivos de una gestión dependen directamente de los fundamentos y principios que enmarcan la razón de ser de la misma, en este caso quien formula las cuestiones de fundamento y principio, es decir, quien determina los objetivos de la gestión de almacenes, es la gestión de inventarios, ya que define qué, cuánto, cuándo, dónde, cómo, cada cuanto, debe ser almacenado. Bajo ese orden de ideas, se plantean objetivos y beneficios que genera la implementación de la gestión de almacenes, ver figura xx. Gestión de almacenes.

---

<sup>51</sup>PRICEWATERHOUSECOOPERS. En: Manual de Almacenes [en línea] Disponible en-<[http://www.programaempresa.com/empresa/empresa.nsf/0/e88d210e51f9371ac125705b002c66c9/\\$FILE/almacen1y2.pdf](http://www.programaempresa.com/empresa/empresa.nsf/0/e88d210e51f9371ac125705b002c66c9/$FILE/almacen1y2.pdf)>

Figura 29. Gestión de almacenes



Fuente: Diseño, optimización y gerencia de centros de distribución. Diego Luis Saldarriaga

## DISEÑO DE DISTRIBUCION FÍSICA

De acuerdo a Frazelle (2002<sup>a</sup>)<sup>52</sup>, los centros de distribución son un aspecto clave en las cadenas de suministro y desempeñan un papel muy importante en el éxito o fracaso de los negocios.

La primera razón de ser un almacén nace de la natural imposibilidad práctica de reducir a cero el lapso de tiempo entre la preparación para consumo de un elemento material y el acto en sí del consumo, bien por pura imposibilidad de

<sup>52</sup>FRAZELLE, E., 2002a. Supply Chain Strategy: The Logistics of Supply Chain Management. McGraw-Hill, New York. Citadopor :BAKER, Peter; CANESSA, Marco. 2009. Warehouse design: a structure approach

ajustar oferta con demanda, bien por las características del producto (perecederos, inflamables, etc.)<sup>53</sup>

Las operaciones en el almacén han evolucionado para ofrecer un mayor nivel de servicio al cliente, éstas son:

- ❖ Plataforma de transferencia ("Cross-docking").
- ❖ Servicios de valor agregado (etiquetado).
- ❖ Ensamble final de productos.
- ❖ Logística inversa.

Los almacenes o centros de distribución no sólo son críticos desde el punto de vista de las actividades de servicio al cliente, sino que también son significativos desde el punto de vista de los costos. Investigaciones realizadas en EEUU indican que los costos de capital y costos operativos representan alrededor del 22% del total de los costos logísticos, mientras que estudios europeos indican que estos costos oscilan alrededor del 25 % (ELA/AT Kearney, 2004)<sup>54</sup>.

Rouwenhorst et al. (2000)<sup>55</sup> opinan que es imperativo para el éxito de las organizaciones que los CEDIS sean diseñados de tal forma que funcionen efectivamente, es decir, que cumplan sus funciones principales con un uso eficiente de recursos. Esto en particular es muy importante ya que los costos en gran medida son determinados en la fase de diseño.

---

<sup>53</sup>PRICEWATERHOUSECOOPERS.En: Manual de Almacenes [en línea] Disponible en<[http://www.programaempresa.com/empresa/empresa.nsf/0/e88d210e51f9371ac125705b002c66c9/\\$FILE/almacen1y2.pdf](http://www.programaempresa.com/empresa/empresa.nsf/0/e88d210e51f9371ac125705b002c66c9/$FILE/almacen1y2.pdf)>

<sup>54</sup> ELA European Logistics Association/AT Kearney Management Consultants,2004.Differentiation for performance,DeutscherVerkehrsVerlagGmbH, Hamburg. Citadorpor: BAKER, Peter; CANESSA, Marco. 2009. Warehouse design: a structure approach

<sup>55</sup>ROUWENHORST, B., Reuter, B., Stockrahm, V., van Houtum, G., Mantel,R., Zijm, W., 2000. Warehouse design and control: Framework and literature review. European Journal of Operational Research 122 (3),515–533.CitadorporBAKER, Peter; CANESSA, Marco. 2009. Warehouse design: a structure approach

Por otro lado, de acuerdo con Hassan (2002)<sup>56</sup> el diseño de distribución física del almacén o CEDI debe considerar no solo la asignación de los productos en los espacios de almacenamiento, sino también el arreglo o la disposición de las áreas funcionales, el número y la localización de los muelles de carga/descarga, el número de pasillos y sus dimensiones, su orientación, los requerimientos de espacio, el patrón de flujo dentro de la bodega, y las zonas de alistamiento de pedidos.

El diseño de la distribución física de un almacén o CEDI es una tarea compleja por varias razones:

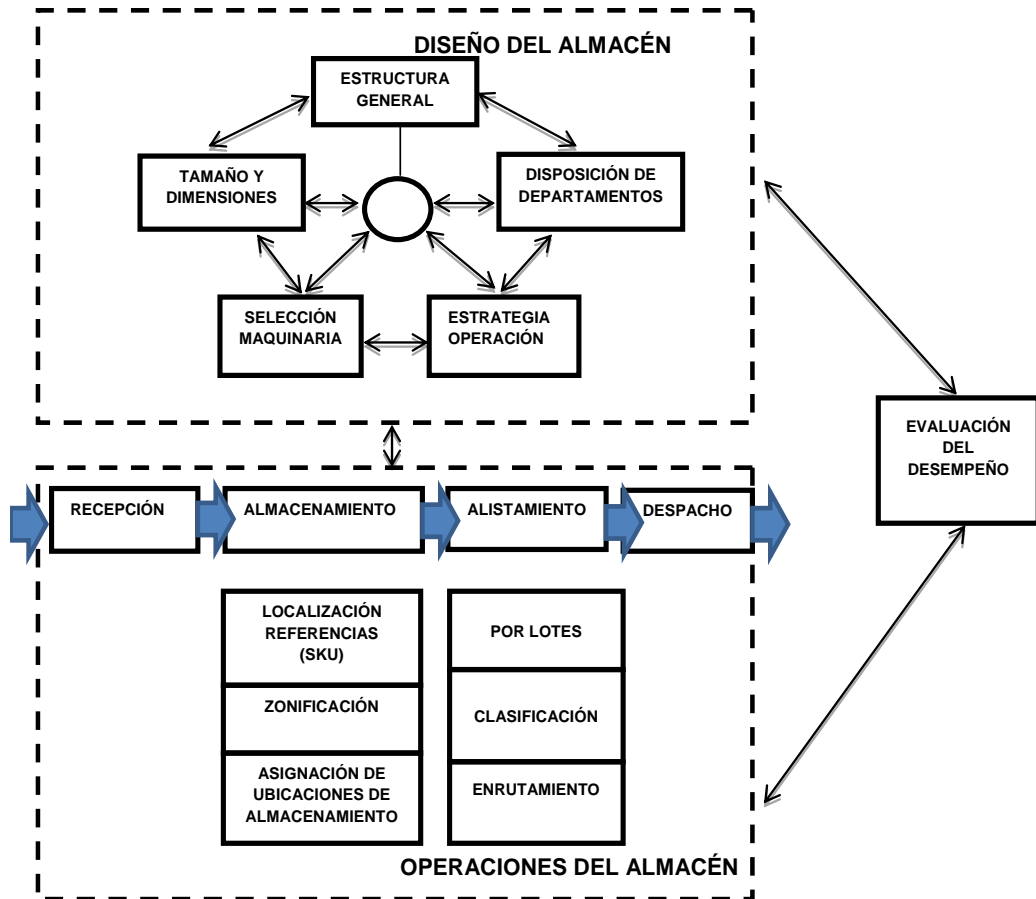
- El número de decisiones en cuanto al diseño representan problemas combinatorios que hacen que la solución óptima sea difícil de alcanzar.
- Varias operaciones (alistamiento de pedidos, “cross-docking” y servicios de valor agregado) y factores como la demanda, las características físicas de los productos, las unidades de carga, atención a mercados globales, el manejo de materiales, y el justo a tiempo (JIT) influyen en el tiempo de recorrido, costos de manejo de materiales y el “throughput” del CEDI. Estas operaciones y factores deben ser considerados en el diseño.
- Las operaciones y factores mencionados anteriormente interactúan y ésta interacción debe ser considerada en el diseño.

Un esquema que clasifica los problemas de planeación operativa en el diseño del CEDI se muestra en la figura 30.

---

<sup>56</sup>HASSAN, Mohsen. 2002. A Framework for the design of warehouse layout. *Facilities* 20 (13/14), 432-440

Figura 30. Guía para el diseño de bodegas y problemas operacionales



Fuente: The forward reserve warehouse sizing and dimensioning problem  
JinxiangGu(2005)

### Objetivos de la distribución física (Layout)

El objetivo del diseño de un centro de distribución se enfoca en un rápido flujo de materiales y la optimización de mano de obra, sobre todo en el proceso de alistamiento de pedidos, de acuerdo a lo anterior se debe considerar la estrategia de entradas y salidas y el tipo de almacenamiento que sea más efectivo, dadas las

características de los productos, el método de transporte interno, la rotación de la mercancía, el nivel de inventario a mantener y pautas propias de la preparación de pedidos.

Las decisiones que se tomen desde la gestión de almacenes deben estar acordes a lo que se espera con el diseño de la distribución física, planteando los siguientes objetivos:

- Aprovechar eficientemente el espacio disponible
- Reducir al mínimo la manipulación de materiales
- Facilitar el acceso a las unidades almacenadas
- Facilitar el control de las cantidades almacenadas

## **METODOLOGÍAS DE DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN FÍSICA**

Un determinado número de libros y artículos acerca del diseño de bodegas fueron identificados durante la revisión de literatura y son expuestos en orden cronológico en la tabla 45. Metodologías de diseño de distribución física. En general describen el proceso de diseño en una serie de pasos o etapas, variando desde tres (3) hasta veinte (20) pasos en número.

Según Heskett et. al (1973)<sup>57</sup> los principales aspectos del diseño de bodegas se describe en tres etapas: determinar los requerimientos, diseñar el sistema de manejo de materiales y desarrollar la distribución de bodega.

Apple (1977)<sup>58</sup> opina que los diseñadores de instalaciones se enfrentan a una tarea bastante compleja debido a las interacciones y relaciones que existen entre

---

<sup>57</sup>HESKETT, J., Glaskowsky, N., Ivie, R., 1973. Business Logistics, Physical Distribution and Materials Handling, second ed. Ronald Press, New York. Citadopor: BAKER, Peter; CANESSA, Marco. 2009. Warehouse design: a structure approach

<sup>58</sup>APPLE, J., 1977. Plant Layout and Material Handling, third ed. John Wiley, New York. Citadopor: BAKER, Peter; CANESSA, Marco. 2009. Warehouse design: a structure approach

las actividades del diseño y sugirió un procedimiento de 20 pasos para el diseño de instalaciones que puede ser adaptado a los 12 pasos mostrados en la Tabla 41.

Tabla 41. Metodologías de diseño de distribución física

HESKETT et al. (1973)	APPLE (1977)	FIRTH et al. (1988)	HATTON (1990)	MULCAHY (1994)	OXLEY (1994)	GOVINDARAJ et al. (2000)
Determinar requerimientos del almacén		Identificar las funciones de la bodega	Determinar la tarea a realizar (Recolección de datos)		Definir los requerimientos del sistema	
	Obtener datos	Recolectar datos y hacer proyecciones	Analizar la cantidad de productos	Recolectar datos	Definir y obtener datos	Reunir y analizar datos
	Analizar datos		Analizar el movimiento de los productos	Analizar datos	Analizar datos	
					Establecer las unidades de carga a utilizar	
Diseñar el sistema de manejo de materiales y el diseño de instalaciones	Diseñar los procesos	Desarrolle métodos alternativos	Desarrolle conceptos alternativos	Establecer parámetros de diseño	Determinar procedimientos y métodos de operación	Determinar requerimientos funcionales
	Planear el patrón de flujo de los materiales	Combinar alternativas funcionales en un solo sistema		Considerar alternativas de manejo de material, maquinaria y conceptos	Considerar características y tipo de maquinaria	Tomar decisiones
Desarrollar la distribución física de las instalaciones	Calcular los requerimientos de maquinaria y equipo				Calcular capacidad y cantidad de maquinaria	
	Planear las áreas de trabajo			Identificar áreas administrativas	Definir servicios y operaciones auxiliares	
	Seleccionar maquinaria de manejo de materiales			Desarrollar alternativas de diseños de distribución física	Preparar posibles diseños de distribución física	
	Determinar requerimientos de almacenamiento		Desarrollar el sistema administrativo (métodos y procedimientos)		Evaluar y calcular	Realizar la especificación detallada y la optimización
	Planear actividades auxiliares y de servicio	Seleccionar el sistema total			Identificar el diseño más apropiado	Repetir los pasos anteriores
	Determinar requerimientos de espacio					
	Distribuir las áreas en el espacio total					
	Construir el diseño de distribución física					

Fuente: Elaboración propia

ROUWENHORST et al. (2000)	ROWLEY (2000)	RUSHTON et al. (2000)	BODNER et al. (2002)	HASSAN (2002)	WATERS (2003)	RUSHTON et al. (2006)
Definir conceptos	Definir requerimientos del sistema y restricciones de diseño	Definir requerimientos del sistema y restricciones de diseño		Especificar el tipo y propósito de la bodega		Definir los requerimientos del negocio y las restricciones de diseño
Recolectar datos	Definir y obtener datos relevantes	Definir y obtener datos	Reunir datos	Pronóstico y análisis de la demanda	Estimar demanda	Definir y obtener datos
	Analizar datos	Analizar datos	Clasificar datos	Establecer políticas operativas	Pronóstico de los movimientos en la bodega	Formular un horizonte de planeación
	Establecer unidades de carga	Establecer unidades de carga		Determinar niveles de inventario		Definir los principios operativos
Definir especificaciones funcionales	Postular opciones operativas del sistema	Postular operaciones y métodos básicos	Determinar decisiones de alto nivel	Clasificar los productos por clases	Comparar la maquinaria y equipo disponible	Evaluar el tipo de maquinaria disponible
Definir especificaciones técnicas	Considerar características de maquinaria	Considerar características de maquinaria	Defina especificaciones estructurales de alto nivel	Departamentalizar y realizar una distribución física general	Calcular requerimientos de espacio	Preparar distribuciones físicas internas y externas
Seleccionar maquinaria y recursos	Calcular las necesidades de maquinaria	Calcular las necesidades de maquinaria		Dividir en áreas de almacenamiento	Definir la cercanía de los productos	Definir los procedimientos operativos
	Definir otros servicios auxiliares	Calcular las necesidades del personal		Diseñar sistemas de manejo de materiales		Evaluar flexibilidad del diseño
Desarrollar la distribución física	Realizar un borrador de distintas distribuciones físicas	Realizar un borrador de distintas distribuciones físicas		Diseñar los pasillos	Realizar un bosquejo de la distribución física	Calcular necesidades de maquinaria

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42. Principios del flujo de materiales

PRINCIPIO	DESCRIPCIÓN
Unidad máxima	Cuanto mayor sea la unidad de manipulación, es decir, la unidad de carga, menor número de movimientos deberá realizar y por lo tanto se empleará menor mano de obra
Recorrido mínimo	Cuanto menor sea la distancia recorrida en la recolección de un pedido, menor será el tiempo del movimiento. En caso de instalaciones automatizadas, menor será la inversión a realizar
Espacio mínimo	Cuanto menor sea el espacio requerido, menor será el recorrido
Tiempo mínimo	Cuanto menor sea el tiempo de las operaciones, menor es la mano de obra requerida y por tanto mayor es la capacidad de respuesta
Manipulación mínima	Cada manipulación debe añadir el máximo valor al producto, es decir se debe procurar eliminar todas aquellas manipulaciones innecesarias que no agreguen valor
Agrupación	Si se pueden agrupar las actividades, mayor será la unidad de carga y el uso de recursos se realizará de forma adecuada, es decir, mayor será la eficiencia obtenida
Balance de líneas	Todo proceso no equilibrado implica que existen recursos sobredimensionados

Fuente: The principles of warehouse design. BAKER, Peter.

Firth et. al (1988), Hatton (1990) and Mulcahy (1994) siguen un enfoque similar a los autores previos, pero también incorporan aspectos como el reconocimiento del centro de distribución en la red de distribución global y la comparación de enfoques alternativos (abarcando objetivos organizacionales, tipos de maquinaria y equipo y distribuciones de bodega).

Oxley (1994)<sup>59</sup> sugiere una lista de pasos bastante comprensiva que incorpora aspectos claves mencionados por los autores anteriores, empieza por definir los requerimientos generales de la cadena de suministro, incluyendo factores como el nivel de servicio al cliente y restricciones de tiempo en la implementación. Igualmente resalta la recolección y análisis de datos como etapas claves e introduce un nuevo paso que consiste en establecer las unidades de carga a manejar seguido de la generación de alternativas de métodos operativos, tipos de maquinaria y equipo y distribuciones de bodega. De igual forma incluye una amplia etapa de simulación para evaluar el impacto de los distintos volúmenes despachados e identificar las consecuencias en el resto de la cadena de suministro. Se hace hincapié en el hecho de que aunque los pasos son expuestos en orden, el proceso de diseño global es iterativo.

Se hace énfasis en que el diseño de una bodega debe centrarse en los requerimientos de almacenamiento y manejo de materiales.

Esta misma lista de pasos para el diseño de bodegas o CEDIS es expuesta por Rowley (2000)<sup>60</sup> y Rushton et al. (2000)<sup>61</sup>, en las cuales Oxley fue coautor y contribuyente.

Rouwenhorst et al. (2000)<sup>62</sup> también exponen que generalmente el proceso de diseño sigue una serie de etapas consecutivas. Sin embargo, agrupan las actividades dentro de esas etapas en una metodología jerárquica, identificando decisiones a nivel estratégico, táctico y operativo. Ellos proponen que estos niveles de decisiones deben ser considerados en secuencia.

---

<sup>59</sup>OXLEY, J., 1994. Avoiding inferior design. *Storage Handling and Distribution* 38 (2), 28–30. Citadopor: BAKER, Peter; CANESSA, Marco. 2009. *Warehouse design: a structure approach*

<sup>60</sup> ROWLEY, J. 2000. *The principles of warehouse design*, second Ed. The institute of logistics and transport, Corby. Citadopor: BAKER, Peter; CANESSA, Marco. 2009. *Warehouse design: a structure approach*

<sup>61</sup> RUSHTON, A.; OXLEY, J.; CROUCHER, P. 2000. *The Handbook of logistics and distribution management*, second ed. Kogan page, London. Citadopor: BAKER, Peter; CANESSA, Marco. 2009. *Warehouse design: a structure approach*

<sup>62</sup>ROUWENHORST, B; et al. (2000). *Warehouse design and control: framework and literature review*. *European Journal of operational research*. 122 (3). 515-533

De cuatro (4) a cinco (5) pasos son identificados por Govindaraj et al. (2000) y Bodner et al. (2002), incluyendo la reiteración de estos pasos como un proceso cíclico. Los autores exponen su futura intención de usar estos pasos para desarrollar herramientas computacionales que faciliten el diseño de bodegas. Govindaraj et al. (2000) propone un modelo que comprende cinco (5) módulos: un *módulo de proyección* (base de datos); *módulo de bodega* (incluye cargas unitarias y detalles de maquinaria y equipo); *módulo de control y flujo* (abarcando el movimiento dentro de la bodega); *módulo operativo* (un diseño específico); y un *módulo de costos*.

Waters (2003) coincide con algunos de los autores anteriores en que los pasos en el diseño de bodegas no representan una secuencia estricta.

Rushton et al. (2006) perfeccionó los pasos en sus primeras ediciones para dar importancia a la flexibilidad en el diseño de bodegas. La etapa de los requerimientos del negocio incluye el concepto de planificación de escenario y esto conduce a un paso de evaluación de la flexibilidad del diseño.

Algunas conclusiones planteadas por los autores acerca de las metodologías mencionadas anteriormente son:

- Es reconocido el hecho de que el diseño de distribución de bodega es bastante complejo.
- Los autores abordan ésta complejidad describiendo el paso a paso de los enfoques propuestos.
- Todos los pasos de cada una de las metodologías están interrelacionados y existe un grado de necesidad de reiteración entre los mismos.
- Es bastante probable que no sea posible identificar la solución óptima debido al número de posibilidades que se presentan en cada etapa de las metodologías.

Existen diferencias en la exactitud de los pasos de las metodologías descritas anteriormente debido a que algunos enfoques son más exhaustivos que otros. Sin embargo, la mayoría siguen un patrón común y de hecho, estos pasos parecen no haber cambiado mucho con el paso del tiempo.

### **Metodología de Rushton et al. (2006)**

El diseño de una bodega y su sistema de manejo de materiales requiere una serie de etapas o pasos, empezando con la definición de los requerimientos del sistema y sus restricciones, y terminando con la evaluación del diseño seleccionado. Aunque la metodología tiene un orden secuencial, el proceso de diseño es iterativo y requiere revisar nuevamente los pasos ya desarrollados durante el proceso y calcular las interacciones que ocurren.

El proceso de diseño según Rushton et al. (2006) comprende los siguientes pasos:

- ***Definir los requerimientos del negocio y restricciones de diseño***

Se deben considerar:

- Tendencias en el mercado/industria.
- Objetivos corporativos.
- Plan de negocio.
- Rol del centro de distribución.
- Otras estrategias relacionadas.
- Niveles de servicio al cliente.
- Factores externos (Entorno de negocio).

Respecto a las restricciones:

- Tiempo para construir y operar la bodega en una fecha específica.
- Financiero, por ejemplo, el capital disponible que la empresa tenga destinado para el proyecto.

- Técnico, por ejemplo, que la tecnología a implementar sea compatible con la tecnología existente en la compañía.
- Requerimientos legales.

- **Definir y obtener datos**

La cantidad requerida de datos y su exactitud sobre los cuales se basa el diseño definen cuan bien se acoplan los resultados con la expectativa del diseño.

Los datos requeridos para el diseño pueden incluir:

De los productos:

- Manejo de materiales y otras características relevantes, dimensiones, peso, temperatura, y otras restricciones.
- Unidades de empaque y cargas unitarias.
- Niveles de inventarios para los SKU (Máximos, promedios, mínimos y variaciones estacionales); Throughput (Máximos, promedios, mínimos y variaciones estacionales); Cargas unitarias (Caja, estiba, metro cúbico)
- Proyecciones de crecimiento y tendencias.
- Niveles de servicio en función del tiempo, para completar ordenes de pedidos; perfil de órdenes de pedido, frecuencias de pedido, entre otros.
- Llegada/despacho de la mercancía: Tamaño de los vehículos, tipos, frecuencias, tiempos, cargas unitarias a manejar, transporte propio o tercerizado.
- Operaciones en la bodega: Operaciones básicas a llevarse a cabo y servicios o actividades auxiliares.
- Requerimientos de área externos: Seguridad de las instalaciones, como porterías; Parqueaderos para los camiones y su maniobrabilidad.

- **Formular una base de planeación**

Los datos necesarios deben agruparse y analizarse para que el diseñador formule los sistemas y métodos operativos apropiados, maquinaria, distribución física, nivel de personal requerido, costos. Los datos deben ser presentados de varias maneras, incluyendo gráficos y cuadros, tablas, esquemas, análisis estadístico, y redes.

- ***Definir los principios operacionales***

Las operaciones básicas que se llevarán a cabo dentro de la bodega deben ser definidas específicamente antes de determinar la maquinaria y equipo a usar, el espacio o el nivel de personal requerido para las operaciones.

- ***Evaluar el tipo de maquinaria y equipo***

Para poder determinar la maquinaria y equipo apropiado para una aplicación en particular se requiere estar al tanto de la disponibilidad de la misma y de entender las características básicas de operación de los distintos tipos de maquinaria.

El enfoque para la selección de la maquinaria y equipo comprende las siguientes etapas:

- Cálculo inicial del nivel de automatización (dependiendo de los beneficios que brinde).
- Determinación de las características requeridas para la operación.
- Árboles de decisión (ayudan a definir un criterio para la selección de la maquinaria y equipo).

- ***Preparar las distribuciones físicas tanto internas como externas de la bodega***

Los principios generales de la distribución física interna son:

- Patrones lógicos de flujo con cruces de flujos mínimos y sin marchas atrás en los movimientos de la mercancía, basándose en análisis de movimientos, generalmente en línea recta a través de la bodega.

- Minimizar la cantidad de movimientos tanto para el personal como para la maquinaria y equipo.
- Aprovechar la utilización del volumen de espacio al máximo.
- Buena accesibilidad a la mercancía.
- Sistema de trabajo seguro.
- Una decisión fundamental es adoptar ya sea un patrón de flujo en línea recta o una configuración en U.
- Finalmente, considerar si en el futuro habrá una expansión de la bodega, con una distribución física que no se interrumpa en caso de que se tenga que implementar la expansión.

Los principios generales de la distribución física externa son:

- Acceso de los vehículos.
- Seguridad
- Vías de acceso y movimiento.
- Áreas de maniobra y espera.

- ***Preparar o redactar procedimientos operativos y requerimientos del sistema de información***

Una vez está definido la maquinaria y equipo y la distribución física, es importante redactar los procedimientos operativos. Además, se debe definir claramente los requerimientos del sistema de información. Ésta decisión es la base para la especificación del sistema de administración de la bodega.

- ***Evaluar la flexibilidad del diseño***

La flexibilidad del diseño debe ser evaluada por medio del planteamiento de escenarios para lograr una cadena de suministro ágil.

