



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE LOGÍSTICA INTEGRAL PARA LA OPTIMIZACIÓN EN LAS
OPERACIONES DE DISTRIBUCIÓN, ACOMODO, ALMACENAJE Y DESPACHO DE
MATERIALES DENTRO DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS**

William Rolando Rosales Marroquín

Asesorado por el Ing. Juan Carlos Quintanilla Quiñónez

Guatemala, julio de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE LOGÍSTICA INTEGRAL PARA LA OPTIMIZACIÓN EN LAS
OPERACIONES DE DISTRIBUCIÓN, ACOMODO, ALMACENAJE Y DESPACHO DE
MATERIALES DENTRO DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

WILLIAM ROLANDO ROSALES MARROQUÍN
ASESORADO POR EL ING. JUAN CARLOS QUINTANILLA QUIÑÓNEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic Garcia
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADOR	Ing. Carlos Alex Olivares Ortiz
EXAMINADOR	Ing. Alberto Eulalio Hernández García
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE LOGÍSTICA INTEGRAL PARA LA OPTIMIZACIÓN EN LAS OPERACIONES DE DISTRIBUCIÓN, ACOMODO, ALMACENAJE Y DESPACHO DE MATERIALES DENTRO DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 1 de agosto de 2011.



William Rolando Rosales Marroquín

Guatemala 17 de Julio del 2014

Ingeniero
Cesar Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Por este medio hago de su conocimiento que yo Juan Carlos Quintanilla Quiñonez, Ingeniero Mecánico Industrial, colegiado 9004, asesore y revise el trabajo de graduación del estudiante William Rolando Rosales Marroquín carné 200715035 titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE LOGÍSTICA INTEGRAL PARA LA OPTIMIZACIÓN EN LAS OPERACIONES DE DISTRIBUCIÓN, ACOMODO, ALMACENAJE Y DESPACHO DE MATERIALES DENTRO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS**, por lo que considero que cumple con los requisitos para que pueda seguir con la continuidad del proceso de aprobación del trabajo de graduación.

Agradeciendo tomar nota de la presente me suscribo

Atentamente


Ing. Juan Carlos Quintanilla Quiñonez
Colegiado 9004


Juan Carlos Quintanilla Quiñonez
Ing. Mecánico Industrial
Colegiado activo 9004



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE LOGÍSTICA INTEGRAL PARA LA OPTIMIZACIÓN EN LAS OPERACIONES DE DISTRIBUCIÓN, ACOMODO, ALMACENAJE Y DESPACHO DE MATERIALES DENTRO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS**, presentado por el estudiante universitario **William Rolando Rosales Marroquín**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“DID Y ENSEÑAD A TODOS”

Nora Leonor Elizabeth García Tobar
Ingeniera Industrial
Colegiado No. 8121

Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, julio de 2014.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE LOGÍSTICA INTEGRAL PARA LA OPTIMIZACIÓN EN LAS OPERACIONES DE DISTRIBUCION, ACOMODO, ALMACENAJE Y DESPACHO DE MATERIALES DENTRO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS**, presentado por el estudiante universitario **William Rolando Rosales Marroquín**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, junio de 2015.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE LOGÍSTICA INTEGRAL PARA LA OPTIMIZACIÓN EN LAS OPERACIONES DE DISTRIBUCIÓN, ACOMODO, ALMACENAJE Y DESPACHO DE MATERIALES DENTRO DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS**, presentado por el estudiante universitario: **William Rolando Rosales Marroquín**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, julio de 2015

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la sabiduría y ser la luz que me ha guiado durante todos estos años, por todo lo que tengo y no dejarme caer nunca.
- Mi madre** Por todo el esfuerzo, valentía y sacrificio, por darme todo lo mejor. Por ser un ejemplo a seguir y enseñarme a luchar en todos los momentos de la vida.
- Mi hermano y amigos** Por compartir tantos momentos de alegría a mi lado, por tantos años de compartir tantas anécdotas que guardaré por siempre.
- Mi asesor** Juan Carlos Quintanilla, por tomarse su tiempo, y concederme tantas recomendaciones en la realización de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA.....	1
1.1. Visión.....	1
1.2. Misión	1
1.3. Valores	1
1.4. Política de calidad	2
1.5. Reseña histórica.....	2
1.6. Realización del producto	3
1.7. Función y estructura organizacional del Centro de Distribución.....	6
2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LAS OPERACIONES DE RECEPCIÓN, DESPACHO, ACOMODO Y ALMACENAJE.....	11
2.1. Descripción de productos y suministros	12
2.1.1. Productos.....	13
2.1.2. Suministros	14
2.2. Descripción de operaciones y flujo de materiales.....	15
2.2.1. Distribución del almacén.....	16

2.2.2.	Sector de producto terminado	16
2.2.3.	Sector de suministros	17
2.2.4.	Sectores de operaciones de soporte	18
2.3.	Capacidad de almacenamiento	19
2.3.1.	<i>Layout</i> del almacén	21
2.4.	Acomodo de materiales.....	25
2.4.1.	Flujo de materiales para el acomodo de producto terminado.	28
2.4.2.	Flujo de materiales para el acomodo de suministros.	39
2.4.3.	Tiempos de recepción y acomodo.....	43
2.5.	Despacho de producto terminado	45
2.5.1.	Estaciones de carga y despacho.....	47
2.5.2.	Flujo de materiales para el despacho de producto terminado	48
2.5.3.	Tiempo de servicio actual.....	54
2.6.	Indicadores utilizados.....	58
2.6.1.	Indicadores clave	58
2.6.2.	Días piso	61
2.7.	Perfil de las actividades de almacenamiento	64
2.7.1.	Pedidos del cliente	64
2.7.2.	Utilización de materiales.....	67
2.7.3.	Actividad del artículo	69
2.7.4.	Relaciones de actividad	72

3.	PROPUESTA DEL SISTEMA LOGÍSTICO EN LAS OPERACIONES DE DISTRIBUCIÓN, ACOMODO, ALMACENAJE Y DESPACHO DE MATERIALES.....	75
3.1.	Diseño del sistema logístico dentro del Centro de Distribución.....	75
3.1.1.	Diseño de la distribución del almacén.	76
3.1.1.1.	Planificación de los requisitos de espacio	77
3.1.2.	Diseño del circuito interno de vehículos pesados... ..	81
3.1.3.	Ubicación de operaciones	84
3.1.3.1.	Estaciones de carga y descarga.....	85
3.1.3.2.	Ubicación de producto terminado.	89
3.1.3.3.	Ubicación de suministros.....	92
3.1.3.4.	Ubicación de operaciones de soporte.....	94
3.1.3.5.	Propuesta de <i>layout</i> del almacén.	94
3.1.3.6.	Sectorización del espacio para almacenaje.	96
3.1.4.	Capacidad de almacenaje	97
3.1.5.	Planificación del flujo de materiales.....	98
3.1.6.	Acomodo de materiales	101
3.1.6.1.	Operaciones para el acomodo de producto.....	107
3.1.7.	Despacho de producto terminado.....	113
3.1.7.1.	Prerecepción de materiales y despacho	119
3.1.8.	Capacidad de servicio	121
3.1.9.	Propuesta de nuevos indicadores de desempeño de actividades del almacén.	125

3.1.9.1.	Desempeño de la productividad.....	125
3.1.9.2.	Calidad del desempeño.....	126
3.1.9.3.	Desempeño del tiempo de ciclo.	126
3.1.9.4.	Desempeño de utilización del almacén.....	127
3.2.	Propuesta para el análisis y mantenimiento de la flotilla de montacargas de contrapeso de gasolina – gas propano.....	128
3.2.1.	Diseño del Programa de Mantenimiento Preventivo.	128
3.2.2.	Clasificación y codificación de montacargas	128
3.2.3.	Indicadores de funcionamiento.....	129
3.2.3.1.	Horas en paro	131
3.2.3.2.	Horas de operación.....	132
3.2.3.3.	Consumo de combustible.....	132
3.2.3.4.	Frecuencia de fallo.....	133
3.2.4.	Intervalos de mantenimiento preventivo.....	134
3.2.4.1.	Clasificación en sistemas mecánicos.....	134
3.2.5.	Servicios menores.....	134
3.2.5.1.	Inspecciones generales.....	135
3.2.5.2.	Lubricación.....	136
3.2.5.3.	Cambio de aceite.	136
3.2.5.4.	Cambio de filtros.	137
3.2.5.5.	Periodicidad.	138
3.2.6.	Servicios mayores.....	139
3.2.6.1.	Cambio de refrigerante.....	140
3.2.6.2.	Cambio de fajas y cadenas.....	140
3.2.6.3.	Medición del motor.....	141
3.2.6.4.	Revisión de válvulas.....	141