- ***Calcular las cantidades de maquinaria y equipo***

Basados en el flujo del material dentro de la bodega y la selección de la maquinaria, se puede calcular la cantidad de los equipos requeridos. Para el

equipo de almacenamiento, por ejemplo, el número de estibas a almacenar. Los requerimientos del sistema de manejo de materiales están basados en el movimiento del material dentro de la bodega, incluyendo variaciones estacionales y picos en la demanda.

Usando los niveles de inventario y “throughput” y las características operativas del equipo, los cálculos de los requerimientos de equipo son generalmente sencillos cuando se tiene en cuenta operación por operación.

- **Calcular el nivel de personal requerido**

El nivel de personal requerido está íntimamente relacionado con el equipo móvil requerido. Claramente el nivel de personal debe establecerse como parte del diseño y para hacer un cálculo real de los costos involucrados.

- **Calcular costos operativos y de capital**

En este punto se pueden calcular los costos operativos y de capital. Frecuentemente es útil agruparlos bajo los siguientes aspectos:

- Edificación, incluyendo el terreno, la instalación, impuestos locales, servicios de seguridad y mantenimiento.
- Maquinaria y equipo (estático y móvil), su mantenimiento y costos operacionales.
- Personal administrativo y operativo.
- Sistema de información (hardware y software) incluyendo costos de implementación y mantenimiento.

- **Comparar el diseño contra los requerimientos del sistema y restricciones**

Los objetivos originales de diseño y restricciones habrán de haber definido los requerimientos comerciales, financieros y técnicos que va a tener la nueva bodega, y éstos definen el criterio principal para calcular el propósito del diseño.

Los requerimientos básicos de capacidad de almacenamiento, dimensiones de la instalación, distribución física, niveles del personal, y costos operativos y de capital pueden ser validados en esta etapa.

Es muy importante no solo asegurar que el diseño funciona de acuerdo al plan de negocio, sino también identificar cómo, y a que costo, los otros escenarios pudiesen ser considerados. El uso de la simulación es de gran beneficio en esta etapa del diseño.

- ***Finalizar el diseño seleccionado***

Como todo proceso de diseño, habrá inevitablemente un proceso de iteración para revisar nuevamente los requerimientos de diseño, y verificar que el grado de acoplamiento entre los requerimientos y los resultados es el esperado. El diseño seleccionado debe presentarse con todos sus procesos operativos, servicios auxiliares, maquinaria y equipo seleccionado, niveles de personal, costos operativos y de capital, y diseños gráficos de las instalaciones para exponerse ante la junta directiva para su aprobación.

Una vez es aprobado el proyecto, todas las actividades de implementación deben ser coordinadas por un director de proyectos.

## **DISEÑO INTERNO DE CENTROS DE DISTRIBUCIÓN**

En todo centro de distribución existen cuatro (4) zonas que deben estar perfectamente delimitadas de acuerdo a su operación, estas son: recepción, almacenamiento, alistamiento de pedidos y despacho. Es muy común encontrar que estas zonas se subdividan en una o varias áreas en función de las actividades que se realicen, el volumen de mercancía que se maneje, número de referencias,

etc. Según Saldarriaga (2012)<sup>63</sup> las zonas que debe tener un centro de distribución con sus respectivas áreas son las que se muestran en la tabla 43.

Tabla 43. Zonas del centro de distribución

ZONA	ÁREA
Zona de recepción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de calidad</li> <li>• Área de clasificación de mercancía</li> <li>• Área de adaptación de mercancía</li> </ul>
Zona de almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Productos de baja rotación</li> <li>• Productos de alta rotación</li> <li>• Productos especiales</li> <li>• Área de selección y recogida de mercancía</li> <li>• Área de reposición de existencias</li> </ul>
Zona de alistamiento de pedidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas integradas: picking en estantería</li> <li>• Áreas de separación: picking manual</li> </ul>
Zona de despacho	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Área de consolidación de pedidos</li> <li>• Área de embalaje de mercancía</li> <li>• Área de control de salidas</li> </ul>
Zonas auxiliares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Devoluciones</li> <li>• Área de materiales obsoletos o que no se estén utilizando</li> <li>• Área de oficinas o administración</li> <li>• Área de servicios</li> </ul>

Fuente: Diseño, Optimización y gerencia de centros de distribución. *Almacenar menos, distribuir más.*

<sup>63</sup>SALDARRIAGA, Diego Luis. Diseño, Optimización y gerencia de centros de distribución. *Almacenar menos, distribuir más.* Biblioteca Gestión cadena de suministro. 2012

## POLÍTICAS DE ALMACENAMIENTO

En ocasiones las condiciones del negocio hacen necesario que los productos sean almacenados antes de ser alistados para cumplir con las órdenes de pedido requeridas por el cliente. Existen varios factores que influyen en la política de almacenamiento como por ejemplo, la política de alistamiento de pedidos, tamaño y distribución física del área de almacenamiento, el sistema de manejo de materiales, las características físicas de los productos, tendencias en la demanda, rotación de los productos y requerimientos de espacio. Sin embargo, es extremadamente difícil para un humano considerar todos los factores simultáneamente para obtener la mejor política de almacenamiento.<sup>64</sup>

Según De Koster (2007)<sup>65</sup> “Antes de realizar una asignación del espacio de almacenamiento, se deben considerar las actividades del alistamiento de pedidos que se van a dar en ése lugar de almacenamiento”.

El problema de gestión de almacenes y más concretamente, la asignación de ubicaciones de almacenamiento, ha representado un problema crítico en la gestión e investigación de operaciones, Hausman et al (1976) se refiere al problema de la asignación de ubicaciones.

En las últimas décadas, algunos autores han dedicado varias publicaciones al modelado de métodos eficaces que buscan optimizar el uso de espacio y los procedimientos del manejo de materiales en términos de la gestión de inventarios, todos coinciden que los dos criterios básicos y más usados para la organización de almacenes son: el almacenamiento dedicado, en donde cada ítem tiene

---

<sup>64</sup>CHAN, Felix T.S., H.K. Chan. Improving the productivity of order picking of a manual-pick and multi-level rack distribution warehouse through the implementation of class-based storage

<sup>65</sup> DE KOSTER, René, et al. (2007). Design and control of warehouse order picking: a literature review. European Journal of Operational Research 182(2), 481-501

ubicación fija, y el almacenamiento aleatorio en el que las ubicaciones de la mercancía son escogidas aleatoriamente, según lo expuesto por De Koster (2007).<sup>66</sup>

Investigaciones realizadas a lo largo del tiempo demuestran que el proceso de alistamiento de pedidos es el proceso más laborioso o intensivo de toda la bodega, ya que representa aproximadamente el 55% del total de los gastos operativos de una bodega Tompkins et al. (1996).<sup>67</sup> De acuerdo con Chackelson (2005)<sup>68</sup>, hay tres reglas operacionales que influyen en el desempeño operativo del sistema de alistamiento de pedidos: Política de almacenamiento, ordenes de pedido por lotes, y ruteo. Con base en lo anterior, el proceso de alistamiento de pedidos representa una gran oportunidad de mejora en términos de eficiencia. Es por esto que la disposición de la mercancía según Chin-Ho<sup>69</sup> en el lugar adecuado de almacenamiento (política de almacenamiento) representa la primera oportunidad de mejora para el proceso de alistamiento de pedidos.

### **Áreas de almacenamiento de reserva y de alistamiento**

Cuando existe la necesidad de mejorar el proceso de alistamiento en términos de rapidez, resulta práctico en muchos casos separar el área de almacenamiento o “Reserve area” del área de alistamiento o “forward area”. El área de alistamiento es restringida: entre más pequeña sea ésta, más pequeño será el tiempo promedio de viaje del operario cuando alista un pedido. Es muy importante decidir cuántas del total de las referencias serán almacenadas en el área de alistamiento

---

<sup>66</sup>BATTISTA, C.; FUMI, F. et al. (2011). Storage Location Assignment Problem: implementation in a warehouse design optimization tool

<sup>67</sup>HUANG, Chao-Jung; HSIEH, Ling-Feng. 2004. STORE PLANING FOR REFORMING ORDER PICKING EFFICIENCY IN DISTRIBUTION CENTRES.

<sup>68</sup>CHACKELSON, C. ; ERRASTI, A. ; CIPRES, D. ; ÁLVAREZ, M. J.Improving Picking Productivity by Redesigning Storage Policy Aided by Simulations Tools. 2005

<sup>69</sup>CHIN HO, Ying; CHYUN CHEN, Jia and FEN KUO, Wan. The Effects of Storage Assignment and Routing Policies on the Order-Picking Performance of a Distribution Center

o “forward area” y en donde almacenarlas. Este tema es mejor conocido en la literatura como “forward-reserve problem”.

Existe una variedad de alternativas para la asignación de los productos dentro de las áreas de almacenamiento (Reserve area) y alistamiento o (forward area). A continuación se describen las seis políticas más utilizadas:

- Almacenamiento aleatorio.
- Almacenamiento dedicado.
- Almacenamiento por clases.
- Almacenamiento por rotación.
- Almacenamiento al primer lugar vacío disponible.
- Almacenamiento por familias de productos.

## **DESCRIPCIÓN DE POLÍTICAS DE ALMACENAMIENTO**

### **Almacenamiento aleatorio**

Ésta política consiste en almacenar la mercancía que llega a la bodega de manera aleatoria (igual probabilidad de selección de los espacios disponibles del área de almacenamiento). Esta política tiene la ventaja de aprovechar al máximo la utilización del espacio (o bajo requerimiento de espacio) a expensas de incrementar la distancia de viaje en el alistamiento de pedidos; solo funciona con un entorno operativo totalmente computarizado.

### **Almacenamiento dedicado**

Una de las desventajas de esta política reside en el hecho de tener que reservar un espacio en el área de almacenamiento para cada tipo de producto o SKU incluso si no hay existencias de estos mismos. Además, se debe reservar espacio suficiente para cada producto hasta el máximo de inventario calculado a mantener para ese producto. Debido a lo anterior, esta política requiere el máximo de

espacio disponible para almacenar generando esto una baja utilización del espacio.

Una ventaja de esta técnica es que el operario se familiariza con la localización de los productos. Finalmente, esta política puede ser de gran ayuda si los productos tienen pesos distintos, por ejemplo, productos que son bastante pesados deben localizarse en el primer nivel de estantería y los productos livianos en los niveles más altos.

### **Almacenamiento por clases**

Consiste en la combinación de algunos de los métodos mencionados anteriormente. En el control de los inventarios, una forma clásica de agrupar los productos en clases basándose en su “popularidad” es el método de Pareto. La idea consiste en agrupar los productos en clases de tal forma que los productos que más tienen movimiento o rotan constituyen alrededor del 15% del total de los productos almacenados pero contribuyen alrededor del 85% de sus movimientos.

Cada clase es por tanto asignada a un lugar dedicado o fijo de la bodega. El almacenamiento en cada área o clase es aleatorio y las clases son determinadas por alguna medida de la frecuencia en la demanda de los productos, como COI o volumen de alistamiento. Los productos que más se mueven generalmente se clasifican como ítems-A, la siguiente clase se llama Ítems-B, y así sucesivamente. Frecuentemente las clases son solo tres, pero puede existir en algunos casos que existan más de estas tres clases.

Es importante mencionar la política de almacenamiento óptima o más adecuada depende de la política de alistamiento o ruteo (también del tamaño de la bodega y el número de SKU alistados por cada viaje).

### **Almacenamiento por familias de productos**

Se basa en las relaciones que existen entre los productos que el cliente solicita, por ejemplo, existen clientes que por lo general tienden a ordenar o solicitar un producto junto con otro. Claramente esta política de almacenamiento puede ser combinada con algunas de las políticas recién mencionadas como por ejemplo, utilizar una clasificación por clases y simultáneamente por relaciones entre los productos (correlación estadística).

## **PERFIL DE PEDIDOS**

El perfil de pedidos se realiza para determinar la ubicación más adecuada de la mercancía en una bodega de acuerdo a la forma como el cliente la solicita, debido a que se reducen distancias y tiempos de operación al momento de alistar un pedido. Frazelle (2002)<sup>70</sup> plantea el perfil de pedidos como la distribución de mezcla en las órdenes de pedido, porción de unidades de carga solicitadas, número de referencias por pedido y popularidad de productos.

### **Distribución de mezcla en las órdenes de pedido**

Existe una variedad de distribuciones de mezcla en las órdenes de pedido que ayudan a definir la estrategia operativa de la bodega. Tres de las más usadas son la mezcla entre familias de productos, distribución de las unidades de carga, es decir si se despacha por pallet completo, por cajas o por unidades y las porciones de unidades de carga solicitadas en los pedidos, lo que quiere decir que si se define un pallet como unidad de carga, la distribución está definida por el

---

<sup>70</sup>FRAZELLE, E., 2002a. Supply Chain Strategy: The Logistics of Supply Chain Management. McGraw-Hill, New York. Citadopor :BAKER, Peter; CANESSA, Marco. 2009. Warehouse design: a structure approach

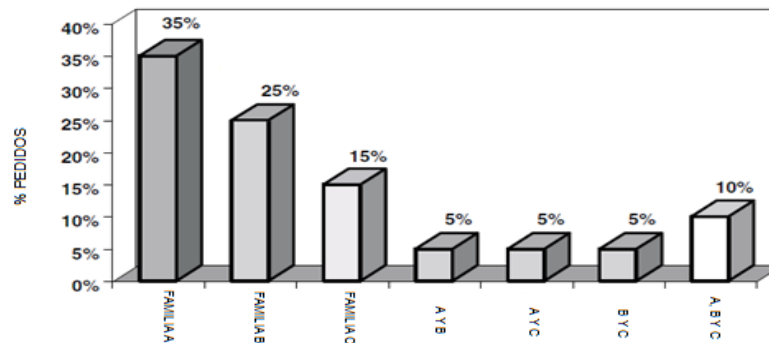
porcentaje de pallet que se despache. Para definir esa distribución de mezcla se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

### Mezcla entre familias de productos

En muchos casos, la estrategia operativa de la bodega está influenciada por la mezcla entre familias de productos, esto es, que los pedidos requieran productos de las distintas familias que se manejan. Si las órdenes son puras, es decir, que tienden a requerir productos de una sola familia, entonces es un indicador para dividir el área de almacenamiento según esas familias de productos y por lo tanto obtener una buena productividad y un buen nivel de servicio al cliente.

De acuerdo al ejemplo mostrado en la figura 6, el 75% de las ordenes de pedido pueden ser completadas de una sola familia de productos, sugiriendo que dividir el área de almacenamiento de acuerdo a esas familias de productos conducirá a una buena productividad, buen nivel de servicio al cliente y un buen desempeño de la densidad de almacenamiento.

Figura 31. Distribución de mezcla en las órdenes de pedido



Fuente: SUPPLY CHAINSTRATEGY: The Logistics of SupplyChain Management. Edward Frazelle

- **Distribución de las unidades de carga**

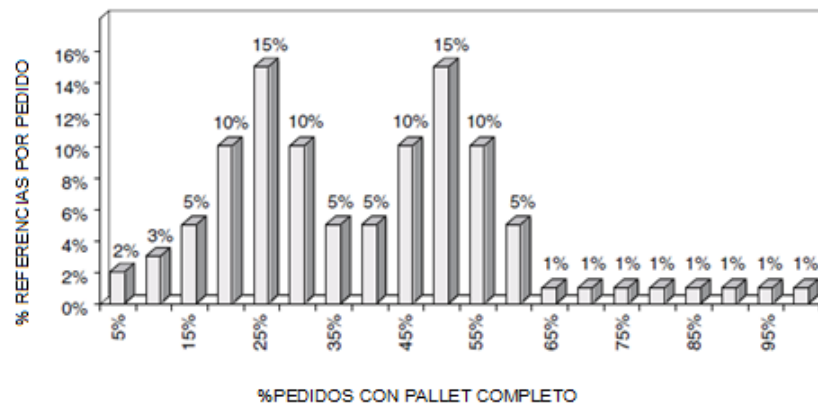
En algunas bodegas, el alistamiento de pedidos por pallet o por cajas se lleva a cabo en distintas áreas, se debe medir el porcentaje de órdenes que pueden ser completadas o despachadas por estiba completa, por cajas o mezclado, con el objetivo de determinar si se necesitan áreas separadas para favorecer la eficiencia de la operación.

De igual forma, se debe determinar el porcentaje de órdenes de pedido que son despachadas por cajas completas y por cajas abiertas (parte del contenido de la caja completa) para determinar si se justifica reservar un área para el alistamiento de pedidos por caja abierta.

- **Porciones de unidades de carga solicitadas en los pedidos**

Trata de determinar la porción de unidad de carga solicitada en la orden de pedido como se muestra en la Figura 32, bajo el supuesto que se define el pallet como unidad de carga.

Figura 32. Porciones de unidades de carga



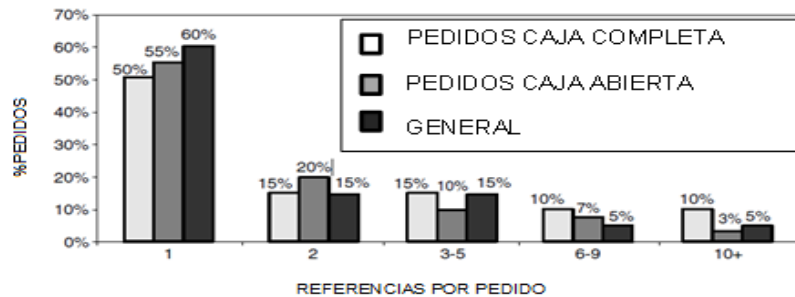
Fuente: SUPPLY CHAIN STRATEGY: The Logistics of Supply Chain Management. Edward Frazelle

Lo anterior con el fin de determinar las unidades de carga que deben ser definidas y así favorecer nuevamente el alistamiento de pedidos reduciendo el número de viajes y la manipulación de la mercancía.

### Número de referencias por pedido

El número de referencias por pedido ayuda a determinar la mejor forma de alistar las órdenes. Este análisis se puede complementar con el porcentaje de órdenes que pueden ser despachadas por cajas completas o cajas abiertas.

Figura 33. Número de referencias por pedido



Fuente: SUPPLY CHAIN STRATEGY: The Logistics of Supply Chain Management. Edward Frazelle

### PERFIL DE ACTIVIDAD DE LOS PRODUCTOS

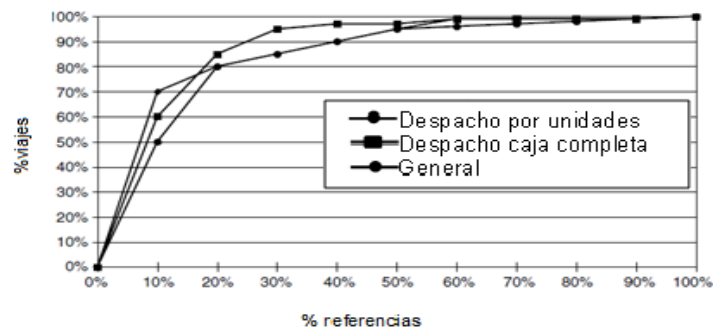
El perfil de actividad de los productos se usa primordialmente para asignar espacio de almacenamiento obteniendo los siguientes resultados:

- La política de almacenamiento para cada producto.
- El espacio requerido para cada producto.

### Popularidad de los productos

Así como una minoría de las personas en el mundo tienen la mayoría de las riquezas, una minoría de los productos en la bodega genera la mayoría de la actividad de alistamiento de pedidos. De acuerdo con la distribución de Pareto (también conocida como la curva ABC) y según el ejemplo de la Figura 34, se observa que aproximadamente el 10% de los productos representa el 70% de actividad de alistamiento de pedidos, el 50% de los productos representa el 90% de actividad de alistamiento y así sucesivamente. Lo anterior clasifica los productos en las categorías A, B y C en donde los productos A se ubican lo más cerca posible a la salida de la bodega, los productos B detrás de los productos A y así sucesivamente con el fin de minimizar las distancias recorridas en la actividad de alistamiento de los pedidos y por ende, optimizar el uso de los recursos.

Figura 34. Popularidad de referencias



Fuente: SUPPLY CHAINSTRATEGY: The Logistics of SupplyChain Management. Edward Frazelle

## PRINCIPIOS EN PROCESOS OPERACIONALES

### Proceso de recepción de mercancía

Teniendo en cuenta factores como: naturaleza de la mercancía, tipo de vehículos, costos de transporte, entre otros, el proceso de recepción se debe realizar de

forma ágil, segura y efectiva facilitando la manipulación de la mercancía dentro del centro de distribución al momento de almacenarla, alistarla y despacharla.

El proceso de recepción inicia cuando la mercancía se encuentra en la puerta del muelle designado en la bodega, hasta que se asigna una ubicación de almacenamiento y se dispone en ella.

Este es un proceso, que a pesar de llevarse a cabo al interior del centro de distribución, es vital para la imagen comercial de la empresa ya que si se reciben productos dañados y/o en cantidades no solicitadas, es muy probable que posteriormente se despachen de igual forma, dejando inconformes a sus clientes.<sup>71</sup>

### **Mejores prácticas**

Los principios de recepción a nivel mundial que se presentan a continuación se plantean como guía para hacer más efectivas las operaciones de recibo de mercancía buscando simplificar el flujo a través del proceso y el eficiente uso de recursos con una mínima manipulación de mercancía que reduzca errores, tiempo, y accidentes.

#### **➤ Envíos directos**

Esta práctica consiste en enviar desde el proveedor directamente al cliente la mercancía solicitada; por lo tanto, se elimina el consumo de recursos y con ello los errores y accidentes que pudiesen ocurrir.

#### **➤ Programación de recepciones**

Consiste en identificar tipo y cantidad de mercancía que llegará a la bodega antes de ser recibida para programar previamente las recepciones, logrando una eficiente asignación de recursos como muelles de descargue, mano de obra,

---

<sup>71</sup>FRAZELLE, Edward. SUPPLY CHAIN STRATEGY: The Logistics of Supply Chain Management. McGraw-Hill. 2002. p-243.

espacio de almacenamiento temporal, maquinaria y equipo, entre otros. Para esta programación se debe tener en cuenta las recepciones que consumen mayor cantidad de recursos para planearlas y así equilibrar la carga de trabajo.

➤ **Cross-docking (plataforma de transferencia)**

Se define como un sistema de distribución donde la mercancía es recibida en una plataforma de alistamiento y no debe ser almacenada sino preparada para posteriormente ser enviada al cliente. La estrategia se fundamenta en un flujo continuo de mercancía, ahorro de costos de manipulación, almacenamiento y transporte al interior del centro de distribución.

Al implementar esta estrategia se realizan las siguientes actividades de acuerdo a Frazelle (2002)<sup>72</sup>:

- Programar las entregas de mercancía a la bodega desde el proveedor: una de las primeras actividades a realizar es conocer previamente tipo y cantidad de mercancía que se recibirá, tiempo de traslado desde el proveedor al centro de distribución y hora del día que se acuerda recibir, así se logra planear la asignación de recursos disponibles para realizar el proceso de despacho al cliente.
- No inspeccionar ni almacenar la mercancía: el cross-docking elimina estas actividades dentro del centro de distribución porque supone entregas certificadas y una constante evaluación a proveedores. El principio de este sistema es no almacenar mercancía reduciendo costos de manipulación y optimizando espacio de almacenamiento.
- Asignar la mercancía entrante inmediatamente a las órdenes de pedido: al momento de recibir la orden de compra con la mercancía solicitada al

---

<sup>72</sup>FRAZELLE, Edward. SUPPLY CHAIN STRATEGY: The Logistics of Supply Chain Management. McGraw-Hill. 2002. p-243.

proveedor, se debe asignar a las órdenes de pedido del día y comenzar con el proceso de alistamiento.

- Desplazar la mercancía entrante directamente al muelle de despacho.

Las actividades como inspección, etiquetado y almacenamiento mayor a 24 horas son eliminadas al ejecutar esta práctica que para su efectiva operación requiere entregas certificadas, un sistema de información y dispositivos de identificación.

Para implementar una plataforma de transferencia o cross-docking en un centro de distribución, se debe realizar un estudio que logre identificar la mercancía adecuada para aplicar esta práctica. Según Murray (2012)<sup>73</sup> Debe cumplir con las siguientes características:

- Mercancía perecedera que requiera despacho inmediato.
- Entregas certificadas, es decir, mercancía que no requiere inspección durante el proceso de recepción.
- Mercancía previamente etiquetada desde el proveedor y está disponible para el despacho y la venta al cliente.
- Mercancía que se disponga para promociones.
- Mercancía proveniente de plantas de producción o almacenes previamente alistada y empacada según lo requerido en las órdenes de pedido.

De igual forma Frazelle (2002)<sup>74</sup> plantea que los pedidos pendientes por despacho, órdenes de pedidos especiales y de transferencia son candidatos para aplicarles cross-docking, debido a que el sentido de urgencia de procesar las órdenes es alto. Para esta implementación, la mercancía requiere estar pre-empacada y etiquetada desde el proveedor para entrega directa al cliente final.