	3.2.6.5.	Ajuste de revoluciones.....	142
	3.2.6.6.	Análisis de aceite.....	143
	3.2.6.7.	Periodicidad.....	143
3.2.7.		Repuestos e inventario.	144
3.2.8.		Lubricación y refrigerantes a utilizar.	145
	3.2.8.1.	Selección de lubricante.....	145
	3.2.8.2.	Característica de lubricante	146
	3.2.8.3.	Análisis programado de aceite	147
	3.2.8.4.	Control de combustible.....	148
		3.2.8.4.1. Combustión	148
	3.2.8.5.	Características de combustibles.....	149
		3.2.8.5.1. Gases de escape. ...	151
		3.2.8.5.2. CO2.....	151
		3.2.8.5.3. Partículas en suspensión PM.....	151
		3.2.8.5.4. Óxidos de nitrógeno NOx.	151
	3.2.8.6.	Equipo y accesorios de medición de motor.	151
	3.2.8.7.	Dinamómetro	152
	3.2.8.8.	Rotámetro.....	154
	3.2.8.9.	Aparato de Orsat	154
		3.2.8.9.1. Relación aire- combustible	155
	3.2.8.10.	Medidor de flujo de aire	156
3.2.9.		Manejo de Peligros en montacargas.	156
	3.2.9.1.	Información general sobre peligros..	156
	3.2.9.2.	Aire y agua a presión.....	157
	3.2.9.3.	Presión atrapada.	157

	3.2.9.4.	Penetración de fluidos.....	158
	3.2.9.5.	Contener derrames de fluidos.	158
	3.2.9.6.	Eliminar desechos, apropiadamente	159
	3.2.9.7.	Prevención de quemaduras.	159
	3.2.9.8.	Prevención de incendios.	160
3.3.		Capacitación y desarrollo del personal.....	160
3.4.		Análisis financiero	161
	3.4.1.	VAN (valor actual neto).	163
	3.4.2.	TIR (tasa interna de retorno).	164
	3.4.3.	Análisis costo-beneficio.....	164
4.		IMPLEMENTACIÓN.....	165
	4.1.	Puesta en marcha de la redistribución del almacén.....	165
		4.1.1. Actividades para redistribución de inventario	165
		4.1.2. Comunicación del nuevo sistema.....	166
		4.1.3. Pruebas piloto.	167
	4.2.	Plan para la identificación de áreas de acomodo de producto.....	167
		4.2.1. Hoja de acomodo o <i>slotting</i>	167
		4.2.2. Hoja de rutas y despachos.....	168
		4.2.3. Asignación de ubicaciones y control de la rotación del inventario.	169
		4.2.4. Manejo y políticas de suministros dañados.....	170
	4.3.	Implementación de indicadores de desempeño.	170
	4.4.	Actividades para el mantenimiento de los montacargas.	171
		4.4.1. Hoja de inspección diaria.	171
		4.4.2. <i>Check List</i> de inspecciones.	172

4.5.	Actividades para el manejo de repuestos de los montacargas.....	172
4.6.	Informe para el control de consumo de combustible.	173
4.7.	Cronograma de actividades.....	174
5.	MEJORA CONTINUA.....	175
5.1.	Auditoría de las operaciones del almacén y base de datos... ..	175
5.2.	Estándares de desempeño y análisis de brechas.	176
5.2.1.	Desempeño de la productividad del almacén.	177
5.2.2.	Calidad del desempeño del almacén.....	177
5.2.3.	Desempeño del tiempo de ciclo.....	177
5.2.4.	Desempeño de utilización del almacén.	178
5.2.5.	Indicadores de desempeño del programa de mantenimiento en montacargas.....	178
5.2.5.1.	Horas en paro.....	178
5.2.5.2.	Horas de operación.	179
5.2.5.3.	Consumo de combustible.	179
5.2.5.4.	Frecuencia de fallo.	179
6.	LOGÍSTICA VERDE PARA LA REDUCCIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA EMPRESA.	181
6.1.	Clasificación de materiales.....	181
6.1.1.	Residuos plásticos.....	182
6.1.2.	Residuos de taller mecánico.....	183
6.2.	Fuentes de recolección de materiales.....	183
6.2.1.	Internas.....	184
6.2.2.	Externas posconsumo.....	184
6.3.	Cadena de logística verde.....	184
6.4.	Metodología del sistema de logística verde.....	185

6.4.1.	Estrategia del canal de suministro.....	185
6.4.2.	Evaluación del potencial.....	186
6.4.3.	Elección de la población.....	186
6.4.4.	Educación y capacitación medio ambiental.....	187
6.4.5.	Recolección y clasificación de materiales	188
6.4.6.	Transporte	188
6.4.7.	Reciclaje de materiales	189
6.4.8.	Medición y control	190
CONCLUSIONES.....		191
RECOMENDACIONES		193
BIBLIOGRAFÍA.....		195
ANEXOS.....		197

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Realización del producto	5
2.	Representación de la red de distribución en Guatemala.....	7
3.	Organigrama del Centro de Distribución	9
4.	Distribución de producto terminado.....	17
5.	Estibado de tarimas	20
6.	<i>Layout</i> del Centro de Distribución	22
7.	<i>Layout</i> de área mixta y exportación	23
8.	<i>Layout</i> de área abastecimiento nacional.....	24
9.	Proceso de acomodo de producto terminado.....	26
10.	Proceso de acomodo de suministros.	27
11.	Flujo de procesos para el acomodo de producto terminado.....	29
12.	Traslado línea producción tipo I.	30
13.	Traslado línea producción tipo II.	32
14.	Rutas de acomodo de producto terminado A	34
15.	Rutas de acomodo de producto terminado B	35
16.	Distribución por sectores del almacén.....	36
17.	Rutas de acomodo de suministros.	40
18.	Flujo de procesos para el acomodo de suministros.	41
19.	Proceso de despacho de producto terminado.....	46
20.	Estaciones de carga y descarga de materiales.....	48
21.	Rutas para carga del despacho de transporte	49
22.	Flujo de procesos para el despacho de producto terminado.....	53
23.	Gráfica del desempeño de indicadores clave, febrero 2011	59

24.	Gráfica del desempeño de indicadores clave, marzo 2011	59
25.	Gráfica de días piso, febrero 2011	63
26.	Distribución por pedidos del cliente A	65
27.	Distribución por pedidos del cliente B	65
28.	Distribución producto almacenado.....	68
29.	Distribución por popularidad del artículo	70
30.	Distribución de popularidad para un plan de abastecimiento.....	71
31.	Diagrama de relaciones.....	73
32.	Proyección para la recepción de producto terminado.....	78
33.	Comparación de sistemas de ingreso de transporte.....	82
34.	Sistema circulación de transporte.....	83
35.	Operaciones con fuerte relación.....	84
36.	Ubicación preliminar de actividades con relación tipo A.....	86
37.	Ubicación preliminar de actividades con relación tipo A y B	87
38.	Ubicación final del área de recepción y despacho.....	87
39.	Ubicación de producto terminado según su rotación.....	89
40.	Distribución pareto para un plan de abastecimiento	90
41.	Ubicación de suministros.....	93
42.	<i>Layout</i> propuesto del Centro de Distribución	95
43.	Distribución pareto para un plan de abastecimiento	99
44.	Diseño del flujo de materiales hacia el área de carga.....	100
45.	Distribución por sectores del almacén propuesto.....	101
46.	Funcionamiento operativo de montacargas en líneas de producción ..	106
47.	Proceso propuesto de acomodo de producto terminado.....	111
48.	Proceso propuesto de acomodo de suministros.....	112
49.	Proceso de despacho de materiales.....	113
50.	Rutas para la descarga de materiales.....	114
51.	Rutas para carga de materiales.....	115
52.	Distribución propuesta del almacén por sectores.....	116

53.	Flujo de información para la asignación de ubicaciones.	120
54.	Calificación tipo de servicio.	122
55.	Tablero de calificación de servicio, diario.....	123
56.	Comparativo capacidad de servicio y productividades de operarios....	123
57.	Diferencia entre el viejo y nuevo paradigma de mantenimiento	129
58.	Lubricantes recomendados por el fabricante.	146
59.	Componentes del mecanismo de válvulas.	150
60.	Cronograma de actividades	174
61.	Recuperación de desperdicio en la cadena de suministro.	185
62.	Proceso reciclaje PET	189
63.	Desempeño línea de producción No.1	197
64.	Desempeño línea de producción No.2	197
65.	Desempeño línea de producción No.3	198
66.	Desempeño línea de producción No.4	198
67.	Desempeño línea de producción No.5	198
68.	Desempeño línea de producción No.6	199
69.	Registro diario de tiempos de servicio	202
70.	Guía API de aceite para motores.	203

TABLAS

I.	Distribución del área de almacenaje.....	20
II.	Capacidad en posiciones en piso.....	21
III.	Productividades por línea de producción tipo I.....	33
IV.	Productividades por línea de producción tipo II.....	33
V.	Cuadro de distribución del acomodo por volumen.....	37
VI.	Cuadro de recorridos para el acomodo.....	39
VII.	Cuadro de distribución del despacho por volumen.....	51
VIII.	Cuadro de recorridos para el despacho.....	52
IX.	Tiempo de carga medio.....	55
X.	Promedio de días piso, febrero 2011.....	62
XI.	Escala de calificación relaciones de actividad.....	72
XII.	Proyección de ingreso en miles de cajas al Centro de Distribución.....	79
XIII.	Distribución pareto para un plan de abastecimiento.....	91
XIV.	Resumen de requerimientos y capacidades de almacenaje.....	97
XV.	Cuadro de distribución del acomodo por volumen propuesto.....	102
XVI.	Cuadro de recorridos para el acomodo.....	103
XVII.	Resumen, diferencias entre distribución actual y propuesta.....	104
XVIII.	Clasificación de despachos, según SKU y porcentaje.....	108
XIX.	Cuadro de distribución del despacho por volumen propuesto.....	117
XX.	Cuadro de recorridos para el despacho.....	118
XXI.	Resumen diferencias entre distribución actual y propuesta.....	118
XXII.	Propuesta de codificación de montacargas.....	129
XXIII.	Flujo de efectivo anual.....	163
XXIV.	Hoja de acomodo.....	168
XXV.	Actividades planificadas para capacitación ambiental.....	187
XXVI.	Problemas relacionados al alto consumo de combustible.....	204

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
CD	Centro de Distribución
CAD	Diseño asistido por computadora
L	Litro
m²	Metros cuadrados
min	Minutos
Oz	Onzas
PET	Polímero tereftalato de polietileno
Q	Quetzales

GLOSARIO

Acomodo	Acción de colocar mercancía en almacenamiento. Incluye el manejo de materiales, la verificación del sitio y las actividades de ubicación del producto.
Almacenaje	Guardar, físicamente, mercancía en un almacén a la espera de su demanda.
API	American petroleum institute
Calidad API	Grado de calidad o capacidad de protección que brinda el aceite al motor.
Centro de Distribución (CD)	Lugar donde se reúne toda la producción de una empresa con el fin de simplificar las operaciones.
Indicador	Herramienta que permite medir y evaluar el desempeño de una actividad dentro de la empresa.
Layout	Esquema simplificado de distribución de los elementos de un espacio físico, utilizado para ejemplificar el funcionamiento de un diseño.

Logística	Gestión integrada de todas las actividades necesarias para mover productos a través de la cadena de suministro de una manera que satisfaga las necesidades de los clientes
<i>Pallets</i>	Unidad logística más común para la recepción y almacenaje de mercadería, son utilizados como contenedores para el envío de mercadería.
PEPS	Flujo de entrada y salida del almacén, basado en: primero que entra, primero que sale.
PIT	Estaciones utilizadas para cargar y descargar productos a una rastra dentro del Centro de Distribución.
Principio Pareto	Principio que reconoce que pocos elementos (20 %) generan la mayor parte del efecto (80 %).
Recepción	Actividad en la que se reciben, físicamente, los artículos y se inspeccionan de conformidad con un orden de compra.
Rastra	Vehículo pesado utilizado para transportar volúmenes altos de bebidas envasadas. Posee modificaciones en su diseño que facilitan su carga, descarga y transporte del producto.

<i>Slotting</i>	Asignación de espacio de almacenamiento donde se determina la ubicación óptima para un producto analizando la demanda, los movimientos dentro del almacén y los atributos de las ubicaciones y los productos.
<i>Stock Keeping Units (SKU)</i>	Término utilizado que identifica un numérico único, usado para referirse a un producto específico en inventario. Cada SKU se asocia con un objeto, producto, marca, servicio, cargos, entre otros.
Tercerización	Subcontrato de funciones comerciales o procesos hacia una empresa externa en lugar de hacerlos internamente.
Válvulas	Piezas mecánicas que permiten la entrada de gases de admisión y salida de gases quemados.
Viscosidad SAE	Grado de viscosidad, resistencia a fluir, presente en el aceite.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación propone mejoras integrales al sistema logístico interno en el Centro de Distribución de una planta de bebidas. Las actividades analizadas fueron las de distribución, acomodo, almacenaje y despacho de materiales. Estas actividades se analizaron en conjunto ya que están interrelacionadas e inciden, directamente, en el desempeño operativo del Centro de Distribución.

Del análisis de las actividades y del comportamiento de la demanda se definió una metodología para la distribución del producto terminado. En esta distribución los productos se acomodan al área de carga, según su rotación. Por lo que mejora la productividad de despacho. Se logra también, un aumento en la capacidad de almacenaje rediseñando el *layout* y utilizando espacio que permanece ocioso.

Se describen los lineamientos y bases técnicas para realizar un efectivo plan de mantenimiento a los montacargas de contrapeso, los cuales son indispensables para el funcionamiento del Centro de Distribución. El mantenimiento es realizado por un pequeño taller subcontratado, el cual reacciona, únicamente, al momento de presentarse las fallas en los vehículos.

Finalmente, se muestran los aspectos a tomar en cuenta para implementar y evaluar, correctamente, las propuestas de mejora en el sistema logístico. Luego, se detalla una metodología ambiental, en la cadena de distribución, para reducir el impacto ambiental de las actividades comerciales de la empresa.

OBJETIVOS

General

Optimizar el sistema logístico de distribución, acomodo, almacenaje y despacho de productos y suministros en el Centro de Distribución de una planta de producción de bebidas.

Específicos

1. Aumentar la capacidad de almacenaje de producto terminado sobre el 20 % de la capacidad actual.
2. Incrementar la capacidad de despacho del Centro de Distribución en rastras por hora.
3. Reducir sobre el 5 % la distancia promedio de desplazamientos de los operarios de montacargas para el acomodo de producto terminado.
4. Reducir sobre el 10 % la distancia promedio de desplazamiento de los operarios de montacargas para el despacho de producto terminado.
5. Reducir sobre el 10 % la distancia promedio de desplazamientos de los operarios de montacargas para el despacho de producto terminado.
6. Mejorar la disponibilidad de la flotilla de montacargas mediante un programa de mantenimiento preventivo eficiente.

7. Proponer un control de combustible y combustión eficiente en los motores de la flotilla de montacargas para la disminución de gases en los motores.