---

<sup>73</sup>MURRAY, Martin. Cross docking in the warehouse. *About.com*. Disponible en <[http://logistics.about.com/od/tacticalsupplychain/a/cross\\_dock.htm](http://logistics.about.com/od/tacticalsupplychain/a/cross_dock.htm)>

<sup>74</sup>FRAZELLE, Edward. *Supply Chain Strategy. The logistics of supply chain management*. McGraw-Hill. 2002. p.247

➤ **Almacenamiento primario o directo**

Cuando a la mercancía no se le realiza Cross-Docking, la siguiente opción es almacenarla directamente para eliminar la actividad de inspección y así eliminar el consumo de recursos en esa actividad. Como se mencionó anteriormente, la bodega tiene la responsabilidad de asegurarle a la empresa que lo que el cliente solicita, es exactamente lo que se le entrega; al eliminar la actividad de inspección se debe contar con entregas certificadas por parte del proveedor.

➤ **Almacenamiento temporal**

Si el material requiere almacenamiento temporal ya sea para inspección o algún otro motivo, el área requerida para almacenamiento temporal puede minimizarse usando el espacio de almacenamiento, como por ejemplo, espacio libre en la estantería. Esta es la actividad del proceso de recepción que consume más espacio y mano de obra.

➤ **Preparación de la mercancía**

Una vez la orden de pedido se recibe, es muy importante que el tiempo de preparación sea mínimo para cumplir con el nivel de servicio planteado por la organización y la mercancía llegue al cliente de la misma forma en que la solicitó. Cualquier preparación previa de la mercancía que pueda realizarse para ser despachada en el momento en que se recibe debe hacerse. Algunas actividades de preparación son:

- *Empaque en cantidades solicitadas frecuentemente:* con base en un análisis del perfil de pedidos que se debe realizar para identificar la forma en la que el cliente está solicitando la mercancía, se pueden conformar cantidades que se solicitan frecuentemente al momento de la recepción como por ejemplo consolidar la mercancía en pallet completo o medio pallet, según su frecuencia de ocurrencia. Como estrategia comercial, los

clientes son incentivados con descuentos por realizar pedidos con esas cantidades.

- *Etiquetas de identificación:* para la correcta identificación de la mercancía que ingresa al centro de distribución, se recomienda adherirle su respectiva etiqueta al momento de su recepción ya que con esta actividad se verifica que lo que se solicitó al proveedor es lo que se almacenará para su posterior entrega al cliente. De igual forma facilita la realización de inventario.
- *Planeación de almacenamiento y transporte de mercancía:* para la mercancía que se recibe en el centro de distribución, se deben identificar características físicas como el volumen y peso para asignar recursos y ubicaciones de almacenamiento.

#### ➤ **Desplazamientos**

Toda mercancía que será almacenada en un mismo pasillo o estante, se recomienda enviarla en un solo viaje si es posible, teniendo en cuenta los recursos disponibles para realizar tal actividad, de esta forma se reduce la cantidad de viajes vacíos (sin mercancía) aumentando así la productividad.

## **PROCESO DE DESPACHO**

En el proceso de despacho de pedidos aplican muchas de las mejores prácticas mencionadas en la recepción de mercancía pero de forma inversa.

### **Mejores prácticas**

Los principios de despacho a nivel mundial que se enumeran a continuación se recomiendan para llevar a cabo el proceso con efectividad asegurando que se le entrega al cliente la mercancía que previamente solicitó, en la cantidad requerida.

### ➤ **Unidades de carga**

Para el despacho de mercancía se deben definir previamente unidades de carga adecuadas teniendo en cuenta el análisis del perfil de pedidos en cuanto a la forma como frecuentemente se despacha la mercancía, si por estiba completa, media estiba o unidades sueltas, para facilitar y minimizar su manipulación.

- *Cajas*: las opciones para consolidar cajas incluyen estibas de madera, plástico y metal. La ventaja de las estibas de plástico sobre las de madera incluye durabilidad e higiene, en cambio las estibas metálicas son diseñadas específicamente para soportar grandes pesos.

Los aspectos a tener en cuenta para la selección de la unidad de carga son: facilidad de manipulación y frecuencia en la que se despacha cierta cantidad.

- *Productos sueltos*: las opciones para consolidar productos sueltos incluyen canastas y se tienen en cuenta los mismos aspectos mencionados anteriormente para la selección de la unidad de carga de cajas.

### ➤ **Cuidado de productos**

Es una práctica muy importante porque lo que busca es asegurar la buena calidad de la mercancía que se le entregará al cliente.

- *Consolidación de productos sueltos*: se recomienda asegurar los productos en cajas o canastas para evitar contacto con superficies que afecten la calidad de los mismos, para esta actividad se debe asignar recursos para protección como por ejemplo icopor.
- *Consolidación de cajas*: esta actividad como se mencionó anteriormente se realiza en pallets de diferente material según la necesidad de la empresa y los recursos utilizados para la protección de la mercancía son cinta stretch o correas velcro para asegurar la estabilidad de la unidad de carga a movilizar evitando posibles accidentes.

## SISTEMA DE INFORMACIÓN

La función de un sistema de administración de almacenes es apoyar los procesos de almacenamiento en la cadena de abastecimiento. Su meta es encontrar la solución óptima a la configuración del almacén y agilizar el proceso de la gestión de inventarios. En la actualidad, este sistema de información ha evolucionado, debido a que se puede administrar desde las órdenes de pedido, los recursos, las ubicaciones de los materiales hasta integrar con el sistema financiero. Sin embargo, el propósito principal es controlar los movimientos y almacenamiento de productos y/o materiales y sus transacciones asociadas (Min, 2006)<sup>75</sup>.

Según Min (2006)<sup>76</sup> como mínimo un sistema de información debe:

- Administrar y controlar las ubicaciones y los recursos del almacén.
- Operar en tiempo real el control de los inventarios.
- Automatizar los procesos de recepción, almacenamiento y despacho de mercancía.

Sus ventajas serían minimizar las pérdidas de inventario, reducir los costos operativos, un control de operación en tiempo real e incrementará el nivel del servicio al cliente y la capacidad del almacén. Además el impacto fuera de la organización será positivo en cuanto a la distribución y el control de las ventas.

Debe señalarse que los sistemas de información pueden ser independientes o hacer parte de un sistema de planificación de recursos empresariales (ERP) y puede incluir una tecnología compleja como la identificación por radiofrecuencia (RFID) y/o reconocimiento de voz. Sin embargo, el principio básico del sistema de información sigue siendo el mismo que es proporcionar información para permitir un control eficaz de los elementos ubicados en el almacén.

---

<sup>75</sup>MIN, H. (2006) The applications of warehouse management systems: an exploratory study. journal International Journal of Logistics Research and Applications 9(2), pp 111 – 126

<sup>76</sup>Ibid.

Para empezar, la aplicación de un sistema de información es a veces complejo Faber (2002)<sup>77</sup> ya que requiere la recolección de los recursos del almacén como datos sobre las cantidades físicas, materiales, inventarios, así como la necesidad de definir las estrategias para el funcionamiento.

La decisión de cuál tecnología se deberá implementar en los nuevos centros de distribución está a cargo de la empresa, la cual tendrá en cuenta los resultados de los siguientes proyectos que contiene el proyecto de investigación raíz y las recomendaciones expuestas en el presente trabajo. Como información a continuación se podrán visualizar mejor las ventajas de cada una de las dos opciones de tecnología de identificación, código de barras y RFID.

## TECNOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN

La identificación de productos a través de la cadena de suministro a adquirido relevancia en el ámbito empresarial debido a que cada vez se presentan mayor cantidad de transacciones, se requiere información para la planeación y control de las operaciones y se ofrece la trazabilidad del producto como valor agregado y medio para satisfacer normas y requerimientos legales de operación.

La gestión de la cadena de suministro según Correa (2010)<sup>78</sup>(o *SupplyChain Management*), puede ser considerada como un concepto clave en el ámbito empresarial ya que permite coordinar y sincronizar los procesos logísticos críticos

---

<sup>77</sup>FEBER, Nynke. (2002) Linking warehouse complexity to warehouse planning and control structure: An exploratory study of the use of warehouse management information systems. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 32(5), 2002, pp 381 – 395

<sup>78</sup>CORREA, Alexander; ALVAREZ, Carlos Esteban; GÓMEZ, Rodrigo Andrés. Sistemas de identificación por radiofrecuencia, código de barras y su relación con la gestión de la cadena de suministro. Vol. 26. 115-141.2010

a través de flujos de información y productos, los cuales facilitan la integración y colaboración de los actores y la generación de ventajas competitivas a sus clientes. Por su parte, las tecnologías de código de barras y radiofrecuencia son sistemas de identificación de productos y captura de datos que contribuyen a que los flujos de información en la gestión de la cadena de suministro se realicen de manera eficiente y ágil.

## **GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO**

La gestión de la cadena de suministro es definida por Frazelle (2001) como el medio que permite la administración y orientación de las operaciones a través de planes que facilitan la colaboración, integración y coordinación entre sus actores (proveedores, productores, distribuidores y clientes).

Por su parte, Waters (2007) indica que la gestión de la cadena de suministro busca minimizar costos, aumentar valor al cliente final, eliminar cuellos de botella en los procesos logísticos, mejorar los tiempos de respuesta al consumidor y facilitar la trazabilidad, visibilidad e identificación de los productos.

## **SISTEMAS DE IDENTIFICACIÓN DE PRODUCTOS EN LA CADENA DE SUMINISTRO**

Según Cervera (2003)<sup>79</sup> estos sistemas suelen componerse de un elemento portador de la información, un lector y un sistema de información. A continuación se describen los principales sistemas de identificación de productos.

---

<sup>79</sup>Cervera, A. *Envase y embalaje* (2a ed.). Madrid: ESIC.2003

### **Clases de sistemas de identificación**

Actualmente existen diferentes sistemas de identificación que pueden ser utilizados según las necesidades y capacidades de las empresas que decidan implementarlos, a continuación se describen algunos utilizados en la cadena de suministro:

- **Sistemas de visión:** utilizan cámaras de videos o imágenes fotoeléctricas conectadas a un software que permiten la identificación de productos a través de sus características.
- **Reconocimiento óptico de caracteres:** están compuestos por formas impresas sobre los productos y son reconocidos por haz de luces que son traducidos por algoritmos computacionales para obtener la información.
- **El reconocimiento de voz humana:** según Monsó (1994)<sup>80</sup> es un sistema de identificación para reconocer palabras para obtener información de objetos y/o personas.
- **Sistemas de radiofrecuencias o RFID:** los cuales usan el principio de ondas de radio para identificar los productos.<sup>81</sup>
- **Código de barras** : es un sistema compuesto de líneas y espacios que sirve para la captura de información de productos.

### **SISTEMA DE CÓDIGO DE BARRAS**

GS1 Colombia define el código de barras como una herramienta que sirve para capturar información relacionada con la identificación de artículos, unidades

---

<sup>80</sup> Monsó, J. (1994). Sistemas de identificación y control automáticos: Sistemas de control del flujo físico. Madrid: Marcombo.

<sup>81</sup> GS1 Colombia (2008). Bar CodeTypes, GS1 International. Disponible en <<http://www.gs1.org>>

logísticas y localizaciones de manera automática; de igual forma puede ser utilizado para la identificación y control de documentos, personas u objetos en procesos de intercambio de información.

Este sistema es considerado como el más utilizado debido a sus costos y facilidad de implementación y variedad de aplicaciones que van desde el proceso de compras hasta la distribución, inventarios e información.

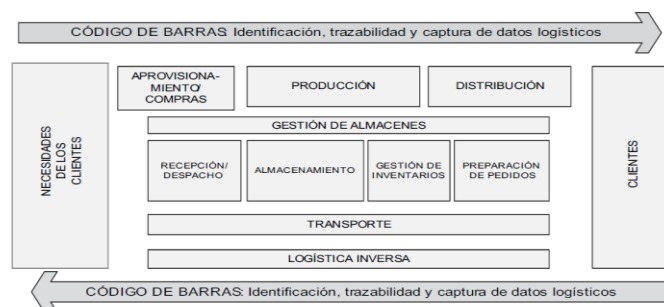
### Aplicaciones

El código de barras puede ser aplicado a través de la cadena de suministro y la logística en procesos como: compras, gestión de almacenes, administración de inventarios, producción, transportes y distribución como se muestra en la siguiente figura.

Las aplicaciones en la cadena de suministro pueden ser:

- Aprovisionamiento: identificación y seguimiento de órdenes, documentos de proveedores e identificación de los productos en los catálogos de compra. Lo anterior fue planteado por Muller (2003)<sup>82</sup>

Figura 35. Cadena de suministro y código de barras.



Fuente: Sistemas de identificación por radiofrecuencia, código de barras y su relación con la gestión de la cadena de suministro

<sup>82</sup>Muller, M. *Essential of Inventory Management*. Chicago. 2003.

- Según Ballou (2004)<sup>83</sup> el sistema por código de barras en el procesamiento de pedidos se utiliza para la identificación electrónica de información de los productos, lo que acelera y mejora la precisión en las operaciones.
- Para Lambert (2008)<sup>84</sup> en la gestión de almacenes se utiliza en la identificación de productos, estanterías y ubicaciones, alimentación del sistema de información logístico de la empresa, actividades de preparación de pedidos y trazabilidad, factores claves para atender las necesidades del cliente.
- En los procesos de despacho, transporte y distribución es utilizado para el registro y salida de mercancía de los almacenes y la trazabilidad de los productos a través de sus medios de transporte, desde los puntos de venta y canales de distribución.

A continuación en la Tabla 44 se muestran los diferentes tipos de códigos de barras que pueden ser implementados teniendo en cuenta las características de los productos y las necesidades de la empresa.

En conclusión, el código de barras es una herramienta que permite la identificación de productos en la cadena de suministro, basándose en software y hardware como etiquetas, impresoras, lectoras y sistemas de información.

## **SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA (RFID)**

Es una tecnología que usa ondas de radio para identificar productos de forma automática involucrando tags<sup>85</sup> que emiten señales de radio a unos dispositivos llamados lectores.

---

<sup>83</sup>Ballou, R. *Business Logistics management* (4a ed.). New York, NY: Prentice Hall.2004

<sup>84</sup>Lambert, D. *Supply Chain Management: Processes, Partnerships, Performance*. Kansas City, MO: SupplyChain Management Institute. 2008

<sup>85</sup>Etiqueta electrónica compuesta por circuitos integrados y antena miniatura.

Tabla 44. Tipos de códigos de barras

<b>EAN(European Article Number)</b>
- Usado en retail o tiendas minoristas. - Los más comunes son el EAN-13 y el EAN-8.
<b>RSS (Reduced Space Symbology).</b>
- Usado para productos de pequeño tamaño o difícil de marcar. - Puede ser leído en punto de venta. - Menor tamaño que el EAN. - Facilita la trazabilidad y autenticación de productos.
<b>ITF-14</b>
- Usado solamente para cajas de cartón corrugado. - No puede usarse en el punto de venta.
<b>GS1 DataBar</b>
- Escaneable en puntos de venta. - Menor tamaño que el EAN. - Aplicaciones sector salud.
<b>GS1-128 o EAN-128</b>
- Puede contener todas las características y atributos de identificación del producto. - No puede usarse en el punto de venta. - Uso para almacenamiento y control de inventario.
<b>GS1 DataMatrix</b>
- Es el único símbolo de matriz 2D. - Ampliamente utilizado en el sector salud.

Fuente: [www.gs1.org](http://www.gs1.org)

La implementación de este tipo de identificación ofrece beneficios como captura de información en tiempo real y en minimizar los errores en la identificación de los productos.

Las principales ventajas de la utilización de RFID según Singer (2006)<sup>86</sup> son: capacidad de almacenamiento de datos, la información contenida en los tags puede ser variable, varias etiquetas pueden ser leídas simultáneamente, no se hace necesario el contacto visual entre el lector y la etiqueta, las actualizaciones del inventario y las ubicaciones de los productos se pueden realizar en tiempo real, incremento en la exactitud y agilidad de operaciones y una identificación única del producto a través de la cadena de suministro.

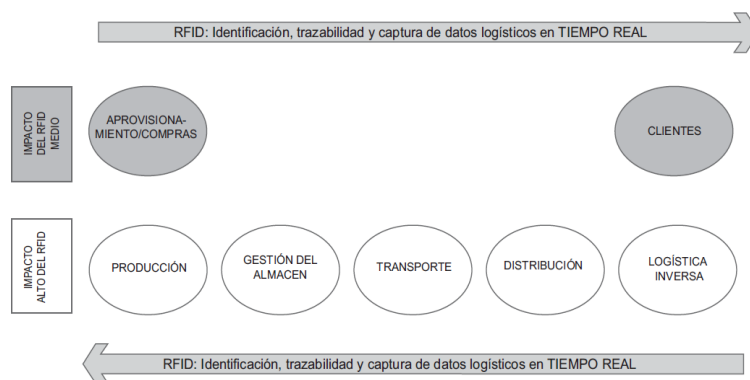
A pesar de las ventajas que genera el uso del RFID, entre las desventajas se encuentran: altos costos iniciales de implementación, reestructuración de procesos, capacitación de personal, existencia de sistemas de información compatibles y la baja exactitud en la lectura debido al nivel de madurez de la tecnología.

<sup>86</sup>Singer, T. (2006). *Looking Beyond the Technology on RFID Projects*. Kansas City, MO: TompkinsAssociates.

## Aplicaciones

La aplicación de esta tecnología supone un mejoramiento de operaciones, identificación y captura de información en tiempo real. En la siguiente figura se observa que el RFID puede ser utilizado en distintos procesos de la cadena de suministro, generando un impacto diferente en cada uno de ellos.

Figura 36. Cadena de suministro y RFID



Fuente: Sistemas de identificación por radiofrecuencia, código de barras y su relación con la gestión de la cadena de suministro

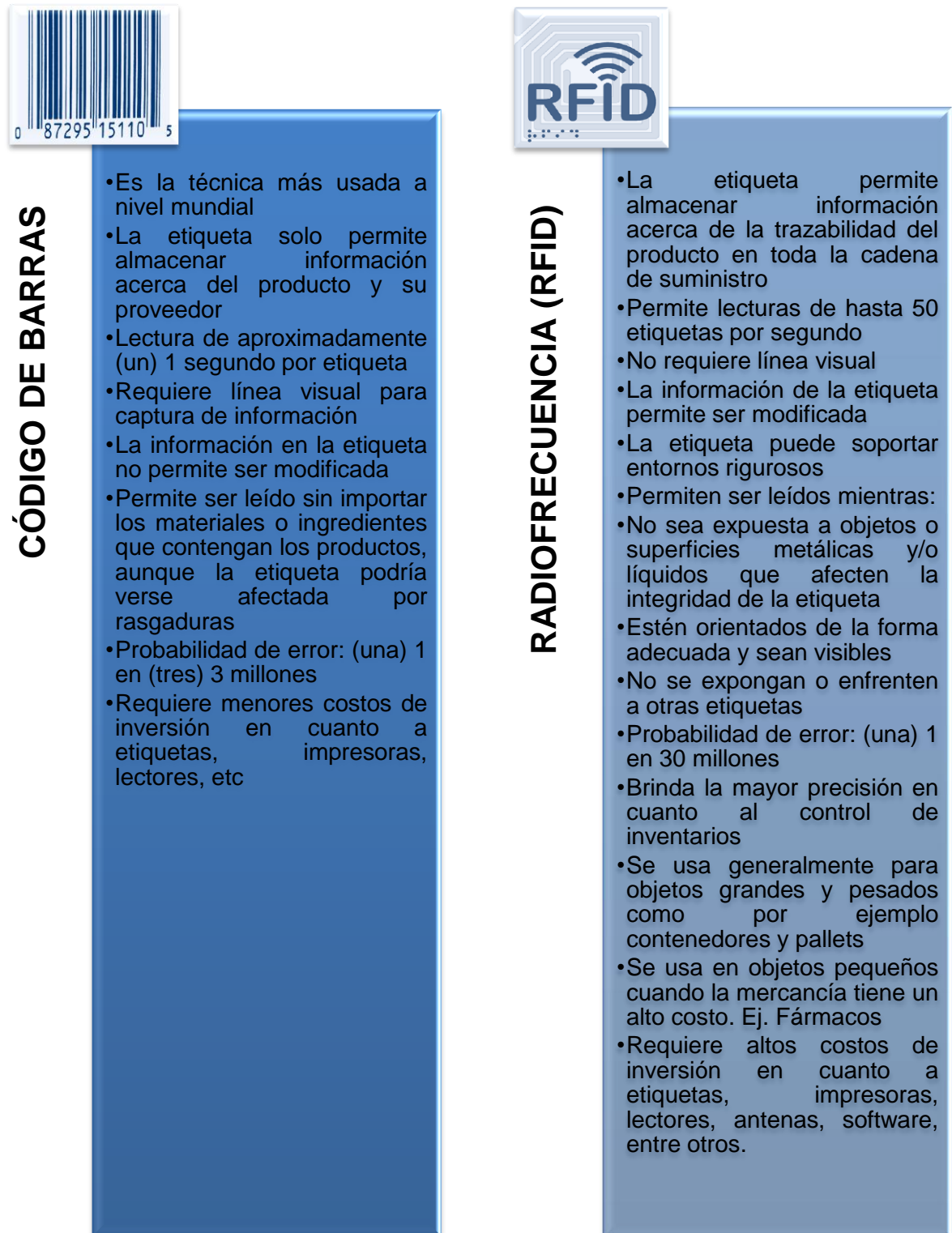
- El aprovisionamiento puede ser impactado cuando es usado para compartir información de inventarios y proveedores siendo más eficiente y eficaz.
- En la gestión de almacenes, el RFID contribuye a la mejora de la trazabilidad, actualización de inventarios en tiempo real, automatización de actividades y registro de información de los productos.
- En la gestión del transporte la tecnología de RFID suele ser empleada en los camiones, peajes y en la administración de flotas para monitorear la entrada y/o salida.

- La logística inversa con RFID proporciona información del producto y facilita su recuperación para su disposición, tratamiento, cambio y operaciones necesarias.

Se puede concluir que el RFID está compuesto por un conjunto de hardware y software que se deben configurar según las necesidades y aplicaciones en la cadena de suministro. Entre ellos están los lectores, antenas, sistemas de información e impresoras.

Dado lo anterior, se presenta en la Figura 37. Comparación entre tecnologías de identificación los aspectos más importantes al momento de implementarlos en una empresa para de esta forma poder realizar un breve análisis de las ventajas o desventajas que se generan de acuerdo a la operación en Comertex.

Figura 37. Comparación de código de barras y RFID



Fuente: Elaboración propia

## DISTRIBUCIÓN DEL FLUJO DE MERCANCÍA

De acuerdo con Saldarriaga (2012)<sup>87</sup>, Rushton (2006)<sup>88</sup> y Garavito (2012)<sup>89</sup> el flujo de la mercancía a través del centro de distribución puede ser básicamente de dos formas diferentes, en forma de U o en línea recta las cuales presentan características específicas. Existen algunas variantes de los flujos como por ejemplo en forma de L y en forma de T

### ✓ Flujo en U

Los muelles de recibo y despacho se sitúan en un solo costado de la instalación y se utilizan de manera simultánea y permiten compartir personal y equipos y facilitan el control y la supervisión. Esta configuración ofrece mayores beneficios cuando las actividades de recepción y despacho ocurren a diferentes horas del día.

### ✓ Flujo en línea recta

Esta configuración se utiliza cuando los muelles de recepción y despacho se encuentran en distintos costados de la bodega, cuando los productos que se almacenan tienen una alta rotación y cuando las operaciones tienen un alto volumen de flujo de mercancía. La característica más importante de esta configuración se deriva de la especialización de muelles, ya que uno se puede utilizar para recepciones de gran volumen mientras que el otro puede ser simplemente una plataforma de distribución para vehículos ligeros.

---

<sup>87</sup>SALDARRIAGA, Diego Luis. DISEÑO, OPTIMIZACIÓN Y GERENCIA DE CENTROS DE DISTRIBUCIÓN: Almacenar menos, distribuir más. Biblioteca gestión cadena de suministro. Primera edición. Medellín, Colombia 2012. P- 94

<sup>88</sup> RUSHTON, Alan. CROUCHER, Phil. BAKER, Peter. The handbook of logistics and distribution management. 3ª edición. P-325

<sup>89</sup> Garavito, Edwin. Artículo Sistemas de almacenamiento. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. P-28

Si se opera un almacén con entradas, controles y salidas separadas para la carga, se reduce la flexibilidad de la operación afectando la funcionalidad del diseño y obligando a largo plazo a una división funcional tanto del personal como del equipo destinado a la carga y descarga de vehículos.

✓ **Flujo en forma de T**

Esta configuración es una variante del sistema en forma de U, apropiado cuando la instalación se encuentra situada entre dos viales que permiten utilizar muelles independientes.

## SIMULACIÓN

Antoni Guasch et al (2006)<sup>90</sup>. En el libro *Modelado y simulación*, mencionan:

La simulación es una técnica que permite imitar mediante un software determinado el comportamiento de un sistema real o hipotético según ciertas condiciones particulares de operación.

Considerando como finalidad de los experimentos el estudio del comportamiento de un sistema en el dominio temporal, los sistemas pueden clasificarse en: continuos, discretos, orientados a eventos discretos y combinados.

- **Sistemas continuos:** las variables de estado del sistema evolucionan de modo continuo a lo largo del tiempo, considerando como variables de estado el conjunto mínimo de variables necesarias para caracterizar o

---

<sup>90</sup>GUASCH, Antoni; PIERA, Miquel Angel; CASANOVAS; FIGUERAS, Jaume. Modelado y simulación. 2006.

describir todos aquellos aspectos del interés del sistema en un cierto instante de tiempo.

- **Sistemas discretos:** Se caracterizan en que las propiedades de interés del sistema cambian únicamente en un cierto instante o secuencia de instantes, y permanecen constantes el resto del tiempo. La secuencia de instantes en los cuales el estado del sistema puede presentar un cambio obedece a un patrón periódico.
- **Sistemas orientados a eventos discretos:** al igual que los sistemas discretos, se caracterizan en que las propiedades de interés del sistema cambian únicamente en una secuencia de instantes de tiempo y, podemos considerar que permanecen constantes el resto del tiempo. La secuencia de instantes en los cuales el estado del sistema puede presentar un cambio obedece a un patrón.
- **Sistemas combinados:** aquellos que combinan subsistemas cuyas dinámicas responden a características continuas y discretas. Es el caso de los sistemas que poseen componentes que deben ser necesariamente modelados según alguno de dichos enfoques específicos.

Por otra parte, un buen modelo debe preservar las siguientes propiedades:

- Representar adecuadamente las características de interés del sistema.
- Representar la realidad de manera sencilla de modo que facilite su mantenimiento, adaptación y reutilización.

Los modelos de simulación suelen clasificarse de diferentes formas:

- Modelos estáticos respecto a modelos dinámicos

- Los modelos estáticos suelen utilizarse para representar el sistema en un cierto instante de tiempo; y en su formulación no se considera el avance del tiempo.

### Etapas de un proyecto de simulación

Tabla 45. Etapas de simulación

ETAPA	DESCRIPCIÓN
Formulación del problema	Define el problema que se pretende estudiar. Incluye por escrito sus objetivos.
Diseño del modelo conceptual	Especificación del modelo a partir de las características de los elementos del sistema que se quiere estudiar y sus interacciones teniendo en cuenta los objetivos del problema.
Construcción del modelo	Construcción del modelo de simulación partiendo del modelo conceptual y de los datos.
Verificación y validación	Comprobar que el modelo se comporta como es de esperar y que existe la correspondencia adecuada entre el sistema real y el modelo.
Análisis	Analizar los resultados de la simulación con la finalidad de detectar problemas y recomendar mejoras o soluciones.
Documentación	Proporcionar documentación sobre el trabajo efectuado.
Implementación	Poner en práctica las decisiones efectuadas con el apoyo del estudio de simulación.

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Tabla 46. Características físicas rollos

GRUPO	DIÁMETRO (Cm)	ANCHO (Cm)	CONTENIDO (m)	PESO UNITARIO(Kg/m)	PESO POR ROLLO (Kg)	VOLUMEN/ ROLLO (cm³)
ANTIFLUIDO	39	217	600	0,0775	46,5	259218,516
ASEO	35	150	250	0,3	75	144312,656
BAYETILLA	30	70	60	0,1418	8,51	49478,625
BORDADOS	21	135	100	0,1755	17,55	46757,3006
CAMISERO	18	151	81	0,2398	19,44	38423,6865
COLTESABANA	20	180	130	0,2054	26,7	56547
DACRON	10	151	49	0,1483	7,28	11859,1625
DEPORTIVA	26	150	143	0,2032	28,99	79637,025
DOBLE PUNTO	28	155	108	0,3318	35,8	95438,77
DRIL	27	164	118	0,4088	48,27	93896,2935
ENTRETELA	20	149	95	0,0775	7,28	46808,35
ETAMINA	36	140	138	0,1099	15,17	142498,44
FORRO	18	150	20	0,16	3,2	38169,225
GABARDINA	20	150	91	0,1672	16,42	47122,5
GENERO	22	250	200	0,286	57,2	95030,375
GUATA	84	151	38	0,1194	4,38	836782,506
INDIGO	31	159	128	0,5949	76,4	120004,515
LINO	18	148	67	0,2398	16,04	37660,302
LYCRA	30	160	30 (contenido en kg)	1	30	113094
LONA	29	155	100	0,3948	39,48	102377,558
PANA	23	150	60	0,475	52,25	62319,5063
PANTALONERO	29	165	110	0,31	34,1	108982,562
PERCHADO	39	152	52	0,3053	15,77	181572,417
PIQUE	26	175	77	0,3948	30,48	92909,8625
POLYBON	34	160	415	0,1005	38,29	145262,96
POPELINA	19	147	117	0,1627	19,11	41677,4951
PUNTO SENCILLO	25	173	180	0,3149	56,82	84918,6719
REFUERZO	38	143	151	0,1206	19,16	162173,655
RIB	30	156	96	0,333	31,52	110266,65
SATIN	9	150	45	0,1455	6,55	9542,30625
TAFETA	21	170	77	0,2985	23,08	58879,5638
TELA BOLSILLO	29	135	164	0,1513	24,86	89167,5506
TELA NO TEJIDA	32	407	574	0,054	28,69	327319,168
TELA PAÑAL	36	72	138	0,0899	12,41	73284,912
TELA TOALLA	43	70	83	0,3766	31,34	101651,086
VELO	9	150	45	0,1443	6,49	9542,30625

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47. Características físicas lámina

GRUPO	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ALTURA (cm)	UNIDADES/ BULTO	PESO UNITARIO (lámina)	PESO POR BULTO (Kg)	VOLUMEN (cm³)
LÁMINA	178	116	13,6	23	2,2251	51,1773	280812,8

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 5. POPULARIDAD DE REFERENCIAS

Debido a la extensión del documento, se muestran las primeras 50 referencias más populares.

Tabla 48. Primeras 50 referencias más populares

DESCRIPCIÓN	# FACTURAS	% DE FACTURACIÓN TOTAL	%ACUMULADO
POPELINA SUPERIOR TEÑIDO BLANCO A REF. 796-20	860	1,43%	1,43%
TELA NO TEJIDA SMS PGC 1450 MM 35 GR AZUL 635 A	580	0,97%	2,40%
DRIL VULCANO 160 TEÑIDO AZUL OSCURO A REF. 8215-472-79550	574	0,96%	3,35%
POLYBON SS TMC 1600 MM 50 GR NEGRO A	529	0,88%	4,23%
POLYBON SS TMC 1600 MM 90 GR NEGRO A	472	0,79%	5,02%
LONA IMPORTADA CRUDA APRESTADA A REF. 1199	471	0,78%	5,80%
PIQUE JAMAICA BLANCO A REF. 20017-1000	455	0,76%	6,56%
DEPORTIVA MONTECATINI BLANCO A REF. 0385-1000	391	0,65%	7,21%
POLYBON SS TMC 1600 MM 60 GR FUCSIA A R41	382	0,64%	7,85%
INDIGO IMPORTADO GAUCHO RIGIDO A REF. 1100-09-7Q-02	374	0,62%	8,47%
POLYBON SS TMC 1600 MM 60 GR NEGRO A	357	0,59%	9,07%
POPELINA SUPERIOR TEÑIDO AZUL OSCURO A REF. 796-26	345	0,57%	9,64%
DEPORTIVA MALLA ESTRELLA BLANCO A REF. 0509	327	0,54%	10,19%
INDIGO TRONIC FACTORY A REF. 1350-00-6Y-48	324	0,54%	10,72%
POLYBON SS TMC 1600 MM 70 GR NEGRO A	316	0,53%	11,25%
DACRON COMERTEX 147/149 CMS BLANCO	313	0,52%	11,77%
INDIGO TRONIC COMPANY RIGIDO A REF. 1200-00-00-55	313	0,52%	12,29%
POLYBON SS TMC 1600 MM 60 GR AZUL ZAFIRO A L 04	303	0,50%	12,80%
TELA NO TEJIDA SMS PGC 1450 MM 30 GR AZUL 635 A	300	0,50%	13,30%
POLYBON SS TMC 1600 MM 60 GR BLANCO A	298	0,50%	13,79%
TELA PAÑAL COMERTEX 700 MM TEÑIDO BLANCO A	295	0,49%	14,28%
BAYETILLA TEÑIDO ROJO A REF. 710171	290	0,48%	14,77%
TELA NO TEJIDA SS PGC 1600 MM 27 GR BLANCO A	286	0,48%	15,24%
POLYBON SS TMC 1600 MM 60 GR ROJO A R02	283	0,47%	15,71%
POLYBON SS TMC 1600 MM 70 GR BLANCO A	275	0,46%	16,17%
PUNTO SENCILLO BAVARA BLANCO A REF. 5J367-00000	265	0,44%	16,61%
DEPORTIVA VASCALANA BLANCO A REF. 2678-1000	255	0,42%	17,04%
POLYBON SS TMC 1600 MM 60 GR VERDE BICHE A G08	248	0,41%	17,45%
BAYETILLA TEÑIDO BLANCO A REF. 710170	240	0,40%	17,85%
POLYBON SS TMC 1600 MM 60 GR MORADO A R42	222	0,37%	18,22%
ENTRETELA E 018 TP 1500 MM 32 GR BLANCO A	220	0,37%	18,59%
POLYBON SS TMC 1600 MM 110 GR NEGRO A	218	0,36%	18,95%
POLYBON SS TMC 1600 MM 60 GR NARANJA A Y34	215	0,36%	19,31%
PERCHADO SEUL AZUL MARINO A REF. 0470-5980	214	0,36%	19,66%
TELA NO TEJIDA SMMS PGC 2100 MM 35 GMS AZUL 535 ANTIESTATICO	209	0,35%	20,01%
POLYBON SS TMC 1600 MM 60 GR BEIGE CLARO Y16 A	206	0,34%	20,36%
POLYBON SS TMC 1600 MM 60 GR CAFE A R31	203	0,34%	20,69%
POLYBON SS TMC 1600 MM 90 GR BLANCO A	203	0,34%	21,03%
DRIL VULCANO 160 TEÑIDO AZUL REY A REF. 8215-472-78280	193	0,32%	21,35%
POLYBON SS TMC 1600 MM 60 GR AZUL OSCURO A L 03	190	0,32%	21,67%
COBERTOR OSO POLAR TEÑIDO BLANCO A	187	0,31%	21,98%
DRIL VULCANO 160 TEÑIDO BLANCO A REF. 8215-472-00000	187	0,31%	22,29%
INDIGO IMPORTADO AMERICANO-KING NAVY 7.5 A REF. 983-8854575	187	0,31%	22,60%
INDIGO TWILL 7 A REF. 3210-3968-C7925	185	0,31%	22,91%
DRIL VULCANO 160 TEÑIDO VERDE CALI A REF. 8215-472-87493	183	0,30%	23,22%
POLYBON SS TMC 1600 MM 90 GR BEIGE CLARO Y16 A	182	0,30%	23,52%
DEPORTIVA MALLA KORONA BLANCO A	181	0,30%	23,82%
POLYBON SS TMC 1600 MM 60 GR VERDE MANZANA A G03	179	0,30%	24,12%

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 6. PERFIL DE PEDIDOS DE PRODUCTO TERMINADO

El perfil de pedidos determina la mejor forma de almacenar mercancía de acuerdo a como la solicita el cliente y así disminuir distancias recorridas al momento del proceso de alistamiento de pedidos.

Los datos que se tuvieron en cuenta para la realización del perfil de pedidos se pueden observar en la Tabla 46.

Tabla 49. Datos para el perfil de pedidos

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Pedidos facturados hasta junio de 2012	7857
Referencias vendidas	10475

Fuente. Elaboración propia

El análisis se realizó de la misma manera para la unidad estratégica de negocios materia prima, en donde se identificaron: mezcla entre líneas de producto, número de referencias por pedido y popularidad; para determinar la mejor distribución de la mercancía dentro del centro de distribución favoreciendo el alistamiento de pedidos.

La unidad estratégica de negocio producto terminado está dividida en tres (3) líneas, calzado, hogar y vestuario. La clasificación de cada una de ellas se muestra en las siguientes tablas, en donde se dividió cada línea en diferentes grupos, según lo planteado por el gerente comercial de producto terminado.

➤ **Unidad estratégica de negocio Producto terminado**

Tabla 50. Portafolio calzado

CASUAL DEPORTIVO
Sandalia infantil de descanso
Sandalia de ocasión
Zapato escolar
Bota industrial

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51. Portafolio hogar (Textil)

PRODUCTO	GRUPOS
TOALLA	Kimono
	Toalla grande
	Toalla mediana
	Toalla facial
	Limpiones cocina
SÁBANAS	Cubrelechos
	Almohadas
	Bayetillas
	Cobijas niño
	Rodapiés
	Protectores (Colchón y almohada)

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis se filtraron las bases de datos de recepciones y despachos de los códigos de las bodegas ubicadas en Girón y Bogotá, esto para el año 2011 hasta junio de 2012.

A continuación en la Tabla 49 se presenta la mezcla de líneas entre pedidos para proponer una forma de almacenamiento.

Tabla 52.Mezcla de líneas en pedidos

DESCRIPCIÓN	TOTAL
Pedidos con (1) una línea	7203
Pedidos con (2) dos líneas	645
Pedidos con (3) tres líneas	9
Pedidos facturados totales	7857
% MEZCLA	0,11%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo anterior, se presenta una mezcla del 0,11% en los pedidos, sugiriendo una división de la zona de almacenamiento por línea de productos y dentro de cada zona un almacenamiento aleatorio.

Como se puede observar en la tabla, el 80,18% de los pedidos facturados de la unidad estratégica de negocio producto terminado contiene entre cinco (5) y treinta (30) referencias.

Tabla 53.Referencias por pedido

NÚMERO DE REFERENCIAS	NÚMERO DE PEDIDOS	PORCENTAJE (%) DE FRECUENCIA	PORCENTAJE (%) ACUMULADO
5	2290	29,15%	29,15%
10	1301	16,56%	45,70%
15	1063	13,53%	59,23%
20	651	8,29%	67,52%
25	423	5,38%	72,90%
30	355	4,52%	77,42%
35	217	2,76%	80,18%
40	212	2,70%	82,88%

Fuente: Elaboración propia

Lo anterior se presenta por la estrategia comercial de vender el grupo de calzado por unidades, es decir, por pares, ya que cada caja de calzado contiene 5 pares.

## **ANEXO 7. ANÁLISIS Y PROPUESTA DE ALMACENAMIENTO EN ESTIBAS AUTOAPILABLES**

Frazelle (2002)<sup>91</sup> plantea que se debe realizar un análisis de acuerdo a la cantidad en la que se despacha la mercancía para medir el porcentaje de pedidos que contienen estiba completa o media estiba, con el objetivo de determinar si se necesitan áreas separadas para favorecer la eficiencia de la operación, reduciendo la manipulación de mercancía y optimizando la utilización de los recursos.

En el perfil de pedidos se observa que existe un bajo número de referencias saliendo del picking, es decir, un 83,42% de los pedidos contienen entre una (1) y dos (2) referencias y de igual forma un 82,30% de los pedidos contienen entre uno (1) y ocho (8) rollos; datos que llevan a concluir la baja complejidad de la operación e impide la recomendación de almacenar por estibas toda la mercancía.

Se realizó un análisis más detallado en cuanto a qué cantidad de referencias se despachan por estibas completas o medias estibas para recomendar el almacenamiento de las mismas en estibas autoapilables.

### **ESTIBAS AUTOAPILABLES**

Las estibas auto apilables<sup>92</sup> son una herramienta fundamental para productos que por sus características físicas se consideran de difícil manipulación y almacenamiento, ya que éstas se adaptan al producto agilizando de manera efectiva el recibo, despacho, transporte, manipulación y almacenamiento.

---

<sup>91</sup>FRAZELLE, Edward. SUPPLY CHAIN STRATEGY: The Logistics of Supply Chain Management. McGraw-Hill. 2002.

<sup>92</sup> Estibas auto apilables. Diseño e ingeniería metalmecánica Ltda. Disponible en <<http://www.dimetaltda.com/estibas.htm>>

Al ser un sistema de almacenamiento dinámico las estibas auto apilables ayudan a solucionar los picos de inventario que se puedan presentar; cuando el inventario disminuye, se pueden desarmar de manera eficiente, liberando hasta en un 80 % el espacio ocupado.

#### Estibas auto apilables



Fuente: [www.dimetaltda.com/estibas.htm](http://www.dimetaltda.com/estibas.htm)

Se decidió tener en cuenta las referencias de consumo frecuente porque son de las que se puede pronosticar su comportamiento de ventas en cantidades despachadas.

Las 458 referencias de consumo frecuente se organizaron de mayor a menor con base al número de facturas registradas durante el periodo analizado (2011- Junio 2012), es decir, teniendo en cuenta su popularidad<sup>93</sup> como se muestra en la tabla 54. Referencias de consumo frecuente opcionadas a almacenar en estibas auto apilables.

---

<sup>93</sup>Número de veces que una referencia aparece en la relación de facturas durante un período de tiempo

El criterio definido para filtrar en las referencias de consumo frecuente las candidatas a almacenar según su cantidad despachada, fue: referencias con al menos media estiba despachada por factura.

Antes de realizar el análisis, se define para cada una de las referencias candidatas el número de rollos que pueden ser estibados teniendo en cuenta sus dimensiones, peso y las características físicas de una estiba autoapilable, información que se aprecia en la tabla 54. Posteriormente se procede a analizar las cantidades despachadas para cada referencia en rollos por factura y por día definiendo como criterio para la selección que si un porcentaje mayor al 20% de los días se despacha al menos una (1) estiba o media estiba, según aplique, serán almacenadas y autoapiladas en las nuevas estibas para ser dispuestas en un área asignada. (Ver numeral Distribución física) Dicho criterio podrá ser modificado por la empresa según sus necesidades.

Tabla 54.Referencias de consumo frecuente opcionadas a almacenar en estibas auto apilables

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	FACTURA	# ESTIBAS	ESTIBAS POR FACTURA	ESTIBAS POR DÍA	FACTURAS POR DÍA
2000000659886	INDIGO IMPORTADO GAUCHO RIGIDO	374	476,3113959	1,27355988	1,31577734	1,033149
2000000814544	INDIGO TRONIC FACTORY A REF.1350-00-6Y-48	324	316,9094712	0,97811565	0,87544053	0,895028
2000000181523	BAYETILLA TEÑIDO BLANCO A REF. 710170	240	136,2115385	0,56754808	0,37627497	0,662983
2000000082998	PERCHADO SEUL AZUL MARINO A REF. 0470-5980	214	116,1675481	0,54283901	0,32090483	0,59116
2000000586687	TELA NO TEJIDA SMS PGC 2170 MM 35 GR AZUL 635	166	86,14423077	0,51894115	0,23796749	0,458564
2000000346632	TELA BOLSILLO 150 COMERTEX BLANCO A REF.7961011	110	63,64903846	0,57862762	0,17582607	0,303867
2000000814551	INDIGO GAUCHO BLACK CROSS RIGIDO 11 ONZ A REF.1100-00-10-02	99	133,8956323	1,35248113	0,36987744	0,273481
2000000876702	INDIGO GAUCHO AZUL RING 11 ONZ A REF.M2049C	77	49,98770272	0,64919094	0,13808758	0,212707
2000000476711	POLYBON SS TMC 1600 MM 13 GR NEGRO A	38	72,67548077	1,91251265	0,200761	0,104972
2000000000206	BORDADOS REFORTELT NT 1003 1200 MM 35 GR	33	46,8435	1,4195	0,12940193	0,09116
2000000192550	DRIL RIP STOP BPT A REF.4139	29	15,56220994	0,53662793	0,04298953	0,08011
2000000935218	TELA NO TEJIDA SS PGC 2600 MM 24 GR BLANCO A	15	12,33173077	0,82211538	0,03406555	0,041436
2000000015859	TELA NO TEJIDA SS PGC 2600 MM 40 GR BLANCO A	15	7,965240385	0,53101603	0,02200343	0,041436
2000000800400	PANA CORDUROY RIGIDO 8 CANALES 1.44 AZUL 5	8	3,971	0,496375	0,01096961	0,022099
2000000823980	PANA CORDUROY RIGIDO 8 CANALES 1.44 NEGRO	4	3,08275	0,7706875	0,00851588	0,01105

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55. Número de rollos por estiba para cada referencia

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ROLLOS POR ESTIBA
2000000659886	INDIGO IMPORTADO GAUCHO RIGIDO A REF. 1100-09-7Q-02	14
2000000814544	INDIGO TRONIC FACTORY A REF.1350-00-6Y-48	19
2000000181523	BAYETILLA TEÑIDO BLANCO A REF. 710170	23
2000000082998	PERCHADO SEUL AZUL MARINO A REF. 0470-5980	15
2000000586687	TELA NO TEJIDA SMS PGC 2170 MM 35 GR AZUL 635 A	18
2000000346632	TELA BOLSILLO 150 COMERTEX BLANCO A REF.7961011	23
2000000814551	INDIGO GAUCHO BLACK CROSS RIGIDO 11 ONZ A REF.1100-00-10-02	14
2000000876702	INDIGO GAUCHO AZUL RING 11 ONZ A REF.M2049C	14
2000000476711	POLYBON SS TMC 1600 MM 13 GR NEGRO A	17
2000000000206	BORDADOS REFORTELT NT 1003 1200 MM 35 GR REF.WK35G BLANCO	11
2000000192550	DRIL RIP STOP BPT A REF.4139	22
2000000935218	TELA NO TEJIDA SS PGC 2600 MM 24 GR BLANCO A	23
2000000015859	TELA NO TEJIDA SS PGC 2600 MM 40 GR BLANCO A	25
2000000800400	PANA CORDUROY RIGIDO 8 CANALES 1.44 AZUL 5	19
2000000823980	PANA CORDUROY RIGIDO 8 CANALES 1.44 NEGRO	19

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el autor, se muestran los resultados del análisis como una distribución de porciones de unidades de carga en los pedidos de cada una de las referencias candidatas. Ver figura 39. Distribución de unidades de carga por referencia.

De igual forma se muestra la distribución<sup>94</sup> de los días en que se despachó cada una, segundo criterio para seleccionar; el cual supone un porcentaje de al menos

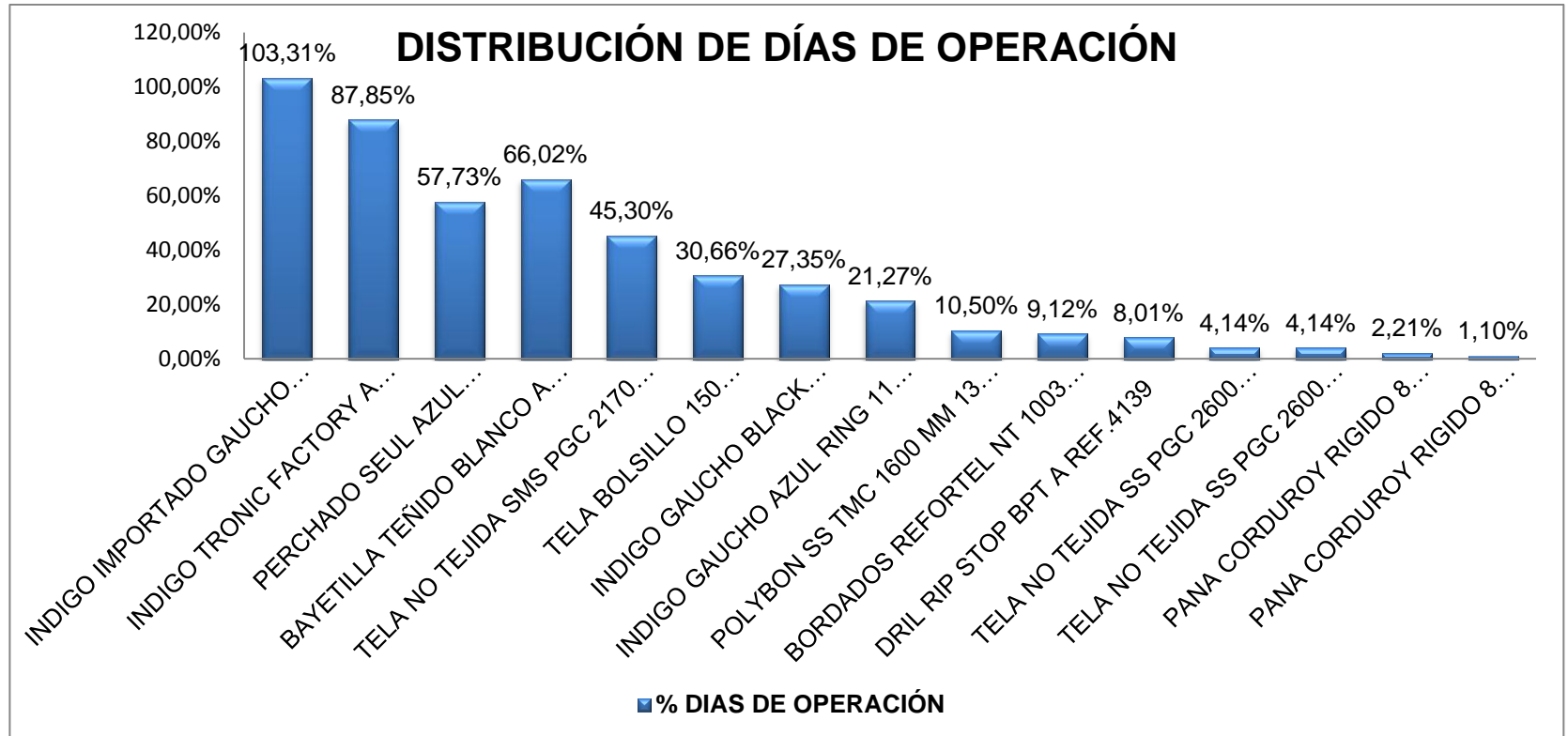
<sup>94</sup>Ver figura 38. Distribución de días de operación

el 50% de los días de operación<sup>95</sup> se despacha esa referencia, porque es lo que está generando movimientos dentro del centro de distribución, en este caso serían tres (3) movimientos semanales.