INTRODUCCIÓN

Para mantener competitivas las organizaciones deben optimizar sus procesos, principalmente, deben buscar una mejor interrelación entre ellos. En el presente trabajo de graduación se encontrará una detallada descripción de las operaciones logísticas realizadas dentro de un Centro de Distribución. Las actividades son las realizadas para llevar el producto terminado desde las líneas de producción hacia su almacenaje para ser despachadas a la red de distribución de la compañía.

El análisis se realizó acerca de las principales actividades, las cuales son: distribución, acomodo, despacho y almacenaje de producto terminado y suministros para producción. Las actividades fueron analizadas como parte de un sistema, ya que, cada una está interrelacionada entre sí. Se diseñó una nueva distribución del inventario con la cual, se consigue un aumento en la capacidad de almacenaje y mayor cantidad de vehículos despachados por hora. También se establece la metodología necesaria para que el producto terminado se acomode, según la distribución establecida. Esta distribución es flexible ante los constantes cambios de la demanda, por lo que el sistema mantendrá los logros alcanzados.

La mejora en las actividades de logística no puede estar exenta de una adecuada disposición de la flotilla de montacargas. Ya que estos son la herramienta indispensable en el flujo de materiales dentro de la planta de producción. Este es el motivo por el cual se presentan las bases y aspectos a tomar en cuenta para implementar un eficiente plan de mantenimiento preventivo.

1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA

1.1. Visión

“Ser la mejor compañía operadora de bebidas de las Américas y contribuir con un mundo mejor”¹.

1.2. Misión

“Somos gente competitiva que crea relaciones sólidas con nuestros clientes y consumidores a través de las mejores propuestas de valor, garantizando altos retornos a los accionistas”².

1.3. Valores

“Pasión, actuar como dueños, liderazgo, excelencia, integridad, soñar en grande”³.

¹ Compañía de bebidas. Plan estratégico, p 23. Derechos reservados.

² Ibíd.

³ Ibíd.

1.4. Política de calidad

La política de calidad se detalla a continuación: “Somos una empresa dedicada a la producción de bebidas carbonatadas y no carbonatadas. Estamos comprometidos a través de un equipo de trabajo orientado a la mejora continua a garantizar:

- Calidad e inocuidad de los productos que fabricamos, satisfacción de los clientes y creación de valor a largo plazo”⁴

1.5. Reseña histórica

La empresa se fundó en 1885, dedicada a la fabricación de bebidas. Gracias a su excelente calidad, a solo dos años de su fundación, ya producía la única soda aprobada por la Facultad de Medicina para el consumo masivo.

En 1940, se adquirió maquinaria más moderna para automatizar el proceso de producción y se introdujeron, por primera vez, los camiones en la distribución del producto, los cuales comenzaron a llegar a todos los departamentos del país.

En 1942, la empresa obtuvo la franquicia para la fabricación y venta de productos para una compañía multinacional.

En 1976, se logró el liderazgo en el mercado guatemalteco, pues, desde ese año, hasta nuestros días, son los productos más vendidos del mercado.

⁴ Compañía de bebidas. Plan estratégico, p 23. Derechos reservados.

En 1988, se dio un paso trascendental en el proceso de desarrollo de la empresa, la Junta Directiva tomó la decisión de institucionalizar y profesionalizar al grupo, a través de políticas y procedimientos que le permitieron afrontar, exitosamente, los nuevos retos de la globalización. Se asumió el proceso de transformación hacia la competitividad, a través de una política de economías de escala, alianzas estratégicas con los proveedores, programas de capacitación y desarrollo de personal, así mismo, una innovadora y sobresaliente estrategia de mercadeo.

Los resultados de esta transición fueron reconocidos por la Compañía Estadounidense Multinacional al otorgar a la Corporación el Galardón Embotellador Latinoamericano del Año, en dos ocasiones consecutivas, pocas veces logrado en el mundo.

La proyección de la Corporación hacia la comunidad se ve fortalecida por la creación de puestos de trabajo, la realización de importantes inversiones en infraestructura productiva, el apoyo a las actividades deportivas y la realización de proyectos educativos y de interés social.

1.6. Realización del producto

Previo a la realización del producto se realizan las actividades de recepción de solicitudes por parte del área de Ventas. La información es llevada desde cada punto de venta a través de la cadena de abastecimiento, al centro de operaciones. Derivado de esta información, se realiza la planificación de la producción por línea, presentación y sabor. Así como el programa de suministro de materias primas, tiempos de máquina, logística de producción y abastecimiento.

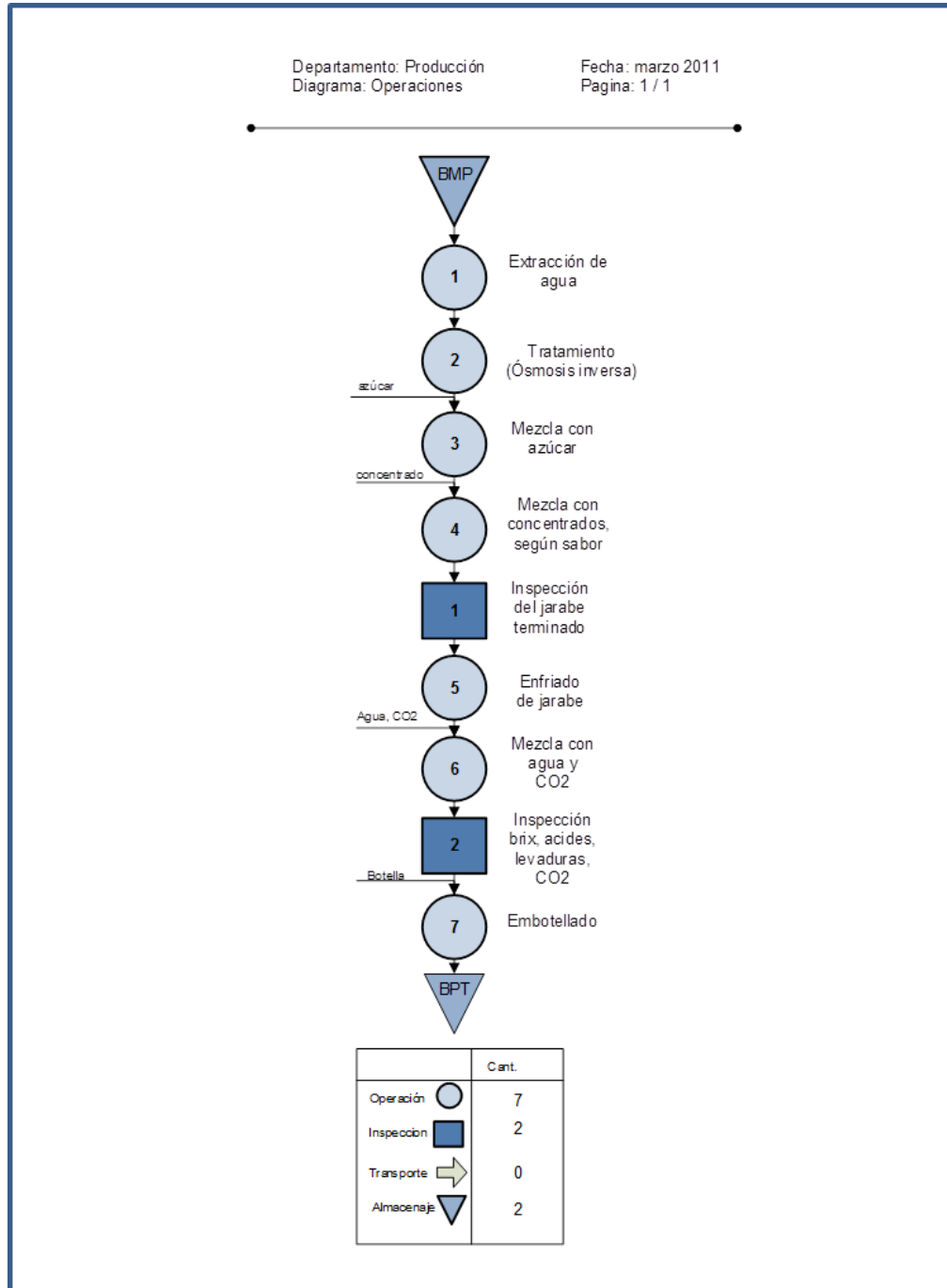
Al conocer los volúmenes, presentaciones y sabor del producto es posible iniciar el proceso de producción. El primer paso para la realización del producto es la extracción y tratamiento del agua. Se extrae de pozos, para tratarla a través de ósmosis inversa. Luego, se elabora el jarabe simple, el cual se consigue al ser disuelta azúcar en agua tratada a 80 grados centígrados.