---

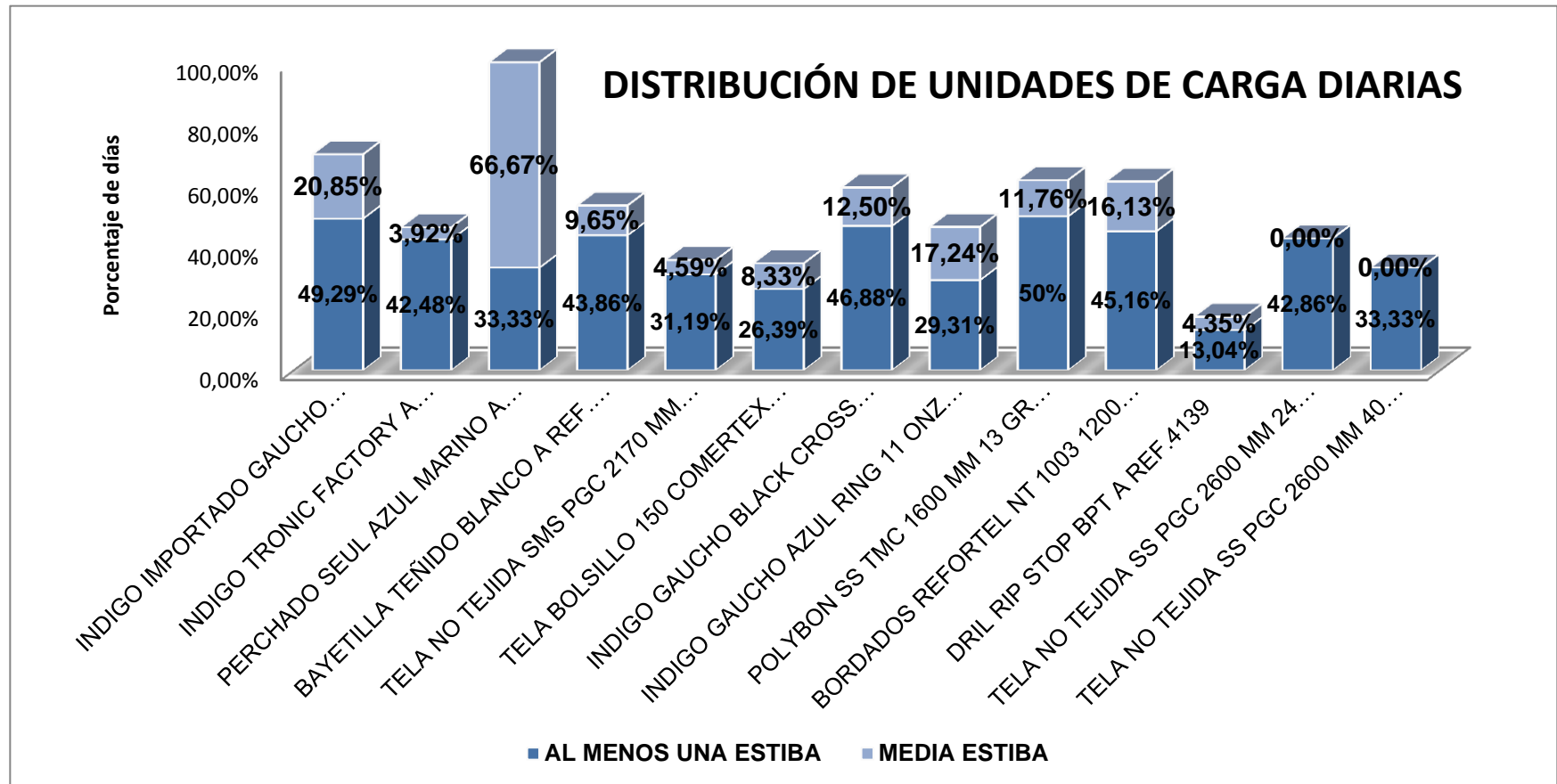
<sup>95</sup>362 días de operación en el período 2011-Junio 2012

Figura 38. Distribución de días de operación



Fuente: Elaboración propia

Figura 39. Distribución de unidades de carga por referencia



Fuente: Elaboración propia

Con base en las figuras 38 y 39, se presentan las referencias que cumplen con los criterios definidos (Ver tabla 56. Referencias seleccionadas) para proceder a definir la forma como se va a disponer de ellas dentro del centro de distribución.

Tabla 56. Referencias seleccionadas

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	DÍAS DESPACHADOS	#PEDIDOS FACTURADOS	% DIAS DE OPERACIÓN	DÍAS	
					AL MENOS UNA ESTIBA	MEDIA ESTIBA
2000000659886	INDIGO IMPORTADO GAUCHO RIGIDO A REF. 1100-09-7Q-02	211	374	103,31%	49,29%	20,85%
2000000814544	INDIGO TRONIC FACTORY A REF.1350-00-6Y-48	153	318	87,85%	42,48%	3,92%
2000000082998	PERCHADO SEUL AZUL MARINO A REF. 0470-5980	135	209	57,73%	33,33%	66,67%
2000000181523	BAYETILLA TEÑIDO BLANCO A REF. 710170	118	239	66,02%	43,86%	9,65%

Fuente: Elaboración propia

## CANTIDAD RECOMENDADA DE ESTIBAS AUTO APILABLES

Para definir la cantidad necesaria de estibas se analizaron los inventarios promedios mensuales del periodo definido de cada una de las referencias seleccionadas para almacenar en las nuevas estibas.

De igual forma se tuvieron en cuenta las características físicas de las estibas para calcular la cantidad de rollos por referencia que completan una estiba completa o media estiba, según indicara el análisis realizado.

En la siguiente tabla se define la cantidad de estibas que consume cada una de las referencias seleccionadas para almacenarlas en la zona de almacenamiento con estibas auto apilables.

Tabla 57. Número de estibas requeridas

DESCRIPCIÓN	INVENTARIO PROMEDIO (m)	INVENTARIO PROMEDIO (rollos)	NÚMERO DE ROLLOS POR ESTIBA	NÚMERO DE ESTIBAS
INDIGO IMPORTADO GAUCHO RIGIDO A REF. 1100-09-7Q-02	90490,35032	707	14,00344409	51
INDIGO TRONIC FACTORY A REF.1350-00-6Y-48	70525,536	551	19,10009183	29
PERCHADO SEUL AZUL MARINO A REF. 0470-5980	2524,388727	49	15,19357195	3
BAYETILLA TEÑIDO BLANCO A REF. 710170	38360,92759	639	23,11111111	28
			TOTAL	110

Fuente: Elaboración propia

Debido a que las referencias PERCHADO SEUL AZUL MARINO A REF. 0470-5980 y BAYETILLA TEÑIDO BLANCO A REF. 710170 no presentan inconvenientes en la manipulación, no se tendrán en cuenta como propuesta de almacenamiento de reserva, por lo tanto, el total de estibas será finalmente 80.

De acuerdo a los resultados mostrados anteriormente, el impacto de implementar el almacenamiento en una zona de reserva con estibas auto apilables en términos de espacio es el siguiente:

- Para el tipo de tela índigo, la cual por sus características físicas se debe almacenar en los primeros niveles de estantería, teniendo en cuenta lo recomendado por Baker (2010)<sup>96</sup>; se realizó el siguiente análisis para determinar el número de cajoneras disponibles y las que absorben todo el inventario analizado.

Se determinó el número de cajoneras requeridas teniendo en cuenta el volumen promedio ocupado por cada grupo de productos y el volumen de la cajonera definido para hallar los requerimientos del área de almacenamiento, posteriormente se halló la cantidad de estantes necesarios que almacenen todo el inventario promedio existente de índigo, para de esta forma medir en términos de espacio la propuesta de la zona de almacenamiento en estibas.

En la tabla 58. Análisis de índigo se podrán apreciar los resultados para una estantería convencional selectiva de 5 niveles y 7 cajoneras, cabe aclarar que no se justifica inversión en nueva estantería dado el análisis realizado en el perfil de pedidos de donde se concluyó que la operación de Comertex es de baja

---

<sup>96</sup>OLIVER, Mike; BAKER, Peter. The principles of warehouse design. Disponible en <<http://www.total-logistics.eu.com/logistics-news/other-news/the-principles-of-warehouse-design.html>>

complejidad.<sup>97</sup> El análisis no tiene en cuenta la zona de almacenamiento en estibas propuesta anteriormente.

Tabla 58. Análisis de índigo

	#CAJONERAS	# ESTANTES	OBSERVACIONES
<b>INDIGO</b>	335,9142766	47,9877538	Almacenando todo el índigo al primer nivel de estantería
<b>RESTO DE MERCANCÍA</b>	887,8020355	25,36577244	Almacenando toda la mercancía en estantería a excepción del índigo
<b>RESTO DE MERCANCÍA A PARTIR DEL SEGUNDO NIVEL</b>	887,8020355	31,70721555	Almacenando toda la mercancía a partir del segundo nivel a excepción del índigo
<b>CAJONERAS DISPONIBLES PARA INDIGO EN EL PRIMER NIVEL</b>	221,9505089	31,70721555	Teniendo en cuenta el # de estantes utilizados para almacenar toda la mercancía, se tienen disponibles en el primer nivel 222 cajoneras sólo para índigo

Fuente: Elaboración propia

<sup>97</sup>SALDARRIAGA, Diego Luis. DISEÑO, OPTIMIZACIÓN Y GERENCIA DE CENTROS DE DISTRIBUCIÓN: Almacenar menos, distribuir más. Biblioteca gestión cadena de suministro. Primera edición. Medellín, Colombia 2012. p-39.

## ANEXO 8. RESULTADOS ANÁLISIS REFERENCIAS A ALMACENAR EN LAS NUEVAS ESTIBAS

Tabla 59. Resultados referencias

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ROLLOS POR ESTIBA	DÍAS DESPACHADOS	#PEDIDOS FACTURADOS	% DIAS DE OPERACIÓN	FACTURAS				DÍAS			
						AL MENOS UNA ESTIBA	MENOS DE UNA ESTIBA	ESTIBA COMPLETA	MEDIA ESTIBA	AL MENOS UNA ESTIBA/DIA	MENOS DE UNA ESTIBA/DIA	ESTIBA COMPLETA/DI A	MEDIA ESTIBA/DIA
200000659886	INDIGO IMPORTADO GAUCHO RIGIDO A REF. 1100-09-7Q-02	14	211	374	103,31%	34,22%	65,78%	4,55%	16,04%	49,29%	50,71%	5,21%	20,85%
2000000814544	INDIGO TRONIC FACTORY A REF.1350-00-6Y-48	19	153	318	87,85%	27,16%	72,84%	4,94%	5,25%	42,48%	57,52%	4,58%	3,92%
2000000082998	PERCHADO SEUL AZUL MARINO A REF. 0470-5980	15	135	209	57,73%	9,35%	90,65%	9,35%	81,31%	33,33%	66,67%	17,04%	66,67%
2000000181523	BAYETILLA TENIDO BLANCO A REF. 710170	23	118	239	66,02%	19,58%	80,42%	7,08%	9,17%	43,86%	56,14%	19,30%	9,65%
2000000586687	TELA NO TEJIDA SMS PGC 2170 MM 35 GR AZUL 635 A	18	110	164	45,30%	21,08%	78,92%	2,41%	1,20%	31,19%	68,81%	4,59%	4,59%
2000000346632	TELA BOLSILLO 150 COMERTEX BLANCO A REF.7961011	23	73	111	30,66%	17,27%	82,73%	0,00%	8,18%	26,39%	73,61%	0,00%	8,33%
2000000814551	INDIGO GAUCHO BLACK CROSS RIGIDO 11 ONZ A REF.1100-00-10-02	14	66	99	27,35%	29,29%	70,71%	2,02%	23,23%	46,88%	53,12%	9,38	12,50%
2000000876702	INDIGO GAUCHO AZUL RING 11 ONZ A REF.M2049C	14	59	77	21,27%	22,08%	77,92%	3,90%	12,99%	29,31%	70,69%	5,17%	17,24%
2000000476711	POLYBON SS TMC 1600 MM 13 GR NEGRO A	17	36	38	10,50%	52,63%	47,37%	7,89%	13,16%	50%	50,00%	2,94%	11,76%
2000000000206	BORDADOS REFORTELT NT 1003 1200 MM 35 GR REF.WK35G BLAN	11	32	33	9,12%	39,39%	60,61%	6,06%	15,15%	45,16%	54,84%	6,45%	16,13%
2000000192550	DRIL RIP STOP BPT A REF.4139	22	23	29	8,01%	13,79%	86,21%	0,00%	0,00%	13,04%	86,96%	0,00%	4,35%
2000000935218	TELA NO TEJIDA SS PGC 2600 MM 24 GR BLANCO A	23	14	15	4,14%	40%	60,00%	0,00%	0,00%	42,86%	57,14%	0,00%	0,00%
2000000015859	TELA NO TEJIDA SS PGC 2600 MM 40 GR BLANCO A	25	15	15	4,14%	33,33%	66,67%	20%	0,00%	33,33%	66,67%	20%	0,00%
2000000800400	PANA CORDUROY RIGIDO 8 CANALES 1.44 AZUL 5	19	8	8	2,21%								
2000000823980	PANA CORDUROY RIGIDO 8 CANALES 1.44 NEGRO	19	4	4	1,10%					NO EXISTEN SUFICIENTES DATOS			

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 9. ANÁLISIS PARA DISTINTAS OPCIONES DE ALMACENAMIENTO DE ÍNDIGO

Tabla 60. Análisis índigo general

TAMAÑO DE ESTANTE		
NIVELES	CAJONERAS	# ROLLOS DE ÍNDIGO POR CAJONERA
5	7	40

INVENTARIO ÍNDIGO SIN ZONA DE ALMACENAMIENTO EN ESTIBAS AUTOAPILABLES			
	#CAJONERAS	# ESTANTES	OBSERVACIONES
ÍNDIGO	335,9142766	47,9877538	Almacenando todo el índigo al primer nivel de estantería
RESTO DE MERCANCÍA	887,8020355	25,36577244	Almacenando toda la mercancía en estantería a excepción del índigo
RESTO DE MERCANCÍA A PARTIR DEL SEGUNDO NIVEL	887,8020355	31,70721555	Almacenando toda la mercancía a partir del segundo nivel a excepción del índigo
CAJONERAS DISPONIBLES PARA ÍNDIGO EN EL PRIMER NIVEL	221,9505089	31,70721555	Teniendo en cuenta el número de estantes utilizados para almacenar toda la mercancía, se tienen disponibles en el primer nivel 222 cajoneras sólo para índigo
EXCESO DE INVENTARIO	113,9637677	16,28053825	<b>Del total de cajoneras que consume la cantidad de inventario promedio de índigo (336), sólo hay 222 disponibles en el primer nivel, por lo tanto una cantidad considerable de inventario no se puede almacenar en estantería, es decir, aproximadamente 4560 rollos de índigo</b>

EXCESO DE INVENTARIO	4558,550709
----------------------	-------------

Se requieren 32 estantes con un aprovechamiento del espacio de un 100% teniendo en cuenta que todo el primer nivel almacenará únicamente índigo y sin tener en cuenta la zona de almacenamiento en estibas auto apilables

INVENTARIO ÍNDIGO CON ZONA DE ALMACENAMIENTO EN ESTIBAS AUTO APILABLES			
	#CAJONERAS	# ESTANTES	OBSERVACIONES
ÍNDIGO	310,1346182	44,30494546	Almacenando todo el índigo al primer nivel de estantería y quitando las dos referencias seleccionadas para estibar
RESTO DE MERCANCÍA	913,5816939	26,10233411	Almacenando toda la mercancía en estantería a excepción del índigo
RESTO DE MERCANCÍA A PARTIR DEL SEGUNDO NIVEL	913,5816939	32,62791764	Almacenando toda la mercancía a partir del segundo nivel a excepción del índigo
CAJONERAS DISPONIBLES PARA ÍNDIGO EN EL PRIMER NIVEL	228,3954235	32,62791764	Teniendo en cuenta el # de estantes utilizados para almacenar toda la mercancía, se tienen disponibles en el primer nivel 228 cajoneras sólo para índigo
EXCESO DE INVENTARIO	81,73919476	11,67702782	<b>Del total de cajoneras que consume la cantidad de inventario promedio de índigo (310), quitando el número de cajoneras que consumen las referencias a almacenar en las nuevas estibas, sólo hay 228 disponibles en el primer nivel, por lo tanto una cantidad considerable de inventario no se puede almacenar en estantería, es decir, aproximadamente 3270 rollos de índigo</b>

EXCESO DE INVENTARIO	3269,56779
----------------------	------------

REDUCCIÓN DE EXCESO DE INVENTARIO	0,72	28,28%
-----------------------------------	------	--------

De acuerdo a lo anterior, se requieren 33 estantes con un aprovechamiento del espacio de un 100% teniendo en cuenta que todo el primer nivel almacenará únicamente índigo y teniendo en cuenta la zona de almacenamiento en estibas auto apilables

Fuente: Elaboración propia

Tabla 61. Análisis con referencias seleccionadas

	ROLLOS EN INVENTARIO
# CAJONERAS REQUERIDAS PARA TODO EL INVENTARIO DE ÍNDIGO SIN ZONA DE ALMACENAMIENTO EN ESTIBAS	335,9142766
VOLUMEN CAJONERA (cm³)	5856000
VOLUMEN POR ROLLO (cm³)	120004,5146
PESO POR ROLLO (kg)	70
CAPACIDAD ESTIBA AUTO APILABLE (kg)	1000

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD EN INVENTARIO (m)	CANTIDAD EN INVENTARIO (rollos)	VOLUMEN (cm³)	# CAJONERAS REQUERIDAS	# ROLLOS POR ESTIBA AUTO APILABLE	# ESTIBAS AUTO APILABLES
2000000659886	INDIGO IMPORTADO GAUCHO RIGIDO A REF. 1100-09-7Q-02	90490,35032	707	84843191,84	14,48824997	14	51
2000000814544	INDIGO TRONIC FACTORY A REF.1350-00-6Y-48	70525,536	551	66122487,56	11,29140839	19	29
	<b>TOTAL</b>	<b>161015,8863</b>	<b>1258</b>		<b>25,77965837</b>		<b>80</b>

		CANTIDAD EN INVENTARIO (rollos)	VOLUMEN (cm³)	# CAJONERAS REQUERIDAS	# ROLLOS POR ESTIBA AUTO APILABLE	# ESTIBAS AUTO APILABLES
EXCESO DE INVENTARIO	CON ZONA DE ALMACENAMIENTO EN AUTO APILABLES	3270	392414763	67,0107177	14	229
	SIN ZONA DE ALMACENAMIENTO EN AUTO APILABLES	4559	547046665	93,41643873	14	319

	CANTIDAD EN INVENTARIO (rollos)	VOLUMEN (cm³)	# CAJONERAS REQUERIDAS	# ROLLOS POR ESTIBA AUTO APILABLE	# ESTIBAS AUTO APILABLES
<b>ROLLOS EN INVENTARIO</b>	<b>16392</b>	<b>1967114004</b>	<b>335,9142766</b>	<b>14</b>	<b>1147</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62. Espacio requerido

**1. ESPACIO REQUERIDO CON ZONA DE ALMACENAMIENTO EN ESTIBAS AUTO APILABLES**

		OBSERVACIONES
# ESTANTES REQUERIDOS	33	Almacenando índigo en todo el primer nivel
# CAJONERAS	1155	
EXCESO DE INVENTARIO (rollos)	3270	Índigo que queda por fuera de la estantería
ESPACIO REQUERIDO (m <sup>2</sup> )	845,46	Cabe anotar que no se tienen en cuenta dimensiones ni número de pasillos

DIMENSIONES DE ESTANTERIA		
LARGO (m)	ALTO (m)	PROFUNDO (m)
17,08	7	1,5
ÁREA (m <sup>2</sup> )	25,62	

DIMENSIONES DE ESTIBA AUTO APILABLE		
FRENTE (m)	ALTO (m)	PROFUNDO (m)
1,3	1,6	1,5
ÁREA (m <sup>2</sup> )	1,95	

**2. ESPACIO REQUERIDO ALMACENANDO TODO EL ÍNDIGO EN ESTANTERÍA**

		OBSERVACIONES
# ESTANTES REQUERIDOS	48	Almacenando todo el inventario promedio de índigo en todo el primer nivel
# CAJONERAS	1680	
EXCESO DE INVENTARIO (rollos)	0	Índigo que queda por fuera de la estantería
ESPACIO REQUERIDO (m <sup>2</sup> )	1229	Cabe anotar que no se tienen en cuenta dimensiones ni número de pasillos

**3. ESPACIO REQUERIDO SIN ZONA DE ALMACENAMIENTO EN ESTIBAS AUTO APILABLES**

		OBSERVACIONES
# ESTANTES REQUERIDOS	32	Almacenando índigo en todo el primer nivel
# CAJONERAS	1120	
EXCESO DE INVENTARIO (rollos)	4559	Índigo que queda por fuera de la estantería
ESPACIO REQUERIDO (m <sup>2</sup> )	819,84	Cabe anotar que no se tienen en cuenta dimensiones ni número de pasillos

**4. ESPACIO REQUERIDO ZONA DE ALMACENAMIENTO EN ESTIBAS AUTO APILABLES PARA REFERENCIAS SELECCIONADAS**

		OBSERVACIONES
# ESTIBAS AUTO APILABLES	80	Cantidad requerida para las referencias seleccionadas
NIVELES DE APILAMIENTO	4	Las estibas tienen la facilidad de apilar hasta 5 niveles
# TORRES DE ESTIBAS	20	
ESPACIO REQUERIDO (m <sup>2</sup> )	39	

**5. ESPACIO REQUERIDO ALMACENAMIENTO DE EXCESO DE INVENTARIO EN ESTIBAS AUTO APILABLES SIN ZONA**

		OBSERVACIONES
# ESTIBAS AUTO APILABLES	319	Cantidad requerida para el exceso de inventario
NIVELES DE APILAMIENTO	4	Las estibas tienen la facilidad de apilar hasta 5 niveles
# TORRES DE ESTIBAS	79,75	
ESPACIO REQUERIDO (m <sup>2</sup> )	155,5125	

**6. ESPACIO REQUERIDO ALMACENAMIENTO DE EXCESO DE INVENTARIO EN ESTIBAS AUTO APILABLES CON ZONA**

		OBSERVACIONES
# ESTIBAS AUTO APILABLES	229	Cantidad requerida para el exceso de inventario
NIVELES DE APILAMIENTO	4	Las estibas tienen la facilidad de apilar hasta 5 niveles
# TORRES DE ESTIBAS	57,25	
ESPACIO REQUERIDO (m <sup>2</sup> )	111,6375	

## ANEXO 10. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE RECEPCIÓN

El proceso inicia una vez el contenedor llega a las puertas del centro de distribución de Comertex S.A. en cualquiera de sus sedes.

Posteriormente el auxiliar de la transportadora entrega la guía de transporte al auxiliar de logística para que compare en el sistema con el número de orden de compra y verifique que la información coincida.

A continuación el auxiliar de logística entrega la guía al supervisor del centro de distribución para que proceda a autorizar el descargue de la mercancía en el muelle disponible, la actividad es realizada por los auxiliares de la transportadora mientras el auxiliar de bodega encargado de la recepción de mercancía verifica que las cantidades relacionadas en la remesa de transporte sea la misma que se está descargando, estiba la mercancía y la traslada al patio de inspección para que se pueda dar inicio a la actividad de etiquetado que está a cargo de un auxiliar de bodega diferente al de recepción de mercancía.

A partir de este momento, se procede a la revisión de referencia por referencia comparándolas con la lista de empaque enviada por el proveedor para comparar lo que se recibe físicamente y lo especificado en la misma. Cuando el auxiliar da el visto bueno que todo está correcto, se dirige a la zona administrativa para que generen las etiquetas y posteriormente adherirlas a cada una de las referencias; esta actividad está sujeta a la experiencia y habilidad del auxiliar de bodega para identificar correctamente la mercancía. En el caso que exista alguna inconsistencia, se realiza anotación en la lista de empaque para que se comunique al área de compras. En ese momento el auxiliar de logística tiene la mercancía en estado grabado, esperando la confirmación del auxiliar de bodega que la actividad de etiquetado se completó satisfactoriamente para poder cambiar de estado grabado a estado aplicado, lo que quiere decir que la mercancía se encuentra disponible en inventario.

Finalmente, se traslada la mercancía a la zona de almacenamiento y se ubica en los espacios disponibles teniendo en cuenta las características físicas de la mercancía a almacenar.

## ANEXO 11. ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE RECEPCIÓN

Teniendo en cuenta la metodología propuesta por Rushton (2006)<sup>98</sup> para realizar el diseño, la cual se sigue en este proyecto, se debe analizar el volumen de la operación en términos de flujo entrante y saliente del centro de distribución para identificar un patrón de comportamiento con el cual se logre una planificación adecuada, es decir, asignación eficiente de recursos a cada una de las operaciones. Con base en lo anterior a continuación se muestra el análisis realizado en las recepciones promedio de mercancía diariamente.

Tabla 63. Órdenes de compra diarias

ORDENES DE COMPRA	
Media	14,5031847
Desviación estándar	10,5939426
Rango	53
Mínimo	1
Máximo	54
Suma	4554
Cuenta	314

Fuente: Elaboración propia

Dicho análisis se realiza para dimensionar el volumen de operación y el tiempo que consume realizar las actividades de inspección y etiquetado, el cual varía entre un (1) día y una (1) semana dependiendo del tipo y cantidad de mercancía a revisar, debido a que es una actividad que está sujeta a la experiencia y agilidad del operario encargado en cuanto al conocimiento de todas las referencias.