Cuando el jarabe simple está listo se distribuye por medio de tuberías al área de disolución de concentrados. Es allí donde se hacen las mezclas del jarabe simple con diversos concentrados, conforme el programa de producción, obteniendo el jarabe terminado. El jarabe terminado es evaluado por el Departamento de Aseguramiento de la Calidad.

Luego, el jarabe terminado es enviado a través de tuberías al equipo de mezcla en cada línea de producción. El jarabe llega a temperatura ambiente, es enfriado y mezclado con agua y CO₂. Esta mezcla se carga en las llenadoras para iniciar el proceso de embotellado en el que se realizan las primeras pruebas de calidad. Para terminar el proceso de producción, las líneas agrupan las botellas y las empacan en cajas para, luego, entarimarse, y empacarse.

Al tener el producto terminado empacado, el Departamento de Logística se encarga de trasladarlo a la bodega para su almacenamiento y posterior transporte a las agencias y puntos de venta requeridos. En la figura 1 se muestra el diagrama de operaciones para la realización de bebidas carbonatadas.

Figura 1. Realización del producto



Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Visio 2007.

1.7. Función y estructura organizacional del Centro de Distribución

La función del Centro de Distribución es el de almacenar el producto terminado proveniente de las líneas de producción para abastecer a más de 20 agencias en el país y a otros centros de distribución en el extranjero.

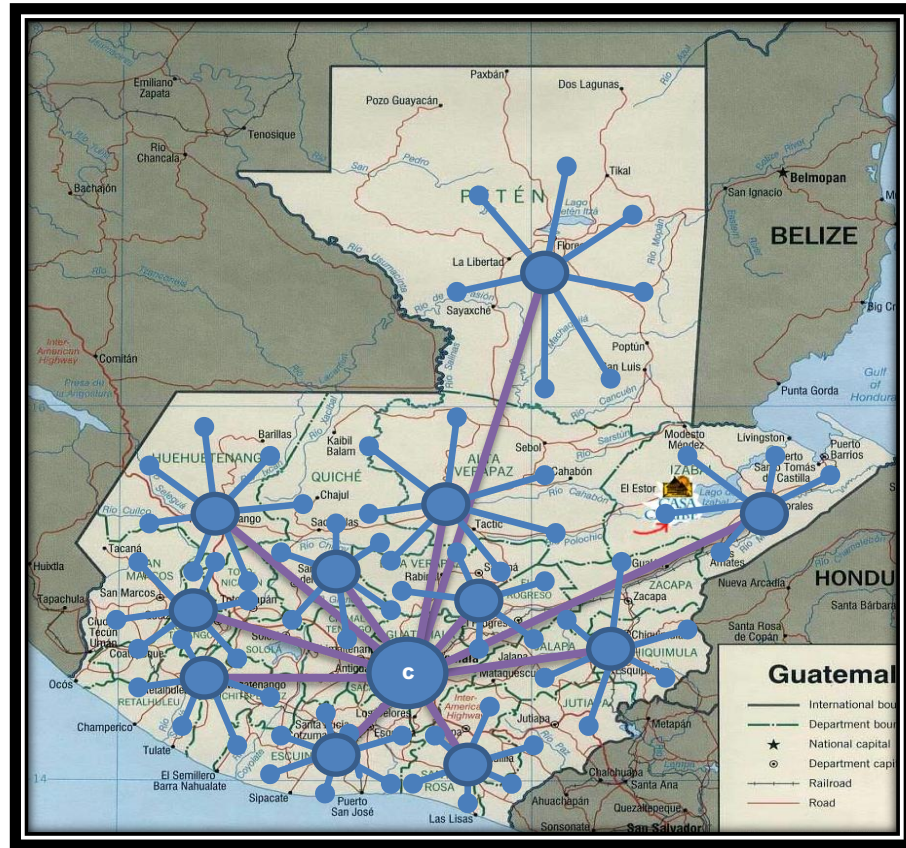
El Centro de Distribución también almacena otros materiales esenciales para el empaque y embalaje del producto, tales como: envases retornables plásticos y de vidrio, cajillas plásticas y tarimas.

El Centro de Distribución cumple una función clave dentro de la cadena de suministro de la empresa al abastecer y mantener un inventario del producto terminado requerido para toda la red de distribución en Guatemala, Centro América y el Caribe. En la figura 2 se ejemplifica, a grandes rasgos, el mapa de distribución de la empresa, en Guatemala.

Objetivos de un Centro de Distribución.

- Mantener los *stocks* previstos de materia prima y producto terminado al mínimo costo.
- Controlar, perfectamente, los inventarios, la facturación y los pedidos.
- Lograr que el movimiento diario de productos a lo largo de las operaciones sea eficiente.
- Prestar el mejor servicio al cliente interno y externo.

Figura 2. Representación de la red de distribución en Guatemala



Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Power Point 2007.

La estructura organizacional de la empresa está dividida por departamentos, en el cual se encuentra el Departamento de Logística, el cual está estructurado verticalmente y es dirigido por el gerente general de Logística. A su vez, existe un jefe de Centros de Distribución quien es el encargado de dirigir, planificar, presupuestar y liderar proyectos de mejora en los procesos de almacenamiento, transporte y distribución de producto terminado y suministros en Guatemala. El Centro de Distribución está a su cargo, el cual es gestionado, en una línea jerárquica inferior, por un coordinador administrativo, tres coordinadores operativos y un analista.

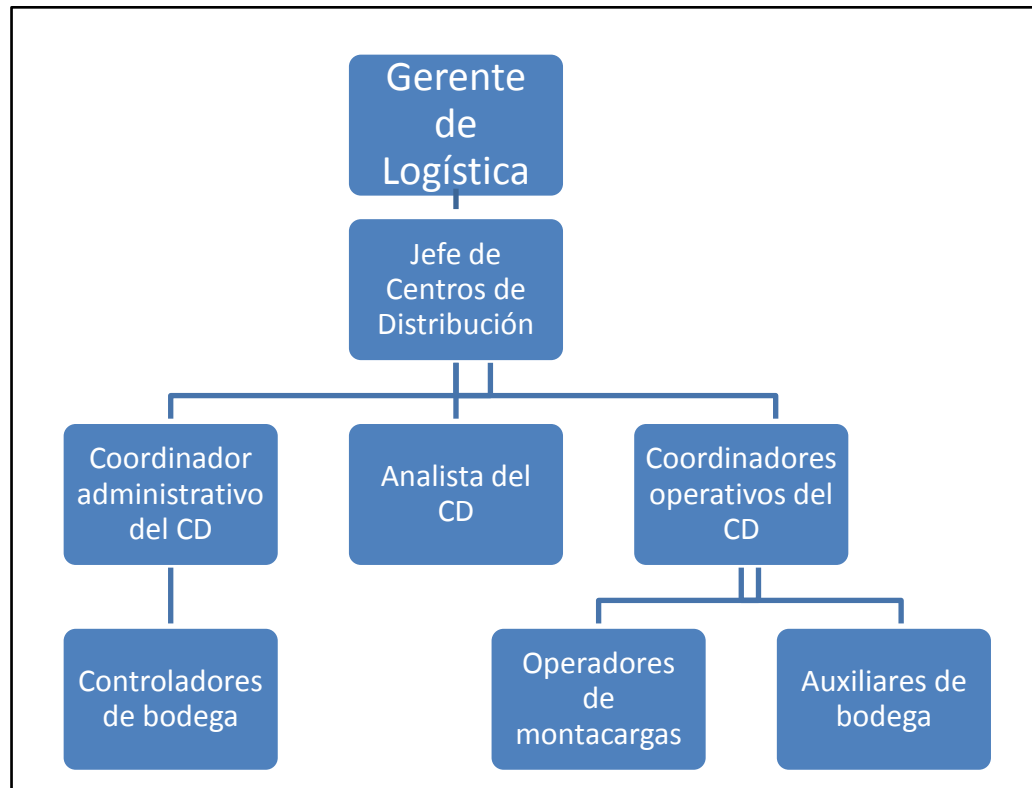
El coordinador administrativo es quien gestiona el buen uso de los recursos financieros y humanos para el eficiente funcionamiento del Centro de Distribución. Controla las compras, principalmente, para el ingreso oportuno de los suministros para la planta de producción. Administra y controla el desempeño económico del Centro de Distribución, según el presupuesto asignado, así como, propone y evalúa los procedimientos de trabajo.