<sup>98</sup>RUSHTON, Alan; CROUCHER, Phil; BAKER, Peter. HANDBOOK OF LOGISTICS AND DISTRIBUTION MANAGEMENT. 3ª ed. 2006.

Tabla 64. Número de rollos por recepción

ROLLOS	
Media	20,03
Desviación estándar	86,78
Rango	1901
Mínimo	1
Máximo	1902
Suma	91459
Cuenta	4566

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos obtenidos, actualmente se reciben 14 órdenes de compra en promedio por día, y cada una contiene 20 rollos; resultados de un análisis general, es decir, asumiendo que todos los rollos son iguales, ya que para este caso las características físicas de la mercancía no influyen en la forma como se realiza la actividad, debido a que la secuencia de tareas es la misma.

Teniendo en cuenta que el flujo de mercancía entrante al centro de distribución son aproximadamente 280 rollos diarios, se puede deducir que el tiempo que consume la actividad de inspección y etiquetado es en promedio tres (3) días<sup>99</sup>, factor que genera ocupación ineficiente de espacio y demora en el proceso de alistamiento de pedidos ya que la mercancía se encuentra en estado grabado y no disponible aún para su venta.

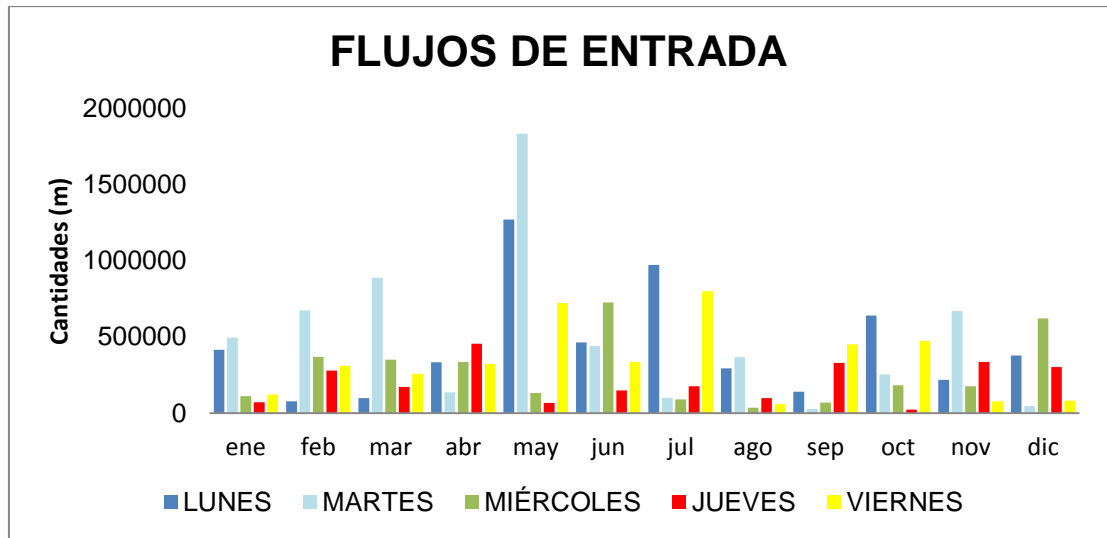
De igual forma, tomando como referencia la planeación de operaciones<sup>100</sup> propuesta por el autor, se realizó un análisis más profundo para identificar un patrón de comportamiento en las recepciones durante una semana y así lograr una regulación del uso de los recursos requeridos.

<sup>99</sup>Dato suministrado por el coordinador del centro de distribución

<sup>100</sup>SALDARRIAGA, Diego Luis. DISEÑO, OPTIMIZACIÓN Y GERENCIA DE CENTROS DE DISTRIBUCIÓN: Almacenar menos, distribuir más. Biblioteca gestión cadena de suministro. Primera edición. Medellín, Colombia 2012. p-221

Para este análisis se tuvieron en cuenta las cantidades recibidas (metros) diarias durante el año 2011 como se muestra en la Figura 40.

Figura 40. Flujos de entrada de mercancía



Fuente: Elaboración propia

Dado que no se evidencia una tendencia en el comportamiento por día de la semana en los flujos de entrada, se realizó un análisis detallado que muestre el flujo de entrada para cada día durante el período analizado. Resultados que se muestran en la Figura 41. Perfil de recepciones por día

Figura 41. Perfil de recepciones por día



Fuente: Elaboración propia

La figura sugiere un mayor consumo de recursos en los días lunes y martes comparado con el resto de días.

Teniendo en cuenta las mejores prácticas propuestas en la literatura, el paso a seguir es intentar eliminar o reducir al mínimo la variabilidad de volumen de operación para lograr estandarizar las operaciones que se llevan a cabo dentro del centro de distribución y poder cumplir con su nivel de servicio al cliente; para lograr esto, se debe implementar una planeación previa de las recepciones, actividad que se logra con la creación de canales de comunicación efectivos con el área de compras que permitan coordinar y sincronizar los procesos operativos, lo que facilita la integración y colaboración entre estos dos actores de la cadena de suministro (Compras-Centro de distribución), generando ventajas competitivas a sus clientes por medio del nivel de servicio planteado.

## PROPUESTAS DE MEJORA

### INSPECCIÓN Y ETIQUETADO

Teniendo en cuenta los resultados de los análisis anteriores, en esta parte del proceso existe un cuello de botella ya que la mercancía se está quedando en la zona de inspección durante un largo lapso de tiempo identificando las siguientes posibles causas:

- Trámites administrativos para la generación de etiquetas de identificación, los cuales generan la mayor cantidad de desplazamientos.
- Baja experiencia del auxiliar de bodega asignado para realizar tal operación.
- Los rollos se estiban de forma perpendicular, generando demoras en la actividad de inspección debido a que el operario debe rodear la estiba para revisar la información visible de la mercancía.

### TERMINALES PORTÁTILES

Equipos móviles para bodega



Fuente: WM Wireless& Mobile

En la siguiente tabla se muestra cada una de las actividades realizadas actualmente en el proceso de recepción de mercancía con la cantidad de desplazamientos que generan para definir un punto de referencia y medir el impacto de la implementación de la propuesta de mejora.

Tabla 65. Actividades actuales en inspección y etiquetado

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESPLAZAMIENTOS
Contrastar mercancía con lista de empaque	Auxiliar de bodega	0
Generar etiquetas de identificación	Auxiliar de logística (Administrativo)	2
Adherir etiquetas	Auxiliar de bodega	2
Confirmar correspondencia de lo revisado y etiquetado	Auxiliar de bodega	0
Aplicar a inventario	Auxiliar de logística (Administrativo)	2

Fuente: Elaboración propia

Se evidencia que las actividades que involucran trámite administrativo son las que más están generando desplazamientos, ocasionando demora de la mercancía en la zona de inspección. Al implementar el sistema de información y se adquieran las nuevas estibas, en la Tabla 66 se puede observar el mejoramiento en cuanto a cantidad de desplazamientos que se realizan para llevar a cabo las actividades, ya que todas se realizan en el mismo sitio y simultáneamente.

Tabla 66. Actividades con la propuesta de mejora

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESPLAZAMIENTOS
Capturar información de la mercancía por medio del lector portátil de código de barras	Auxiliar de bodega	0
Sincronizar con información de Comertex	Sistema de información	0
Generar y adherir etiquetas	Auxiliar de bodega	0
Recapturar códigos de barras para confirmar	Auxiliar de bodega	0
Aplicar a inventario	Auxiliar de bodega	0

Fuente. Elaboración propia

Como se mencionó al iniciar el presente análisis, otro factor causante de la demora de la mercancía en la zona de inspección es el tiempo que consume esta actividad (se deben tener en cuenta las actividades administrativas) ya que se realiza bajo la experiencia del auxiliar de bodega y la generación de etiquetas no es automática, es decir, el ingreso de datos lo realiza un auxiliar logístico, lo que aumenta la probabilidad de error.

Al implementar identificación por código de barras, el tiempo que consume la actividad se reduce a solamente un (1) día, ya que las actividades de generar etiquetas de identificación, adherir etiquetas, confirmar correspondencia de lo revisado y etiquetado y aplicar a inventario se realizan en el mismo sitio y simultáneamente.

### **CANTIDAD RECOMENDADA DE ESTIBAS AUTOAPILABLES**

Para definir la cantidad necesaria de estibas auto apilables se analizaron las recepciones diarias de cada una de las referencias y se tuvieron en cuenta las características físicas de las estibas para calcular la cantidad de rollos que se pueden estibar, con los resultados anteriores se realizó una tabla de frecuencias donde se

logra evidenciar el requerimiento de estibas con un nivel de confianza estipulado por la empresa, según sean sus necesidades.

Como recomendación se decidió trabajar con un nivel de seguridad del 95,87%, lo que lleva a concluir que se necesitan 50 estibas auto apilables para cumplir con la operación de recepción de mercancía. Información que se puede apreciar en la siguiente tabla.

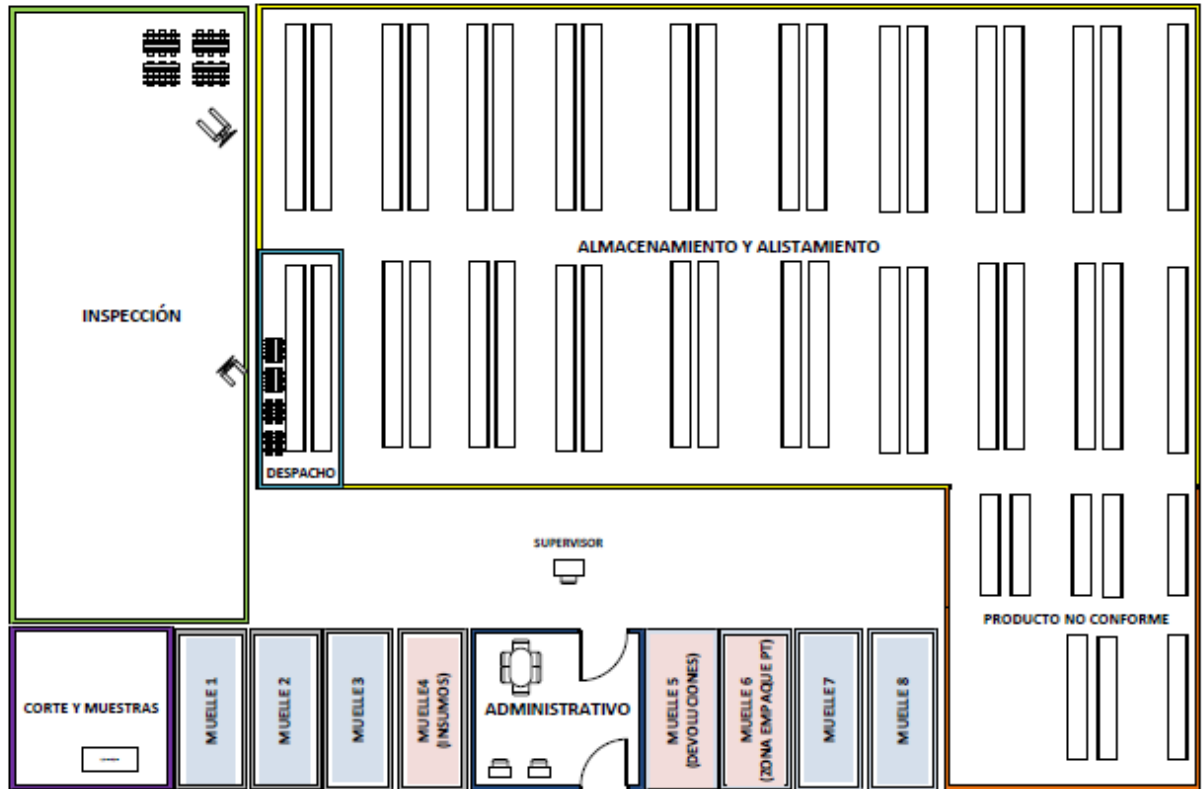
Tabla 67. Cantidad recomendada de estibas auto apilables

<b>NÚMERO DE ESTIBAS</b>	<b>DÍAS</b>	<b>% acumulado</b>
5	120	38,10%
10	66	59,05%
15	17	64,44%
20	29	73,65%
25	17	79,05%
30	12	82,86%
35	13	86,98%
40	16	92,06%
45	6	93,97%
<b>50</b>	<b>6</b>	<b>95,87%</b>
55	3	96,83%
60	2	97,46%
65	1	97,78%
70	1	98,10%
75	1	98,41%
80	0	98,41%
85	1	98,73%
90	1	99,05%
95	0	99,05%

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 12. ZONAS DEL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN

Figura 42. Zonas del CEDI principal



### ZONAS DEL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN

Fuente: Elaboración propia

## **ANEXO 13. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN SEVEN-ERP**

La implementación de los módulos correspondientes al sistema SEVEN en Comertex S.A. se realiza con el propósito de obtener un gran número de beneficios presentados a continuación:

- Optimizar los procesos de la organización mediante una reducción de los inventarios y de los Lead Times (tiempos de espera).
- Transferir conocimiento y tecnología.
- Integrar totalmentelacadenadeabastecimientodesdelosproveedoreshasta los clientes finales.
- Exportación de datos.
- Aumentar los ingresos.
- Crear un cambio cultural con el fin de alcanzar la supervivencia de las organizaciones en tiempos de cambio.
- Manejar un alto volumen de procesamiento en tiempos adecuados.
- Reducir costos y gastos que conllevan a un aumento del throughput (rapidez con que genera utilidades).
- Reubicarycapacitarelpersonaldelacompañíasatisfaciendosusexpectativasde vida.
- Presentar soluciones estandarizadas para la industria.
- Satisfacer al cliente interno y externo.

Actualmente Comertex S.A., cuenta con 14 módulos activos. Ver Tabla 68.

Tabla 68.Módulos Activos de Comertex S.A.

<b>MÓDULOSACTIVOS</b>
Módulo de Generales
Módulo de Pedido
Módulo de Facturación
Módulo de Inventarios
Módulo de Proveedores
Módulo de Contabilidad
Módulo de Cartera
Módulo de Tesorería
Módulo de Importaciones
Módulo de Compras
Módulo de Activos Fijos
Módulo de Presupuesto Financiero
Módulo de Exportaciones
Módulo de Nomina Seven

Fuente: Elaboración propia

A continuación se hace una breve descripción del objetivo general de cada uno de los módulos activos y su función dentro de SEVEN.

### **Módulo de Generalidades**

Objetivo general: Administrar y controlar los elementos que se aplican en todo el sistema de información como lo son la configuración de la seguridad y control de acceso, los datos de parametrización y algunos utilitarios. Ver Figura 43.

- Seguridad y Control de Acceso: Administra el acceso a programas, funciones, sucursales y la creación de usuarios.
- Parámetros Generales: Controla y administra los tipos de operación (marcan el comportamiento y afectación de un documento).
- Utilitarios: Es el generador de plantillas, el generador de alertas y el de reportes.

Figura 43.Módulos Generales de SEVEN



Fuente: SEVEN-ERP

### **Módulo de Pedido y Despachos (SEVEN- PE)**

Objetivo general: Mantener relaciones con los clientes a través de la recepción y procesamiento de pedidos, alistamiento y despacho de mercancía atendiendo de manera óptima las necesidades de los clientes. Ver figura 44.

Aspectos importantes: Administración de pedidos, ventas a crédito, contado, directas; recepción de pedidos vía EDI, Internet, manual, asignación de precios y promociones en forma directa al momento de registrar los pedidos, evaluación de condiciones de cartera, asignación de mercancía, generación de documentos de despachos e integración de inventarios.

### **Módulo de Facturación y Devolución (SEVEN- FA)**

Objetivo general: Finalización del procesamiento de pedidos a través de la facturación, administración de guías y el manejo de la logística de reversa (Ver figura 36)

Aspectos importantes: Generación de facturación por pedidos, clientes, la administración de devoluciones de mercancía y la reimpresión de facturas.

### **Módulo de Cartera (SEVEN- CA)**

Objetivo general: Manejar y controlar las cuentas por cobrar de los clientes que han contraído obligaciones con la empresa, a partir del módulo de facturación a clientes. Ver Figura 44.

Aspectos importantes: Control de notas débito y crédito a clientes. Manejo de cupos y topes de facturación, permite la parametrización de clientes por medio de condiciones comerciales, formas de pago y cupos de crédito.

### **Módulo de Importaciones y Exportaciones (SEVEN-IE)**

Objetivo general: Apoyar las actividades requeridas para realizar importaciones y exportaciones. Ver Figura 44.

- Importaciones: Gestiones de pre liquidación de la importación, generación de órdenes de compra, recepción de artículos, actualización del costo, seguimiento, generación de documentos y liquidación.

- Exportaciones: Asociación de otros gastos al precio de artículos vendidos, generar pre liquidación, generar documentación, seguimiento y liquidación.

Figura 44. Módulos Comerciales



Fuente: SEVEN-ERP

### **Módulo de Contabilidad (SEVEN- CN)**

Objetivo general: Lograr la uniformidad, procesamiento y consolidación de la contabilidad de la empresa, controlando las operaciones contables diarias. Ver Figura 45.

Aspectos importantes: Control gerencial y administrativo de la información contable. Facilita generación de reportes como listados de chequeo, balances y

libros auxiliares.

### **Módulo de Proveedores (SEVEN- PO)**

Objetivo general: Administración y control de las obligaciones de la empresa (cuentas por pagar). Ver Figura 45.

Aspectos importantes: Adecuado manejo de pagos bajo un estricto seguimiento de los documentos que componen las obligaciones, definición de la facturación incluyendo dentro de ésta las características generales, los productos, las condiciones comerciales e impuestos, recepciones de acuerdo con la orden de compra y la factura del proveedor.

### **Módulo de Tesorería (SEVEN- TS)**

Objetivo general: Control diario de ingresos, egresos, compromisos adquiridos, presupuesto e inversiones; producción de los estados requeridos. Ver Figura 45.

Aspectos importantes: Reflejo en tiempo real del flujo de caja de la empresa, manejo dinámico de bancos, sucursales y cuentas, resumen diario de caja, interacción en línea con el Módulo de Contabilidad y Presupuesto permitiendo actualización de cuentas contables y la ejecución de los ingresos y gastos respectivamente.

### **Módulo de Presupuesto Financiero (SEVEN- PF)**

Objetivo general: Controlar y administrar la ejecución, contabilización, y control de los presupuestos de las reservas y las cuentas por pagar. Ver Figura 45.

Aspectos importantes: Apoya la definición y ejecución del presupuesto, permite el manejo de presupuesto a nivel de centros de costos, sucursales, unidades de negocios y proyectos, codificación de los documentos de ejecución presupuestal y facilita el manejo de reservas presupuestales.

### Módulo de Inventario (SEVEN- IN)

Objetivo general: Brinda apoyo a la gerencia para la toma de decisiones en el manejo de productos de consumo, devolutivos y comerciales. Control detallado de costos de los productos y el control de sus cantidades. Ver Figura 45.

Aspectos importantes: Kardex, que presenta la información actualizada. Los reportes de movimientos, cantidades y costos, la definición automática de tomas físicas, el proceso de ajuste por inflación automático, el reemplazo de productos dentro de la aplicación y los ajustes de inventarios a períodos anteriores.

Figura 45. Módulos Financieros



Fuente: SEVEN-ERP

### **Módulo de Administración de Bodegas (SEVEN-AB)**

Objetivo general: Mantener a la empresa informada sobre las existencias de mercancía dentro de las bodegas, como también de las entradas y las salidas de todos los productos. Ver figura 46.

### **Módulo de Activos Fijos (SEVEN-AF)**

Objetivo general: Apoyar y suministrar las herramientas apropiadas para la administración óptima de los activos fijos de la empresa. Ver Figura 46.

Aspectos importantes: Registro histórico de los movimientos que afectan al activo, la depreciación acumulada, los ajustes por inflación y los movimientos que permiten el control administrativo de éstos. Funciona en línea, realizando directamente la contabilización de los movimientos realizados en el sistema. También permite la definición de cada uno de los activos asociados a diferentes grupos de activos fijos que se puedan definir, según la necesidad de la organización.

### **Módulo de Compras (SEVEN- CM)**

Objetivo general: Ofrecer herramientas necesarias para la administración de órdenes de compra y las relaciones con proveedores. Ver Figura46.

Aspectos importantes:

- Órdenes de compras: Criterios para seleccionar la mejor opción de acuerdo o cotización para cada orden de compra, mantiene un registro del proceso de selección y calificación.
- Proveedores: Método de calificación y generación de certificados.

### **Módulo de Nómina y Administración de Salarios (KACTUS- NM)**

Objetivo general: Administración de los pagos a los empleados.

Aspectos importantes: Permite realizar parámetros para datos tales como salario mínimo y subsidio de transporte, porcentajes de retención en la fuente, seguridad social e incapacidades, diversos tipos de nómina, motivos de retiro, períodos de liquidación, calendarios de nómina, conceptos de nómina, bases de liquidación, rangos de indemnizaciones, entidades y cuentas de los empleados, tipos de contratos y control de prórrogas.

Figura 46. Módulos Administrativos



Fuente: SEVEN-ERP

## ANEXO 14. OPCIONES DE ALMACENAMIENTO DE EXCESO DE INVENTARIO DE ÍNDIGO

Tabla 69. Opciones de almacenamiento

OPCIÓN 1: PROPUESTA DE ZONA DE ALMACENAMIENTO CON ESTIBAS AUTO APILABLES			
# ESTANTES	33	EXCESO DE INVENTARIO ÍNDIGO (rollos)	3270
ESPACIO REQUERIDO EN ESTANTERÍA (m²)	845,46	# ESTIBAS AUTO APILABLES	229
# ESTIBAS AUTOAPILABLES	80	ESPACIO REQUERIDO (m²)	111,6375
ÁREA ZONA DE ALMACENAMIENTO EN ESTIBAS AUTO APILABLES (m²)	39		
TOTAL ÁREA (m²)	884,46	TOTAL ÁREA REQUERIDA (m²)	996,0975
		TOTAL ESTIBAS	309

ARRUME DE EXCESO DE INVENTARIO	
# ARRUMES NECESARIOS	4,359423721
ESPACIO REQUERIDO (m²)	143,8609828
AHORRO DE ESPACIO SI ALMACENA EN AUTOAPILABLES	22,40%
TOTAL ÁREA CON ARRUME (m²)	1028,320983

OPCIÓN 2: ESPACIO REQUERIDO SIN ZONA DE ALMACENAMIENTO EN ESTIBAS AUTO APILABLES			
# ESTANTES	32	EXCESO DE INVENTARIO ÍNDIGO (rollos)	4559
ESPACIO REQUERIDO EN ESTANTERÍA (m²)	819,84	# ESTIBAS AUTO APILABLES	319
TOTAL ÁREA (m²)	819,84	ESPACIO REQUERIDO (m²)	155,5125
		TOTAL ÁREA REQUERIDA (m²)	975,3525
		TOTAL ESTIBAS	319

ARRUME DE EXCESO DE INVENTARIO	
# ARRUMES NECESARIOS	6,078067612
ESPACIO REQUERIDO (m²)	200,5762312
AHORRO DE ESPACIO SI ALMACENA EN AUTOAPILABLES	22,47%
TOTAL ÁREA CON ARRUME (m²)	1020,416231

OPCIÓN 3: ALMACENAR TODA LA CANTIDAD DE INVENTARIO PROMEDIO DE ÍNDIGO EN ESTIBAS AUTO APILABLES			
# ESTANTES	25		
ESPACIO REQUERIDO EN ESTANTERÍA (m²)	649,87109		
# ESTIBAS AUTOAPILABLES	1147		
ÁREA ZONA DE ALMACENAMIENTO EN ESTIBAS AUTO APILABLES (m²)	559,1625		
TOTAL ÁREA (m²)	1209,03359		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 70. Dimensiones y precios de estibas

DIMENSIONES DE ESTIBA TRADICIONAL	
FRENTE (m)	PROFUNDO (m)
1,1	1,5
ÁREA (m <sup>2</sup> )	1,65

CANTIDAD DE ROLLOS EN UN ARRUME	750	Equivale a 3 contenedores
# ESTIBAS TRADICIONALES	20	
ESPACIO REQUERIDO (m <sup>2</sup> )	33	

LOTE 1-10	LOTE 11-50	LOTE 51-99	LOTE MAS DE 100
\$573362	\$542961	\$515704	491.129,00 €

Fuente: Elaboración propia

## **ANEXO 15. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ALISTAMIENTO DE PEDIDOS**

Actualmente, en el CEDI principal de Comertex S.A., se encuentran siete personas encargadas en el alistamiento de los pedidos (el numero varía según la carga de trabajo de cada día pues hay más empleados realizando otras actividades dentro del cedi). La empresa cuenta con dos auxiliares encargados de los elevadores de tijera, un auxiliar encargado de la transpaleta eléctrica, tres auxiliares que alistan y un auxiliar encargado de la revisión de la mercancía.

El proceso de alistamiento logístico, inicia en el momento en el que un pedido, luego de ser subido al sistema, de haber pasado por cartera y de haber sido pickeado, es entregado a un auxiliar de bodega para que sea seleccionada la mercancía y preparada para su despacho.