El analista del Centro de Distribución debe auxiliar al coordinador administrativo en las actividades de emisión de órdenes de compra y envíos hacia los puntos de distribución. Analiza los movimientos financieros en el CD y agencias del país. Actualiza los indicadores de desempeño establecidos e integra la información de inventarios del almacén.

Los coordinadores operativos son los encargados de supervisar y coordinar a operadores y auxiliares de bodega para cumplir las actividades diarias en el movimiento y almacenamiento de materiales. Deben velar por el correcto almacenaje y despacho del producto terminado.

En la escala jerárquica inferior se encuentran los controladores de bodega, auxiliares de bodega y operadores de montacargas. Los operadores son quienes, físicamente, movilizan los materiales. Los auxiliares de bodega realizan continuos inventarios en el almacén. Ambos equipos de trabajo son asistidos y coordinados por el controlador de bodega quien, a su vez, informa de las actividades diarias a los coordinadores operativos. El organigrama del Centro de Distribución se muestra en la figura 3.

Figura 3. **Organigrama del Centro de Distribución**



Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Power Point 2007.

2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LAS OPERACIONES DE RECEPCIÓN, DESPACHO, ACOMODO Y ALMACENAJE

El Centro de Distribución ubicado en la planta de producción es muy importante para la cadena de suministros de esta empresa, ya que, a partir de sus operaciones, permite el flujo eficiente de materiales para cumplir con los planes de producción y abastecimiento de producto terminado a todos los puntos de venta, dentro y fuera del país.

Para realizar el trabajo de graduación se recolectó información mediante trabajos de campo realizados en el Centro de Distribución de la empresa embotelladora. La consolidación de datos fue posible a través de la observación directa, consultas a la página de internet de la empresa, manuales de procedimientos, reportes, archivos electrónicos otorgados por la misma y por comunicación con el personal clave de la empresa: coordinadores y controladores de operaciones, entre otros.

El capítulo se inicia con la descripción de productos y la identificación de las operaciones. Las operaciones son distribución, almacenaje, acomodo y despacho de producto terminado y envase retornable. Cada operación es descrita utilizando como apoyo distintos diagramas.

Para la distribución del producto, se identificaron los principales sectores en que se compone el almacén y se realizaron diagramas *layout* para un mejor entendimiento. La segunda operación analizada es la de almacenaje, donde se describe cómo se manipulan y almacenan los productos. También se determina la capacidad de almacenaje del Centro de Distribución, por unidades, cajas y tarimas.

Luego, se describe la operación de acomodo y despacho, para el producto terminado. Como apoyo se realizaron flujogramas y diagramas de flujo del proceso. Para estas operaciones se definieron indicadores para el flujo de materiales, en cuanto a volumen y distancia desplazada, para distintas rutas realizadas por los operarios. Estos indicadores servirán de comparativo con las propuestas presentadas en el capítulo 3.

Finalmente, se realiza un último análisis para las operaciones, nombrado como perfiles de actividades, en el cual se analizan las actividades mediante diagramas de barras y pareto.

2.1. Descripción de productos y suministros

La empresa maneja un amplio portafolio que cuenta con productos como agua embotellada, bebidas gaseosas, deportivas, energizantes, jugos, néctares, té frío y cerveza, en diversos sabores y presentaciones. En el Centro de Distribución se recibe y envía, según planificación semanal de estos productos, por lo que maneja alrededor de 300 SKU. El SKU proviene del término "*Stock keeping unit*", utilizado para identificar una unidad de producto específico en inventario. Cada SKU se asocia con una marca, sabor y presentación específica.

Del total de SKU alrededor del 60 % se produce en la planta de Guatemala y el resto proviene de otra planta de producción específica para jugos, néctares y bebidas deportivas. La unidad utilizada en el Centro de Distribución de la planta de producción es la caja. Cada caja contiene entre 6 a 24 unidades dependiendo del producto y presentación. El emplear caja como unidad de almacenamiento, en lugar de unidades sueltas, facilita la manipulación, control y registro de las operaciones.

A continuación se describen los distintos productos y suministros utilizados en el Centro de Distribución.

2.1.1. Productos

El producto terminado se clasifica por su composición en tres principales grupos:

- **Carbonatados:** el producto carbonatado está representado por bebidas saborizadas, efervescentes y sin alcohol. Estas bebidas incluyen gas CO₂ el cual le otorga la efervescencia, comúnmente, se conocen como bebidas gaseosas. Este tipo es el principal producto y referencia en el mercado guatemalteco, especialmente, en sus sabores cola, naranja, limón y uva.
- **Isotónicos:** las bebidas isotónicas son las que poseen gran capacidad de rehidratación al cuerpo humano, bebidas deportivas que incluyen dosis de sodio, glucosa, potasio y otros minerales.
- **Cerveza:** es la bebida alcohólica elaborada por la fermentación de soluciones obtenidas de cereales y otros granos que contienen almidón. Dentro de la empresa, únicamente, se realiza el enlatado y el posterior proceso de pasteurizado.

Presentaciones en que se embotella el producto.

- Lata: producto carbonatado presentaciones de 8 y 12 Oz.
- Envase desechable PET: presentaciones de 500ml, 750 ml, 12Oz, 20Oz, 1,5 , 1,75 , 2 , 2,5 y 3L.
- Envase retornable vidrio: presentaciones de 12Oz, 0,5L, y 1L.
- Envase retornable plástico PRB: presentaciones de 2L y 2,5L.

2.1.2. Suministros

Los suministros son los materiales que se necesitan para satisfacer las necesidades de fabricación de la planta de producción y abastecimiento de los puntos de venta. Los materiales utilizados permiten el manejo y manipulación eficiente del producto a través de las líneas de producción para almacenaje y transporte como producto terminado.

Los suministros utilizados por parte del Centro de Distribución y la planta de producción para el empaque y transporte del producto terminado son el envase retornable, tarima de madera y cajilla plástica.

- **Envase retornable:** los envases son el primer material utilizado para contener, proteger, manipular y presentar la bebida. La empresa emplea envases de dos tipos; vidrio y plástico PRB.
- **Tarimas:** son las unidades logísticas más comunes para la recepción y almacenaje de mercadería. Sus dimensiones estándares son de 1,20m ancho y 1,00m de profundidad. Se emplean tarimas plásticas, de madera desechable, fumigada y reutilizable.
- **Cajillas plásticas:** son contenedores pequeños para piezas y para rápida preparación manual de pedidos. Como se ha mencionado, la unidad logística de almacenamiento utilizada es la caja. Para agrupar las botellas retornables de vidrio y plástico PRB se emplean las cajillas plásticas, las cuales están diseñadas, especialmente, para una adecuada manipulación y resguardo de las unidades, así como, para un entarimado estable.

2.2. Descripción de operaciones y flujo de materiales

Dentro del almacén existen, principalmente, las operaciones de acomodo, distribución, almacenaje y despacho de materiales. Todas las operaciones están interrelacionadas, por lo que se requiere un análisis integral. Al realizar una distribución de materiales no se puede dejar a un lado la operación de acomodo. Porque es en esta operación donde se especifica la ubicación del producto, según la distribución planificada.