El auxiliar de bodega recibe el pedido, identifica las referencias a seleccionar y se desplaza a recogerlas; los pedidos actualmente contienen las cantidades demandadas en metros o unidades (lámina), así que, los auxiliares deben calcular el número de rollos o de bultos de lámina que ha sido pedido

. Una vez tomadas las referencias de las estanterías, son ubicadas en el suelo, donde el mismo auxiliar inspecciona la calidad de su empaque y lo refuerza con cinta (según lo requiera) e incluso, cuando el empaque está deteriorado o es débil, lo re-empaca. Las bolsas y zunchos se encuentran en un pasillo específico de la bodega, de tal manera que cuando el auxiliar requiera de alguno de estos, debe desplazarse a tomarlos. Luego de haber revisado cada referencia y en caso de que el pedido contenga más de un rollo, el auxiliar realiza líos de dos o más rollos (según su criterio) y empaca nuevamente en bolsas los líos realizados. Se debe tener en cuenta, que ésta actividad se realiza principalmente debido a los términos que la empresa ha establecido en el contrato con la empresa transportadora. Ya empacada la mercancía, e incluso simultaneo al empaque el auxiliar ubica la mercancía en una estiba (en la mayoría de los casos) y se desplaza con ella hacia

la zona de despacho. Seguido, el auxiliar se dispone a generar la tirilla correspondiente al pedido que ha alistado en donde describe el número del pedido, la cantidad de rollos, la cantidad en metros y los líos realizados para ese pedido, que posteriormente entrega en las oficinas administrativas de logística para que se elaboren sus respectivos rótulos. Cuando los rótulos están impresos, se entregan al auxiliar que alistó el pedido y éste los adhiere a cada unidad del pedido quedando éste en espera de ser revisado.

El procedimiento anteriormente mencionado, es realizado por una misma persona, a quien inicialmente se le entregó el pedido. Si el pedido requiere de una cantidad de producto menor a la unidad de empaque de la referencia, éste es cortado según lo demandado y se empaca tanto lo cortado como lo restante de la referencia.

Por último, un auxiliar encargado únicamente de la revisión de los pedidos alistados, se desplaza a la zona de despacho y verifica que las cantidades alistadas, referencias y rótulos coincidan con las facturas realizadas. Una vez se ha revisado la mercancía, es apta para ser despachada.

## **ANEXO 16.DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE DESPACHO**

El proceso comienza en el momento que se generan las etiquetas de despacho por parte del auxiliar logístico cuando el auxiliar de bodega le entrega la tirilla de la segregación del pedido adjunta al mismo confirmando que está todo completo y alistado. Posteriormente se le entregan las etiquetas de despacho al auxiliar de bodega encargado de confirmar cantidades y adherirlas al pedido alistado para que el auxiliar logístico proceda a generar la factura de venta, luego genera la guía de transporte en donde se especifican los datos del cliente, el número de factura, unidades enviadas, peso en kilogramos (kg) y comentarios adicionales (modificaciones en la dirección del destinatario); realizada la guía se adjunta al sobre de despacho que contiene la factura de venta y en el caso que sea mercancía importada se anexa la declaración de importación.

Hecho lo anterior, se entregan los sobres de despacho a dos (2) auxiliares de bodega los cuales se encargan de confirmar los datos del cliente y la dirección del destino con las etiquetas que identifican los pedidos alistados.

Comertex S.A. actualmente terceriza su servicio de transporte para la distribución de la mercancía a cada uno de sus clientes.

## **ANEXO 17. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE DEVOLUCIONES**

El proceso inicia cuando el representante de ventas diligencia el formato de peticiones, quejas y reclamos con la inquietud presentada por el cliente y así comenzar la gestión de la devolución enviando al auxiliar comercial dicho documento para que verifique el cumplimiento de los requisitos en el mismo e identifique la causal de la devolución. Posteriormente se le hace llegar el formato al subgerente de segmento para que autorice la devolución según su criterio.

Aprobada la devolución, se envía la solicitud al área de logística para que proceda a gestionar la recogida de la mercancía.

Cuando la mercancía llega al centro de distribución se realizan actividades similares al proceso de recepción de mercancía tales como: recepción de la guía de transporte para verificar que el nombre del cliente sea el mismo que está relacionado en el formato de peticiones, quejas y reclamos para que se autorice el traslado a la zona de devoluciones en donde se lleva a cabo la inspección del estado físico de las unidades recibidas previamente identificadas con la etiqueta que describe: nombre del cliente, número de factura y radicado de devolución; actividad realizada por un auxiliar de bodega encargado del proceso de devoluciones quien compara el formato de quejas y reclamos con la factura de venta para verificar que la mercancía devuelta sea la que se facturó y de igual forma validar la causal de la devolución planteada en el formato.

Este proceso está controlado directamente por el Coordinador del CEDI, el cual emite instrucciones específicas según sea el caso de la devolución, como pesar y remedir toda la mercancía o simplemente tomar una muestra para en cada caso autorizar la disposición final de la mercancía según aplique.

En el caso que la devolución sea por calidad defectuosa de la mercancía, se dirige a la zona de producto no conforme en donde se espera la solución por parte del proveedor (si así lo requiere). En esta instancia el área comercial toma

nuevamente la responsabilidad de la mercancía en conjunto con auditoría para dar respuesta al cliente independientemente de la respuesta del proveedor.

Por el contrario si la mercancía se devuelve por motivos ajenos a la calidad, se autoriza para ser trasladada a la zona de almacenamiento, quedando nuevamente disponible en inventario.

## ANEXO 18. CARACTERIZACIÓN DE EQUIPOS

CARRETILLA RETRÁCTIL ELÉCTRICA			
		<p>Los montacargas de pasillo angosto se utilizan principalmente en almacenes para la carga y descarga de camiones, desplazamientos de carga y preparación de pedidos</p>	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
TIPO DE MAQUINA	Apilador/ Montacarga retráctil/Almacenaje interior	VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO CON CARGA/SIN CARGA	3.88/3.88 [m/s]
REFERENCIA	R 17 X/116	VELOCIDAD DE ELEVACIÓN CON CARGA/SIN CARGA	0,4/0,7 [m/s]
MODELO	R17X	VELOCIDAD DE DESCENSO CON CARGA/SIN CARGA	0,55/0,45 [m/s]
PESO	1700 Kg	VELOCIDAD DE ALCANCE CON CARGA/SIN CARGA	0,1/0,105 [m/s]
MARCA	LINDE	LONGITUD DEL MONTACARGA (INCLUYENDO LAS HORQUILLAS)	2,66 [m]
RADIO DE GIRO	1,551 [m]	ANCHO TOTAL	1,27 [m]
CAPACIDAD	1.7 Ton.	ALTURA MÁSTIL EXTENDIDO	7,314 [m]
DIRECCIÓN	180°	ALTURA DE MÁSTIL REPLEGADO	2,955 [m]
POSICIÓN DEL OPERADOR	Sentado	ALTURA DE ELEVACIÓN DE LAS HORQUILLAS	6,355 [m]
MANTENIMIENTO	Cada 4 meses		
CONDICIONES DE OPERACIÓN		ESQUEMA	
<p>La seguridad del personal es de primordial importancia, por esto, todo el personal que se relacione con el manejo del equipo, como supervisor, encargado de mantenimiento o conductor, deben estar capacitados, y sólo las personas entrenadas y autorizadas para conducir, deben operar el montacargas.</p> <p>Los encargados deben asegurar el mantenimiento preventivo recomendado por el fabricante, pues la seguridad del equipo depende en gran medida del regular y minucioso mantenimiento.</p> <p>El equipo se debe utilizar dentro de su capacidad nominal, cuando se cargue con una cantidad voluminosa e inusual se deben revisar los efectos dinámicos del tamaño con el fabricante.</p> <p>Ninguna persona debe ser levantada en las horquillas o sobre un pallet.</p>			

<b>TRANSPALETA ELÉCTRICO CON BARRA TIMÓN</b>			
		<p>La transpaleta eléctrica con barra timón ERE es apto para carga y descarga de camiones. Permite el transporte de mercancías por trayectos más largos y un despacho eficiente de mercancías.</p>	
<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>			
<b>FABRICANTE</b>	Jungheinrich	<b>LONGITUD TOTAL</b>	1,938
<b>MODELO</b>	ERE 224	<b>VELOCIDAD DE MARCHA CON CARGA/SIN CARGA</b>	2,36/2.78 [m/s]
<b>MANIPULACIÓN</b>	PLATAFORMA	<b>VELOCIDAD DE ELEVACIÓN CON CARGA/SIN CARGA</b>	0,04/0,05 [m/s]
<b>CAPACIDAD DE CARGA</b>	2400 [kg]	<b>VELOCIDAD DE DESCENSO CON CARGA/SIN CARGA</b>	0,065/0,04 [m/s]
<b>ANCHO TOTAL</b>	0,770 [m]	<b>CAPACIDAD MÁX RAMPA CON/SIN CARGA</b>	8%/15%
<b>ELEVACIÓN</b>	0,125 [m]	<b>CAPACIDAD DE BATERÍA</b>	375A/hr
<b>RADIO DE GIRO</b>	1,678 [m]	<b>ALTURA BARRA TIMÓN EN POSICIÓN DE MARCHA MIN/MÁX</b>	1,130/ 1,4 [m]
<b>MEDIDAS DE HORQUILLAS</b>	0,055/0,170/ 1,150 [m]		
<b>MANTENIMIENTO</b>	Cada 4 meses		
<b>CONDICIONES DE OPERACIÓN</b>		<b>ESQUEMA</b>	
<p>La velocidad del equipo se mantiene en cualquier situación de traslación, incluso en subidas y bajadas.</p> <p>El equipo ERE 224 activa automáticamente el freno si la máquina retrocede involuntariamente una pendiente.</p>			

<b>ESTIBAS AUTOAPILABLES</b>			
		<p>Las estibas auto apilables<sup>101</sup> son una herramienta fundamental para productos que por sus características físicas se consideran de difícil manipulación y almacenamiento, ya que éstas se adaptan al producto agilizando de manera efectiva el recibo, despacho, transporte, manipulación y almacenamiento.</p>	
<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>			
<b>FABRICANTE</b>	DIMETAL LTDA	<b>Apilamiento</b>	4 niveles
<b>MODELO</b>	Autoapilable		1,700 Kg
<b>FRENTE</b>	1,3 [m]	<b>DIMENSIONES DE LA PLATAFORMA</b>	0,76 x 2,3 m
<b>FONDO</b>	1,5 [m]	<b>EXTENSIÓN DE LA PLATAFORMA</b>	0,90 m
<b>ALTURA LIBRE</b>	1,6[m]	<b>VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO ELEVADA</b>	0,22 [m/s]
<b>ALTURA TOTAL</b>	1,10 [m]	<b>VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO BAJADA</b>	1,23 [m/s]
<b>ANCHO TOTAL</b>	1,74 [m]	<b>BATERÍA</b>	4x6V, 220 A/hr
<b>CAPACIDAD DE CARGA</b>	1000[Kg]	<b>MANTENIMIENTO</b>	Cada 4 meses
<b>CONDICIONES DE OPERACIÓN</b>		<b>ESQUEMA</b>	
<p>Con este sistema de almacenamiento se logra un correcto funcionamiento de los inventarios que poseen geometrías difíciles de almacenar mediante otros sistemas. Se diseñan especialmente para el tipo de carga que se requiera.</p> <p>Una de sus principales ventajas consiste en su práctico almacenamiento cuando no están siendo utilizadas, disminuyendo el espacio necesario para este fin.</p>			

<sup>101</sup>Estibas auto apilables. Diseño e ingeniería metalmecánica Ltda. Disponible en <<http://www.dimetaltda.com/estibas.htm>>

<b>TRANSPALETA MANUAL</b>			
		<p>La transpaleta manual AM 20t ofrece con su concepto posibilidades totalmente nuevas en lo que se refiere a movilidad y flexibilidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desmontable en dos partes compactas</li> <li>• Posibilidad de guardar en poco espacio</li> <li>• Elevación rápida</li> <li>• Elemento de mando único</li> <li>• Robusta y duradera</li> <li>• Soporte de ruedas (opcional)</li> </ul>	
<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>			
<b>J.A</b>	Jungheinrich	<b>Ancho de vía, delante</b>	109 mm
<b>Manipulación</b>	Manual	<b>Ancho de vía, detrás</b>	370 mm
<b>Capacidad de carga</b>	2 (t)	<b>Elevación</b>	122 mm
<b>Distancia al centro de gravedad de la carga</b>	400 mm	<b>Altura de la barra en posición de marcha</b>	1234 mm
<b>Distancia a la carga</b>	535 mm	<b>Altura de plataforma elevada</b>	205
<b>Distancia entre ejes</b>	755 mm	<b>Longitud total</b>	1165 mm
<b>Elevación</b>	122 mm		
<b>CONDICIONES DE OPERACIÓN</b>		<b>ESQUEMA</b>	
<p>Las articulaciones y los casquillos de las ruedas están cromatados, lo que garantiza un funcionamiento silencioso y una vida útil especialmente larga. A pesar de que ya no es necesario engrasar las uniones, la AM 20t va «como la seda».</p>			

### ELEVADOR TIJERAS ELÉCTRICAS 2030ES



El elevador de tijeras eléctrico se utiliza en casos en los que el alcance no es prioritario pero sí se requiere de una mayor área de trabajo y capacidad de elevación. Las áreas de trabajo están diseñadas para caminar y depositar cargas pesadas sobre las plataformas. Las tijeras eléctricas únicamente pueden maniobrarse en sentido vertical.

Es un equipo de estrecho radio de giro, de maniobra y posicionamiento para pasillos estrechos. Un lateral extensible en la plataforma, ofrece cierto alcance horizontal y aumenta el área de trabajo.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

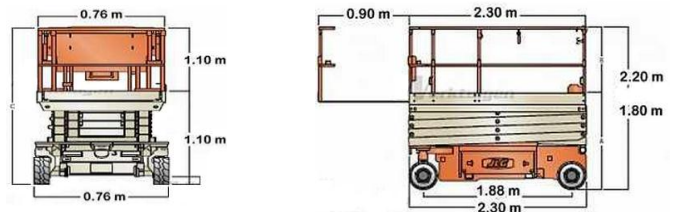
<b>FABRICANTE</b>	JLG	<b>LONGITUD TOTAL</b>	2,3 m
<b>MODELO</b>	2030ES	<b>PESO</b>	1,700 Kg
<b>CAPACIDAD PLATAFORMA</b>	363 [Kg]	<b>DIMENSIONES DE LA PLATAFORMA</b>	0,76 x 2,3 m
<b>ALTURA TOTAL</b>	2,20 [m]	<b>EXTENSIÓN DE LA PLATAFORMA</b>	0,90 m
<b>ALTURA PLATAFORMA ELEVADA</b>	6,10 [m]	<b>VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO ELEVADA</b>	0,22 [m/s]
<b>ALTURA PLATAFORMA BAJADA</b>	1,10 [m]	<b>VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO BAJADA</b>	1,23 [m/s]
<b>ANCHO TOTAL</b>	0.76 [m]	<b>BATERÍA</b>	4x6V, 220 A/hr
<b>RADIO DE GIRO (EXTERIOR)</b>	2,06 [m]	<b>MANTENIMIENTO</b>	Cada 4 meses

#### CONDICIONES DE OPERACIÓN

Todos los modelos de tijeras eléctricas de la serie presentan un sistema de accionamiento eléctrico eficiente que proporciona un funcionamiento notablemente más silencioso. Su estación de control permite el manejo del equipo con una sola mano.

El diseño de los principales componentes del equipo reduce las necesidades de mantenimiento.

#### ESQUEMA



**ELEVADOR TIJERAS ELÉCTRICAS 2646ES**



El elevador de tijeras eléctrico se utiliza en casos en los que el alcance no es prioritario pero sí se requiere de una mayor área de trabajo y capacidad de elevación. Las áreas de trabajo están diseñadas para caminar y depositar cargas pesadas sobre las plataformas. Las tijeras únicamente pueden maniobrarse en sentido vertical.

Es un equipo de estrecho radio de giro, de maniobra y posicionamiento para pasillos estrechos. Un lateral extensible en la plataforma, ofrece cierto alcance horizontal y aumenta el área de trabajo.

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

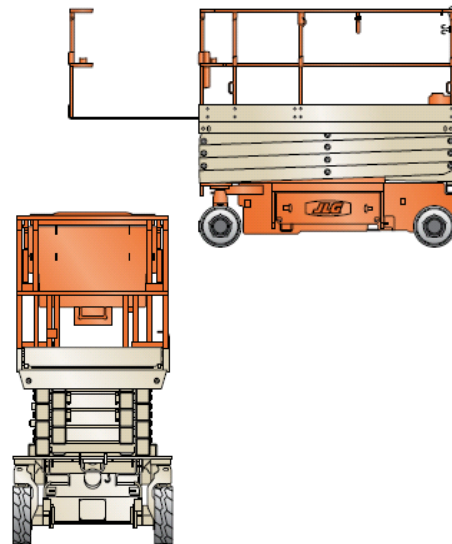
<b>FABRICANTE</b>	JLG	<b>LONGITUD TOTAL</b>	2,50 m
<b>MODELO</b>	2646ES	<b>PESO</b>	2.163 Kg
<b>CAPACIDAD PLATAFORMA</b>	454 Kg	<b>VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO CON PLATAFORMA ELEVADA/BAJADA</b>	0.22 / 1,11 [m/s]
<b>ALTURA TOTAL</b>	2.36 m	<b>RADIO DE GIRO (EXTERIOR)</b>	2,41 m
<b>ALTURA PLATAFORMA ELEVADA</b>	7,92 m	<b>BATERÍAS</b>	4 x 6 V, 220 A/hr
<b>ALTURA PLATAFORMA BAJADA</b>	1,26 m	<b>MANTENIMIENTO</b>	Cada 4 meses
<b>ANCHURA TOTAL</b>	1.17 m		

**CONDICIONES DE OPERACIÓN**

Todos los modelos de tijeras eléctricas de la serie presentan un sistema de accionamiento eléctrico eficiente que proporciona un funcionamiento notablemente más silencioso. Su estación de control permite el manejo del equipo con una sola mano.

El diseño de los principales componentes del equipo reduce las necesidades de mantenimiento, sin embargo, se requiere de una planeación del mismo.

**ESQUEMA**



<b>DISPOSITIVOS DE IDENTIFICACIÓN</b>	
	<p><b>Pidion 7000</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Integrated 1D laser</li> <li>▪ 3MP auto focus camera</li> <li>▪ 1.8m drop tolerance and IP65 sealing</li> <li>▪ 3.5G GSM / HSDPA and GPS (AGPS and DGPS)</li> <li>▪ Cisco Compatible Extensions (CCX v4 certified)</li> <li>▪ Summit 802.11 a/b/g or 802.11 b/g</li> <li>▪ Widnows Mobile 6.5 or Windows CE 5.0</li> <li>▪ Shifted Alpha or Alphanumeric keypad</li> </ul> <p><b>Garanta 1 año</b></p>
	<p>Impresora térmica móvil Extech Andes 3 Garantía 1 año</p>

## ANEXO 19. CÁLCULO DEL NÚMERO DE CAJONERAS PARA CADA GRUPO DE PRODUCTO

Tabla 71. Cálculo del número de cajoneras

LÍNEA	GRUPO	EXISTENCIAS PROMEDIO (m)	NUMERO DE ROLLOS	VOLUMEN POR ROLLO (cm³)	VOLUMEN DE INVENTARIO PROMEDIO	NUMERO DE CAJONERAS REQUERIDAS	NUMERO DE CAJONERAS	NUMERO DE RACK POR LÍNEA	NUMERO DE ROLLOS POR CAJONERA
PLANO	Bayetilla	76627,12687	1277	49478,625	63184204,13	10,78965234			118,3541378
PLANO	Camisero	538208,0871	6645	38423,6865	255325396,8	43,60064836			152,4059905
PLANO	Coltesabana	11514,08003	89	56547	5032683	0,85940625			103,5598706
PLANO	Dacron	127268,2596	2597	11859,1625	30798245,01	5,259263151			493,7954092
PLANO	Dril	225777,9484	1913	93896,2935	179623609,5	30,67343058			62,36667904
PLANO	Etamina	5874,6911	43	142498,44	6127432,92	1,04635125			41,09518673
PLANO	Gabardina	2449,043346	27	47122,5	1272307,5	0,217265625			124,2718447
PLANO	Genero	149229,7515	746	95030,375	70892659,75	12,10598698			61,62240231
PLANO	Indigo	2098139,76	16392	120004,5146	1967114004	335,9142766			40,14325432
PLANO	Lino	97728,46327	1459	37660,302	54946380,62	9,382920188			155,4953011
PLANO	Lona	18810,79665	188	102377,5581	19246980,93	3,286711224			57,2000359
PLANO	Pana	72861,27837	662	62319,50625	41255513,14	7,044998828			93,96736836
PLANO	Pantalonero	42202,75914	384	108982,5619	41849303,76	7,1463975			53,73336706
PLANO	Pique	53673,64179	697	92909,8625	64758174,16	11,05843138			63,02883077
PLANO	Popelina	385933,8224	3299	41677,49513	137494056,4	23,4791763			140,5074845
PLANO	Satin	84034,86446	1867	9542,30625	17815485,77	3,042261914			613,6881218
PLANO	Tafeta	29872,29038	388	58879,56375	22845270,74	3,901173281			99,45725863
PLANO	Tela Bolsillo	70566,54902	430	89167,55063	38342046,77	6,547480664			65,67411529
PLANO	Tela pañal	86956,425	630	73284,912	46169494,56	7,884135			79,90730752
PLANO	Tela toalla	48195,6821	581	101651,0863	59059281,11	10,08525975			57,60882855
PLANO	Velo	16305,95417	362	9542,30625	3454314,863	0,589876172	533,9151033	15,2547172	613,6881218
PUNTO	Deportiva	143659,1678	1005	79637,025	80035210,13	13,66721484			73,53363589
PUNTO	Doble punto	51034,4949	473	95438,77	45142538,21	7,708766771			61,35871198
PUNTO	Lycra	60793,82571 (kg)	2026	113094	229128444	39,127125			51,77993528
PUNTO	Perchado	70718,80971	1360	181572,417	246938487,1	42,1684575			32,25159469
PUNTO	Punto sencillo	47033,39254	261	84918,67188	22163773,36	3,784797363			68,96009877
PUNTO	Rib	12372,32043	129	110266,65	14224397,85	2,429029688	108,8853912	3,11101118	53,10762592
NO TEJIDO	Antifluído	3546,606667	6	259218,5164	1555311,098	0,265592742			22,59097877
NO TEJIDO	Aseo	16954,59491	68	144312,6563	9813260,625	1,675761719			40,57856152
NO TEJIDO	Bordados	142343,9772	1423	46757,30063	66535638,79	11,36196018			125,2424738
NO TEJIDO	Entretela	142605,6196	1501	46808,35	70259333,35	11,99783698			125,1058839
NO TEJIDO	Forro	4961,753257	248	38169,225	9465967,8	1,61645625			153,4220304
NO TEJIDO	Guata	7555,521155	199	836782,506	166519718,7	28,43574431			6,998234258
NO TEJIDO	Lamina	50230,90822	2184	#N/A	280812,8	182			2
NO TEJIDO	Polybon	1448016,521	3489	145262,96	506822467,4	86,5475525			40,3130984
NO TEJIDO	Refuerzo	26585,9136	176	162173,6545	28542563,19	4,874071583			36,10944094
NO TEJIDO	Tela no tejida	2589131,616	4511	327319,168	1476536767	252,1408413	580,9158176	16,5975948	17,89079459
TOTAL						1223,716312		34,9633232	

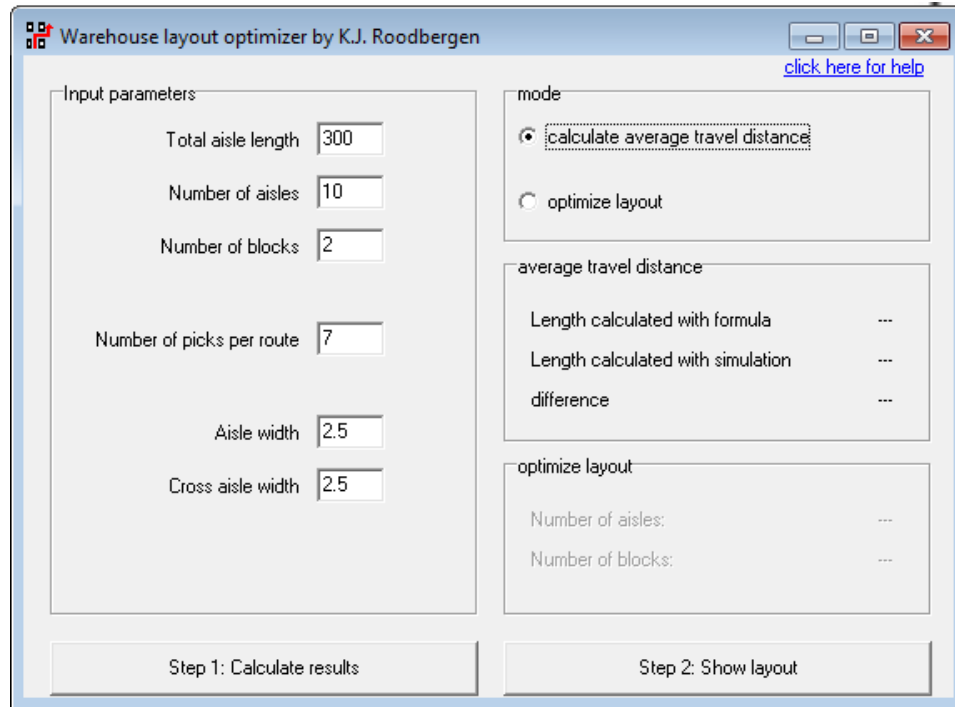
VOLUMEN CAJONERA (cm³)	5856000
------------------------	---------

DIMENSIONES DE LA CAJONERA		
ANCHO (m)	ALTO (m)	PROFUNDO(m)
2,44	1,6	1,5
ÁREA (m²)	3,904	

# BAHÍAS POR RACK	35
-------------------	----

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 20. SOFTWARE DE OPTIMIZACIÓN



The screenshot shows a software window titled "Warehouse layout optimizer by K.J. Roodbergen". The interface is divided into several sections:

- Input parameters:** A group of text boxes for user input:
  - Total aisle length: 300
  - Number of aisles: 10
  - Number of blocks: 2
  - Number of picks per route: 7
  - Aisle width: 2.5
  - Cross aisle width: 2.5
- mode:** Radio buttons for selecting the calculation method:
  - calculate average travel distance
  - optimize layout
- average travel distance:** A section for displaying results:
  - Length calculated with formula: ...
  - Length calculated with simulation: ...
  - difference: ...
- optimize layout:** A section for displaying optimized parameters:
  - Number of aisles: ...
  - Number of blocks: ...