La operación de despacho se ve afectada por las operaciones de acomodo y distribución porque se puede aprovechar la ubicación para asegurar una buena rotación y productividad en el despacho del producto. Una eficiente operación de acomodo favorece la distribución del producto. Una adecuada distribución del producto facilita el flujo de materiales a través del almacén hasta las áreas de despacho. El almacenaje es la operación de guardar, físicamente, los materiales a la espera de ser utilizada o despachada para satisfacer la demanda.

A continuación se presenta una mayor descripción y análisis de las operaciones en la distribución y almacenaje (capítulo 2.2.1); acomodo de materiales (capítulo 2.2.2) y despacho de producto terminado (capítulo 2.2.3).

El flujo de materiales es determinado por la cantidad de producto que ingresa y sale del almacén, el volumen de producto, la facilidad con que se transportan dentro del almacén y las distancias recorridas. El flujo de materiales será descrito para las operaciones de acomodo, en el capítulo 2.2.2 y despacho de producto terminado en el capítulo 2.2.3.

2.2.1. Distribución del almacén

El almacén está distribuido por sectores, según la actividad que se realiza y según el tipo de material. Estos sectores son el de producto terminado, suministros y operaciones de soporte al almacén.

La instalación de una nueva línea de producción, ocupando una importante área del Almacén, reducirá la capacidad de almacenaje y afectará la distribución del producto terminado. Por lo que será necesario, diseñar una nueva distribución del Almacén. Para esta nueva distribución es necesario analizar cómo funciona la distribución actual para no afectar las operaciones futuras del Centro de Distribución. A continuación se describen los sectores en que se distribuye el Almacén.

2.2.2. Sector de producto terminado

Para la distribución del producto terminado el Centro de Distribución ha sectorizado en tres principales áreas (ver figura 4) para mantener el orden y facilitar el control del inventario. Estas áreas son generales y los operadores de montacargas, quienes son los encargados de acomodar el producto eligen la ubicación del producto, según estos sectores y disponibilidad de espacio en piso.

A continuación se describen tres áreas principales.

Exportación: en esta área se ubican los productos que serán enviados fuera del país, muchos de estos productos son los mismos sabores para el abastecimiento nacional, pero difieren en la etiqueta, al indicar precios especiales en moneda extranjera y la descripción en inglés.

Envase de vidrio: los productos de presentación con envase retornable de vidrio y PRB son comerciables, únicamente en Guatemala, por lo que el área de envase de vidrio se ubica en el área del patio.

Mixta: en esta área se almacenan los productos de presentación con envase PET y lata, los cuales pueden ser enviados para exportación o para abastecer agencias nacionales. Por lo que esta área funciona para almacenar producto destinado para ambas áreas de despacho.

Figura 4. **Distribución de producto terminado**



Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Visio 2007.

2.2.3. **Sector de suministros**

Como se ha mencionado, los materiales de empaque y embalaje necesarios para mantener el suministro a la planta de producción por parte del Centro de Distribución son los siguientes: envase retornable, tarima y cajilla plástica. Los envases retornables se emplean, únicamente, para cumplir los planes de las líneas de producción de vidrio y PRB.

Al ingreso de estos materiales al Centro de Distribución se le llama “retornos”, ya que son materiales que retornan de las distintas agencias para ser reutilizados. El sector destinado para almacenar estos materiales es el patio de abastecimiento nacional.

La tarima tiene un área especial para su almacenaje, ya que, siempre es importante para mantener la cantidad necesaria para embalar el producto terminado. Se almacena todo tipo de presentación de envase a pesar que no se tenga contemplado su utilización por parte del área de Producción, esto provoca la utilización innecesaria de espacio. El único envase programado es el nuevo, el cual se adquiere por una orden de compra.

2.2.4. Sectores de operaciones de soporte

El Centro de Distribución cuenta en su almacén con áreas asignadas para otras operaciones necesarias para su funcionamiento. Estas áreas son las que a continuación se describen.

- Reparación de tarima: para minimizar los costos el Centro de Distribución cuenta con un área y personal para reparar tarimas.
- Reciclado de materiales: la empresa aprovecha su sistema logístico para recoger material plástico y reciclarlo.
- Lavado de envase: las líneas de producción no son capaces de limpiar por completo cierta cantidad de envases, por lo que existe un área para su lavado manual para que pueda ser reutilizado.

- Graneles de basura y envase: para los envases que no puedan ser limpiados por ningún medio o estén demasiado rayados existe un área especial para su triturado, el cual se lleva a la empresa de vidrio.
- Cilindros de gas: se cuenta con cilindros de gas propano para que los operadores de montacargas puedan abastecerse de combustible.

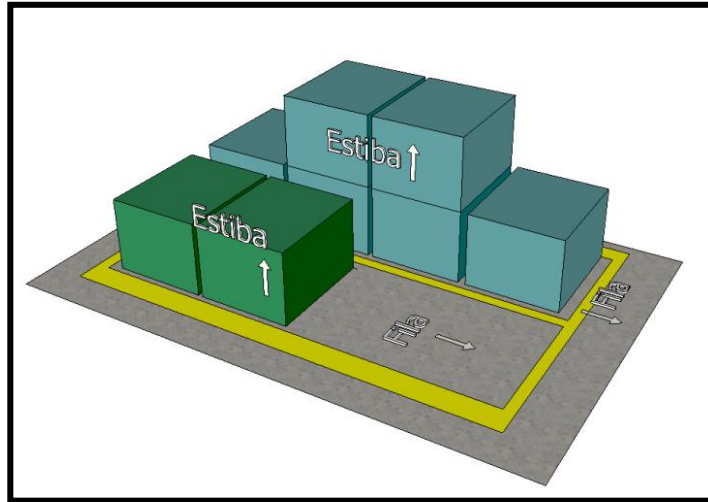
2.3. Capacidad de almacenamiento

Una operación importante de analizar es el almacenaje, ya que uno de los principales objetivos del Centro de Distribución es aumentar su capacidad de almacenaje.

El sistema de almacenamiento utilizado en el Centro de Distribución es, principalmente, el arrume de tarimas. En este sistema las tarimas de producto terminado se ubican en el suelo, estibadas en filas como se ve en la figura 5. Las capacidades para la altura de estiba son de 1 a 3 tarimas. En lo posible cada fila debe contener tarimas, únicamente, de un solo SKU para facilitar el control de inventario y el acceso del producto.

Este sistema de almacenaje es el que proporciona un costo de inversión bajo, fácil de realizar y permite flexibilidad, para configurar la distribución de los materiales. Las desventajas de este sistema de almacenaje es que conforme se van retirando las cargas del bloque de almacenamiento, ocurre un fenómeno de pérdida de espacio que se conoce como efecto panel. Puesto que se puede almacenar, convenientemente, un SKU por fila, se crean espacios vacíos en la tarima que no se pueden aprovechar hasta que se haya acabado un bloque completo.

Figura 5. **Estibado de tarimas**



Fuente: elaboración propia, programa Google Sketchup.

El área disponible actual utilizada por el Centro de Distribución es de 17 411 m², aproximadamente, de la cual se utiliza 7 068,75 m² para almacenar producto terminado, 6 814 m² para suministros, 2 880 para el área de parqueo del transporte y el resto para las actividades de soporte.

Tabla I. **Distribución del área de Almacenaje**

Producto terminado	Área m²
Exportación	831,42
Mixta	5 395,83
Envase vidrio	841,50
Sub total	7 068,75
Suministros	6 636,90
Parqueo	3 240,00
Actividades soporte	825,00
Sub total	10 701,90
Total	17 770,65

Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

Actualmente, el producto terminado cuenta con 3 043 espacios en piso, 2 407 espacios para envase retornable y 276 espacios para tarimas. Una unidad de espacio en piso, se toma como la necesaria para colocar una tarima con producto terminado o envase. El área es de 1,2m de fondo por 1m de largo.

Según la capacidad de estiba de cada material, la capacidad de almacenaje puede aumentar o mantenerse igual al espacio en piso disponible.