At the bottom, there are two buttons: "Step 1: Calculate results" and "Step 2: Show layout". A "click here for help" link is located in the top right corner of the window.

## ANEXO 21. ESPECIFICACIONES DE UNA ESTACIÓN DE TRABAJO

Con base en lo planteado por Tompkins (2010)<sup>102</sup>:

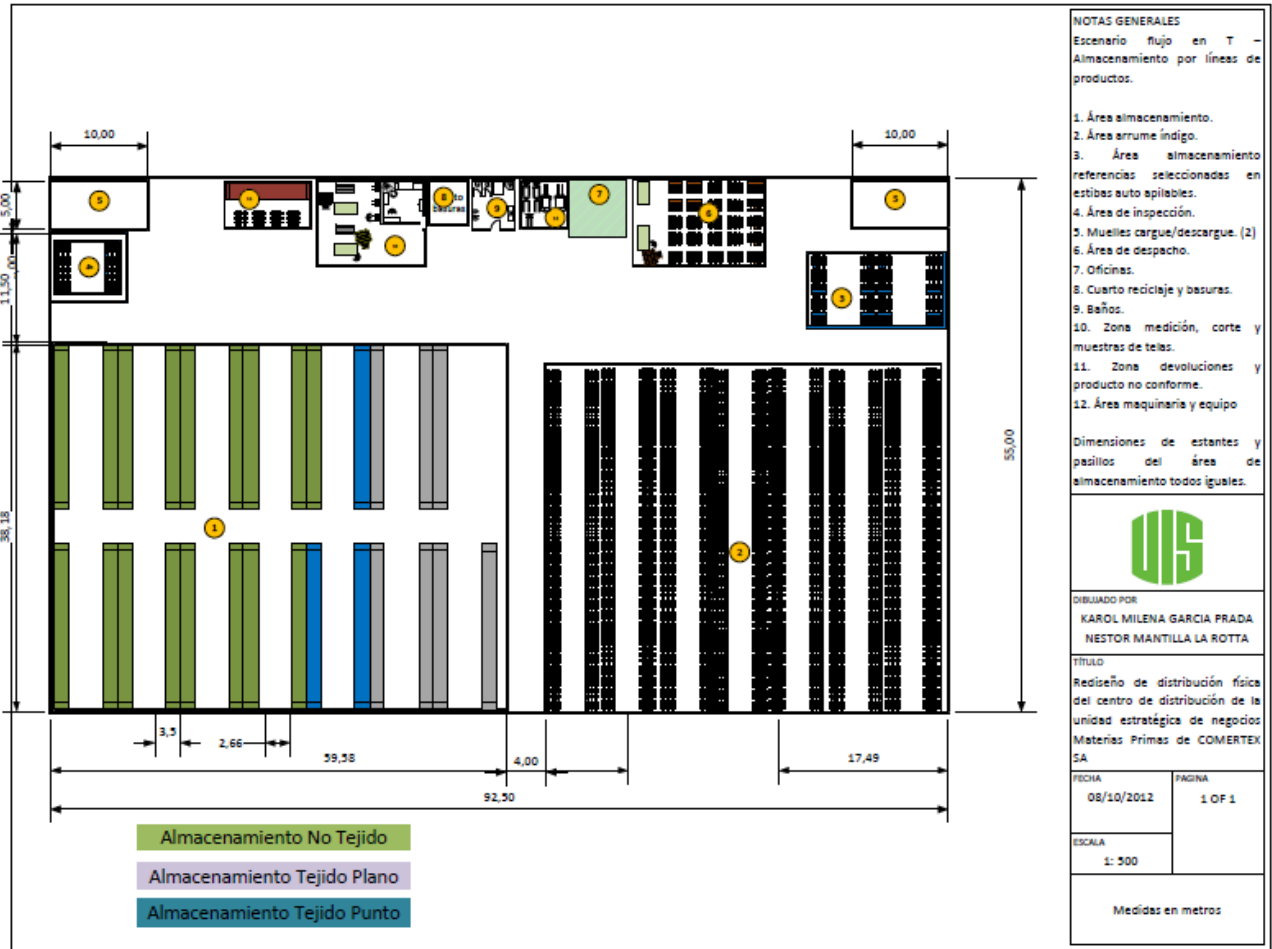
- ✓ Dado que una estación de trabajo consiste en unos activos fijos que desarrollan una operación específica, una estación de trabajo puede ser considerada como una instalación.
- ✓ Una estación de trabajo de trabajo, como toda instalación, requiere espacio para maquinaria y equipo, materiales y personas. El espacio para la maquinaria y equipo en una estación de trabajo consiste en:
  - Espacio para maquinaria y equipo
  - Espacio para movimiento de la máquina
  - Espacio para mantenimiento de la máquina
  - Espacio para servicios de planta
- ✓ El requerimiento en términos de área para cada máquina, incluyendo el movimiento de la misma, se puede determinar multiplicando el ancho total (ancho estático más el máximo desplazamiento de izquierda a derecha) por el profundo total (profundo estático más el desplazamiento máximo desde el frente hacia el fondo).
- ✓ El área de una estación de trabajo para los materiales consiste en espacio para:
  - Recibir y almacenar material de entrada
  - Mantener materiales en proceso
  - Almacenar materiales de salida y despacho
  - Almacenar y despachar desechos del proceso

---

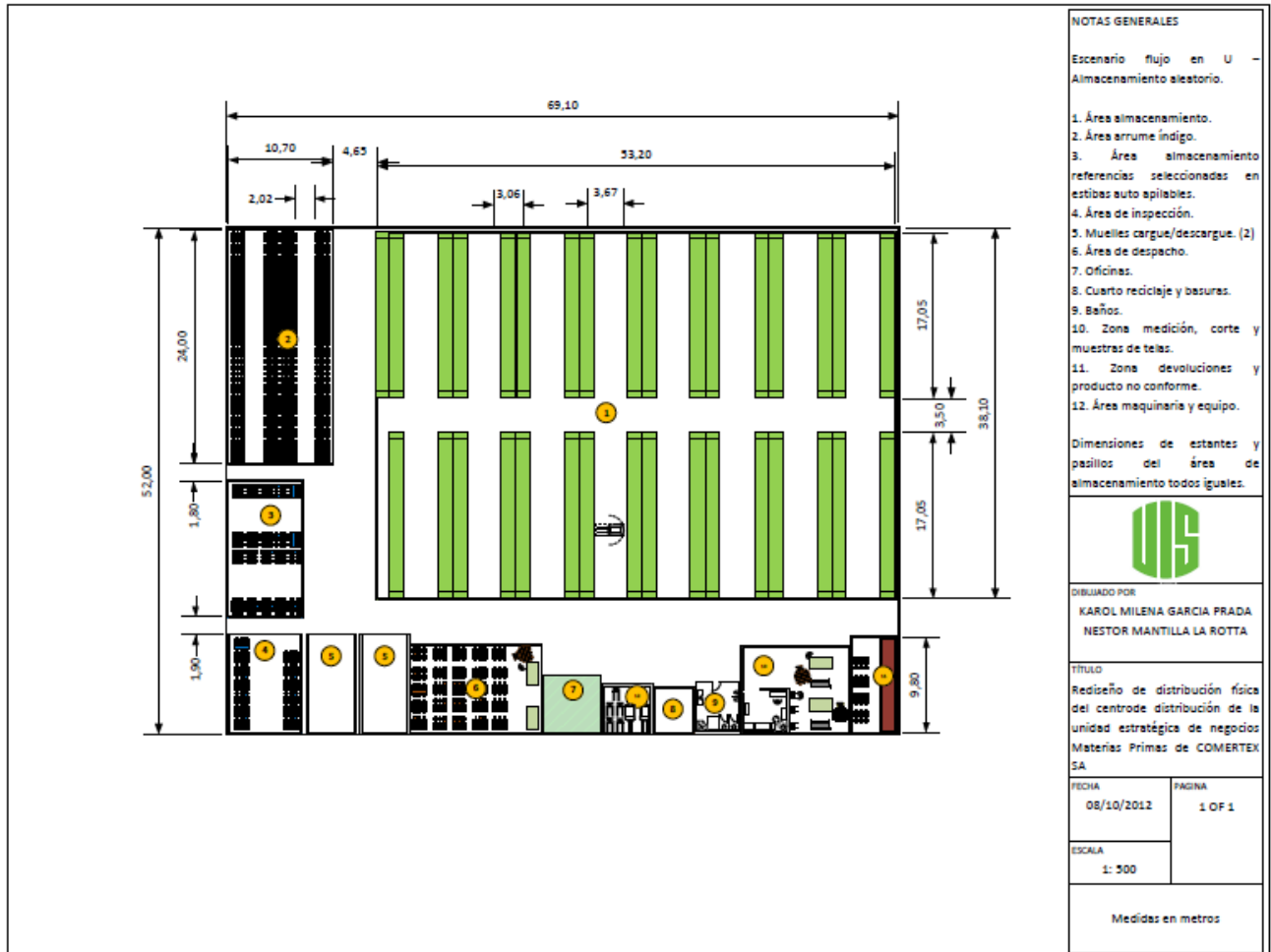
<sup>102</sup>TOMPKINS, James A., et al. Planeación de Instalaciones. 3 ed. International Thompson Editors, 2006.p.119

- Almacenar elementos como herramientas, taladros, troqueles y materiales de mantenimiento.
  
- ✓ Debe dejarse suficiente espacio para albergar la cantidad de material que normalmente se trabaja.
  
- ✓ El requerimiento de espacio para el operario y para el manejo de materiales depende del método usado para realizar la operación. Considera también aspectos ergonómicos como la seguridad y confort.
  
- ✓ Entre otras disposiciones generales se encuentran:
  - Superficie por trabajador no menor a  $2 \text{ m}^2$  con un volumen de aire suficiente para  $11,5 \text{ m}^3$  (libre para operario).
  - Distancia entre elementos fijos no inferior a 0,8 m que permiten el tránsito del operario.
  - Distancia entre elementos fijos y maquinaria en operación no inferior a 1 m.
  - Distancia entre maquinaria en operación no inferior a 1,1 m.

## ANEXO 22. DISTRIBUCIÓN FÍSICA ALMACENAMIENTO POR LÍNEA DE PRODUCTO Y FLUJO EN T



## ANEXO 23. DISTRIBUCIÓN FÍSICA ALMACENAMIENTO ALEATORIO Y FLUJO EN U



## ANEXO 24. OBJETOS DE LA SIMULACIÓN

### Entidades permanentes

#### Racks

Representan las estanterías convencionales. Son usados para almacenar *flowitems* y están formados por siete (7) bahías y cinco (5) niveles. Para este caso, los *flowitems* representan las órdenes de compra de mercancía (entradas) y las órdenes de pedido de los clientes (salidas).

El número de racks utilizados en la simulación son 32 y las dimensiones de estos objetos, están establecidas de acuerdo a las medidas promedio de las estanterías utilizadas en la bodega de Comertex S.A. en Girón.

#### Queue

Es usada para almacenar *flowitems* por un determinado lapso de tiempo cuando no es posible que estos continúen con el proceso ya sea por falta de disponibilidad de recursos o por demoras preestablecidas, entre otras.

Para la simulación se utilizaron cuatro queue (Muelle de recibo, inspección, InQueue Alistamiento, outQueue Alistamiento). El muelle de recibo almacena las órdenes de compra (Entradas); Inspección retiene temporalmente la mercancía de acuerdo a un tiempo constante definido para la inspección de un rollo de tela multiplicado por el número de rollos que entran al CEDI; InQueue almacena temporalmente las ordenes de pedido de los clientes y el OutQueue Alistamiento representa la zona de despacho del CEDI en donde la mercancía se deja lista para ser cargada al camión.

## Source

Es usado para crear los flowitems que viajan a través del modelo y son 2 las usadas (Source Almacenamiento y Source Alistamiento) para crear las órdenes de compra y las órdenes de pedido. Cada source crea un tipo de flowitem. Los modelos deben tener al menos un source. Este puede crear los flowitem de acuerdo a una tasa de arribos, según una lista de llegadas programadas o de acuerdo a una secuencia definida.

Para éste caso, la “Source Almacenamiento” genera las ordenes de compra cada 480 minutos y otra “Source Alistamiento” genera las ordenes de pedido cada 10 segundos, para que de esta manera no se generen esperas en el modelo.

## Sink

Es usado para destruir los flowitems que han finalizado en el modelo. Una vez un flowitem ha llegado a un *sink*, no puede ser recuperado. En esta simulación, se usan 2 sink para eliminar los *flowitem* del sistema.

## Default Navigator

Es un objeto creado automáticamente por Flexsim, al igual que el Network Navigator. La diferencia entre estos es que el Network Navigator es creado con redes y el Default Navigator siempre se crea si la complejidad del modelo lo requiere (este contiene parámetros internos del layout de Flexsim). No esta demás aclarar que estos dos objetos no son objetos físicos, son nodos internos que se crean en el Treemodel.

## **Nodos**

Son utilizados para conectar objetos y formar redes que definen las rutas a través de las cuales se movilizan los recursos y/o flowitems dentro del modelo. Las redes de caminos de flexsim utilizan el algoritmo de Dyjkstra para determinar automáticamente la distancia más corta para viajar entre dos nodos.

Dado que la política de alistamiento de pedidos que se maneja en la simulación es pedido a pedido, no existe una restricción al respecto y por lo tanto el operario siempre toma la ruta más corta.

## **Dispatcher**

Utilizado para controlar un grupo de recursos de transporte. Las secuencias de tareas son enviadas de un objeto al *dispatcher* y este es el encargado de delegarlas a un recurso de los conectados en el puerto (medio de transporte u operador); la secuencia de tareas finalmente es desempeñada por el recurso disponible que reciba la solicitud.

En el presente modelo existen tres dispatcher, uno para cada tipo de recurso, operarios, elevadores y montacargas.

## **Entidades temporales (*Flowitems*)**

### **Pallets**

Son creadas por los Source mencionados anteriormente y representan las estibas en el que cargan la mercancía que transportan los recursos.

## **Recursos**

### **Transporters**

Actualmente la empresa maneja tres tipos de transporters, los cuales representan dos de ellos a los elevadores, equipos requeridos para la selección de los rollos en altura, a estos se les asignó la velocidad correspondiente a dichos equipos ya que es menor respecto a la del montacargas. El tercer Transporter representa la carretilla eléctrica retráctil utilizada para seleccionar las referencias de lámina.

### **Operator**

Son los recursos que representan a los alistadores encargados de la selección manual de los artículos y recogen la mercancía que se encuentra máximo en el segundo nivel de la estantería. La simulación plantea inicialmente 5 Operators.

## ANEXO 25. LISTAS DE DATOS DE ENTRADA

Debido a la extensión del documento, se muestran las primeras 30 líneas de cada una de las listas ingresadas al software de simulación.

Tabla 72. Lista de pedidos de 10 días de operación seleccionados aleatoriamente

N VIAJE	UBICACIÓN	NOMBRE	CANTIDAD
1		BAYETILLA	22
2		POLYBON	10
3		POLYBON	8
4		LONA	5
5		GUATA	2
6		LONA	5
7		TELA NO TEJIDA	25
8		TELA NO TEJIDA	26
9		TELA NO TEJIDA	22
10		DRIL	3
11		PEPELINA	11
12		DACRON	22
13		POLYBON	11
14		DOBLE PUNTO	1
14		PUNTO SENCILLO	4
15		DRIL	2
16		DRIL	3
17		PEPELINA	2
18		POLYBON	2
19		CAMISERO	4
19		DACRON	5
19		PANA	1
19		PANTALONERO	1
20		INDIGO	25
20		PEPELINA	9
21		POLYBON	8
22		ENTRETELA	1
23		PIQUE	1
24		TAFETA	1
25		PEPELINA	5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 73. Lista de recepciones de 10 días de operación seleccionados aleatoriamente

<b>N VIAJE</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>CANTIDAD</b>
1		CAMISERO	9
1		DEPORTIVA	19
1		ENTRETELA	1
1		LYCRA	20
1		PERCHADO	46
1		PIQUE	3
1		RIB	2
2		ASEO	2
2		BORDADOS	11
2		DEPORTIVA	24
2		LYCRA	14
2		PERCHADO	1
2		PIQUE	16
2		REFUERZO	12
3		CAMISERO	9
3		DEPORTIVA	30
3		DRIL	62
3		DRIL	38
3		ENTRETELA	1
3		LINO	4
3		LYCRA	15
3		PANTALONERO	4
3		PERCHADO	8
3		PIQUE	19
4		CAMISERO	15
4		COBERTOR	30
4		DEPORTIVA	10
4		DOBLE PUNTO	2
4		DRIL	32
4		ENTRETELA	5

Fuente: Elaboración propia

De igual forma, se ingresaron datos de inventario inicial teniendo en cuenta la política de almacenamiento a simular. Las celdas amarillas pertenecen a la línea Tejido plano, las azules tejido punto y las rojas no tejidos.

Tabla 74. Inventario inicial política de almacenamiento por líneas de producto

NOMBRE	UBICACIÓN	RACK	BAHIA	NIVEL	CANTIDAD
Bayetilla	1	1	2	4	30
Camisero	2	1	1	3	30
Coltesabana	3	2	3	3	30
Dacron	4	3	4	4	30
Dril	5	2	5	3	30
Etamina	6	3	7	2	30
Gabardina	7	4	6	4	30
Genero	8	5	5	5	30
Indigo	9	6	4	1	30
Lino	10	7	3	2	30
Lona	11	8	2	3	30
Pana	12	9	3	4	30
Pantalonero	13	10	4	3	30
Pique	14	10	3	2	30
Popelina	15	11	2	3	30
Satin	16	12	2	3	30
Tafeta	17	11	3	3	30
Tela Bolsillo	18	2	4	2	30
Tela pañal	19	3	6	2	30
Tela toalla	20	4	7	4	30
Velo	21	6	7	4	30
Deportiva	22	13	7	2	30
Doble punto	23	15	7	3	30
Lycra	24	16	5	4	30
Perchado	25	13	6	3	30
Punto sencillo	26	14	4	3	30
Rib	27	15	3	4	30
Antifluido	28	17	4	4	30
Aseo	29	18	5	2	30
Bordados	30	19	6	2	30
Entretela	31	20	6	2	30
Forro	32	21	6	2	30
Guata	33	22	3	3	30
Lamina	34	23	2	4	30
Polybon	35	24	3	3	30
Refuerzo	36	25	2	2	30
Tela no tejida	37	32	3	3	30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 75. Inventario inicial política de almacenamiento aleatorio

NOMBRE	UBICACIÓN	RACK	BAHIA	NIVEL	CANTIDAD
ASEO	1	1	5	2	30
ANTIFLUIDO	2	2	4	5	30
BAYETILLA	3	2	7	3	30
BORDADOS	4	3	1	4	30
CAMISERO	5	4	3	2	30
COLTESABANA	6	4	2	5	30
DACRON	7	5	1	2	30
DEPORTIVA	8	6	2	4	30
DOBLE PUNTO	9	7	2	4	30
DRIL	10	8	4	2	30
ENTRETELA	11	9	4	6	30
ETAMINA	12	10	3	6	30
FORRO	13	11	1	3	30
GABARDINA	14	12	4	3	30
GENERO	15	13	6	5	30
GUATA	16	14	5	4	30
INDIGO	17	15	2	1	30
LAMINA	18	16	5	2	30
LINO	19	17	3	2	30
LONA	20	18	6	3	30
LYCRA	21	19	4	4	30
PANA	22	20	3	3	30
PANTALONERO	23	21	6	5	30
PERCHADO	24	22	8	3	30
PIQUE	25	23	2	3	30
POLYBON	26	24	4	4	30
PEPELINA	27	25	6	2	30
PUNTO SENCILLO	28	26	8	4	30
REFUERZO	29	27	5	2	30
RIB	30	29	1	5	30
SATIN	31	30	5	3	30
TAFETA	32	31	6	3	30
TELA BOLSILLO	33	32	7	5	30
TELA NO TEJIDA	34	32	3	3	30
TELA PAÑAL	35	32	4	2	30
TELA TOALLA	36	32	6	3	30
VELO	37	32	2	4	30

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 26. ESTADÍSTICAS SIMULACIÓN

Tabla 76.Resultados almacenamiento aleatorio

Escenario almacenamiento aleatorio									
	Factor Utilización	0,11460674	0,12359551	0,10337079	0,08876404	0,07303371	0,053932584	0,21910112	0,22359551
	Total	Operator1	Operator2	Operator3	Operator4	Operator5	Montacargas1 Alist	Elevador1	Elevador2
<b>NumTrips</b>	890	102	110	92	79	65	48	195	199
<b>NumPicks</b>	890	102	110	92	79	65	48	195	199
<b>DistanceTravelled</b>	138086,0288	16369,6075	16999,8252	14903,5344	12374,2627	10416,1708	4947,813308	30536,0676	31538,7474
<b>AveTimePerTrip</b>	192,3899057	235,787046	215,082791	215,354268	226,796361	206,713189	151,2438225	165,666841	164,758947
<b>MinTimePerTrip</b>	135,330505	160,349794	160,349794	160,349794	160,349794	160,349794	135,330505	142,468473	140,48051
<b>MaxTimePerTrip</b>	1350,349794	1350,34979	770,349794	512,100466	910,349794	460,349794	325,460505	409,352376	525,072726
<b>AveDistPerTrip</b>	107,7249242	112,308209	106,332855	113,865927	108,589684	112,327917	57,06578626	109,787183	111,657829
<b>MinDistPerTrip</b>	54,9287373	61,139589	61,139589	61,139589	61,139589	61,139589	56,99642237	54,9287373	54,9287373
<b>MaxDistPerTrip</b>	192,9814241	184,640931	184,640931	184,640931	184,640931	184,640931	60,32588874	192,981424	158,422355
<b>AveTimePerPick</b>	168,519633	198,009908	180,570587	178,079444	191,672523	169,958483	144,0694284	151,874606	154,869738
<b>MinTimePerPick</b>	128,2265277	138,150602	138,150602	138,150602	138,150602	138,150602	128,2265277	132,298777	131,601191
<b>MaxTimePerPick</b>	1338,534676	1338,53468	758,534676	453,265213	898,534676	448,534676	318,2265277	401,708814	516,745423

Fuente: Elaboración propia

Tabla 77. Resultados almacenamiento por líneas de producto

Escenario almacenamiento por líneas									
	Factor Utilización	0,14285714	0,14399093	0,13038549	0,12018141	0,11904762	0	0,17120181	0,1723356
	Total	Operator1	Operator2	Operator3	Operator4	Operator5	Mont	Elevador1	Elevador2
<b>NumTrips</b>	882	126	127	115	106	105	0	151	152
<b>NumPicks</b>	883	126	127	115	106	106	0	151	152
<b>DistanceTravelled</b>	138907,4871	20708,4283	21194,5482	18842,7759	17082,9363	16951,9441	0	22177,3923	21949,4621
<b>AveTimePerTrip</b>	198,6232972	212,115339	209,247029	217,683409	223,957432	211,102866	0	175,780207	160,547045
<b>MinTimePerTrip</b>	0	163,049143	163,049143	163,049143	163,049143	163,049143	0	139,932769	136,741565
<b>MaxTimePerTrip</b>	1370,494894	474,755842	590,494894	805,494894	1370,49489	805,494894	0	533,913779	410,109103
<b>AveDistPerTrip</b>	109,3891413	115,702423	118,619097	115,198123	112,505807	112,360017	0	99,8178057	97,3315917
<b>MinDistPerTrip</b>	0	66,5382865	66,5382865	66,5382865	66,5382865	66,5382865	0	57,9157485	57,9157485
<b>MaxDistPerTrip</b>	192,075248	176,283402	192,075248	192,075248	192,075248	192,075248	0	141,72609	143,268987
<b>AveTimePerPick</b>	169,1401609	172,619333	169,182576	178,508216	186,027886	172,981377	0	162,349877	151,4229
<b>MinTimePerPick</b>	0	135,979748	135,979748	135,979748	135,979748	135,979748	0	130,296509	129,754799
<b>MaxTimePerPick</b>	1332,554708	442,483129	552,554708	767,554708	1332,55471	767,554708	0	515,986595	399,316117

Fuente: Elaboración propia