Tabla II. **Capacidad de posiciones en piso**

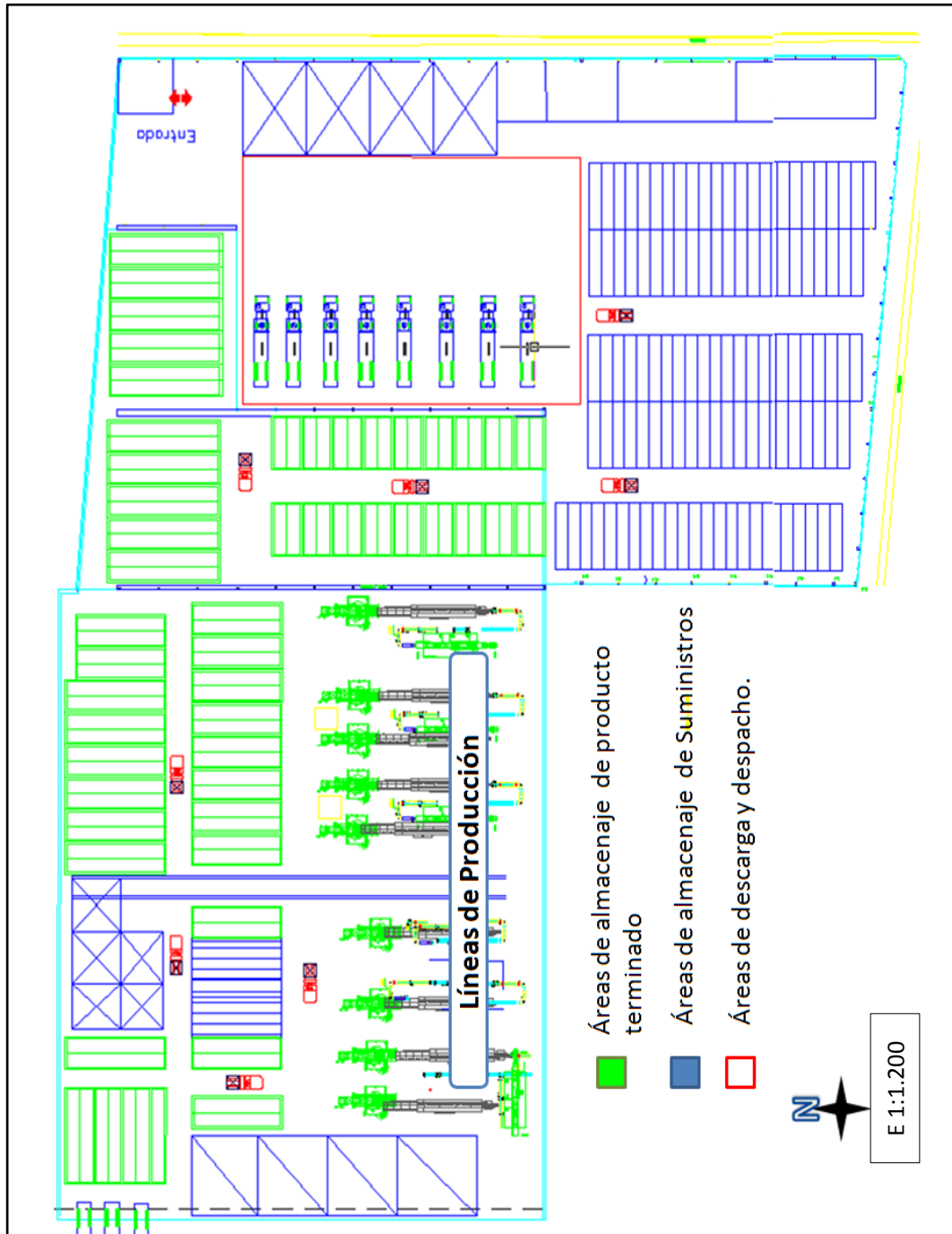
Área	Espacio en piso
Producto terminado	3 043
Cajilla y envase	2 407
Tarima	276
Total	5 726

Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

2.3.1. **Layout del almacén**

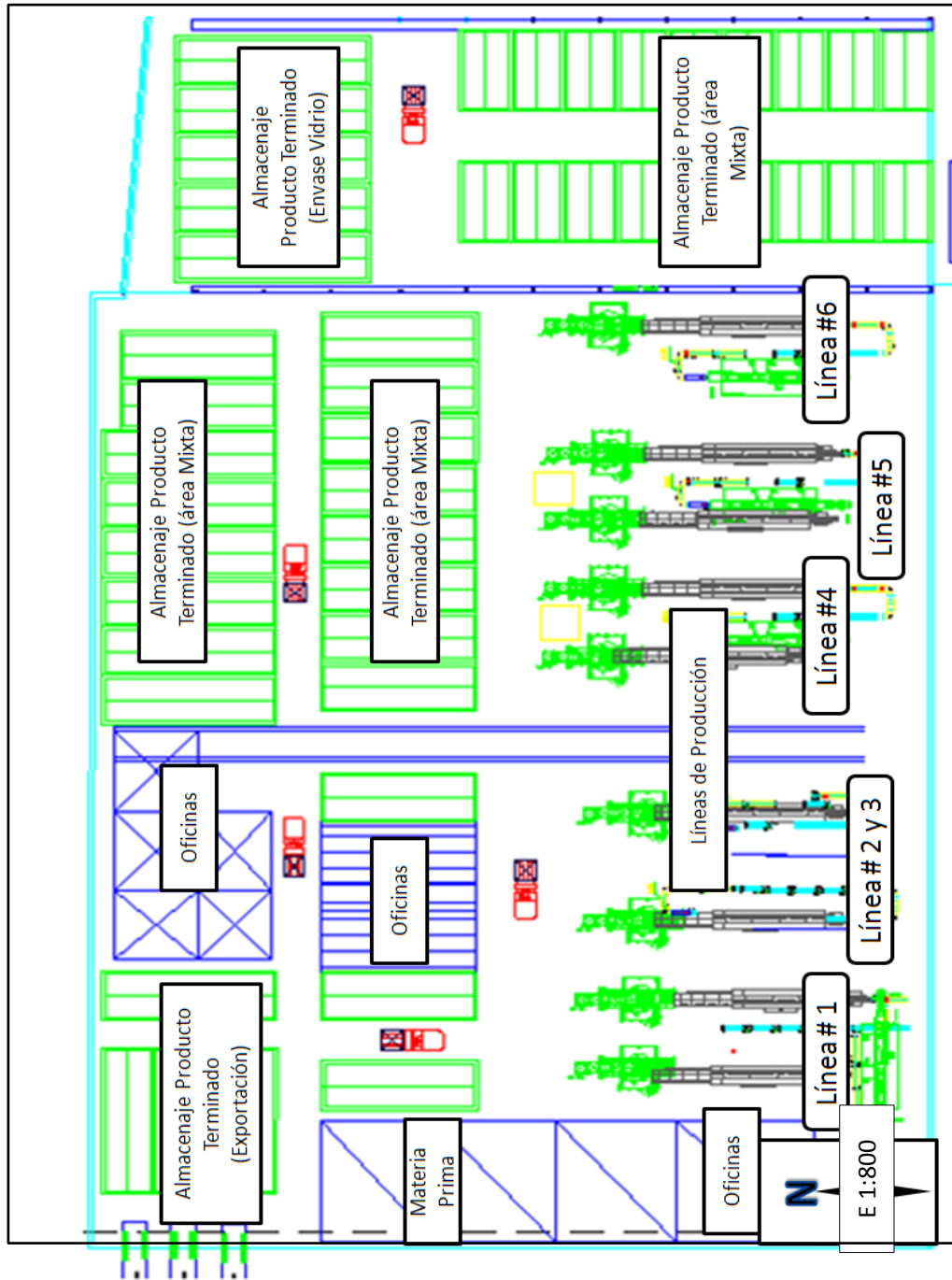
Utilizar el método del *layout* proporciona una vista global de la distribución del almacén y una mejor planificación de las operaciones y permite analizar el flujo de materiales. En la figura 6 se muestra el *layout* del Centro de Distribución. En la figura 6 se amplifica el área de Almacenaje mixta y de exportación, mientras que en la figura 8 se amplifica el área de Abastecimiento Nacional.

Figura 6. **Layout del Centro de Distribución**



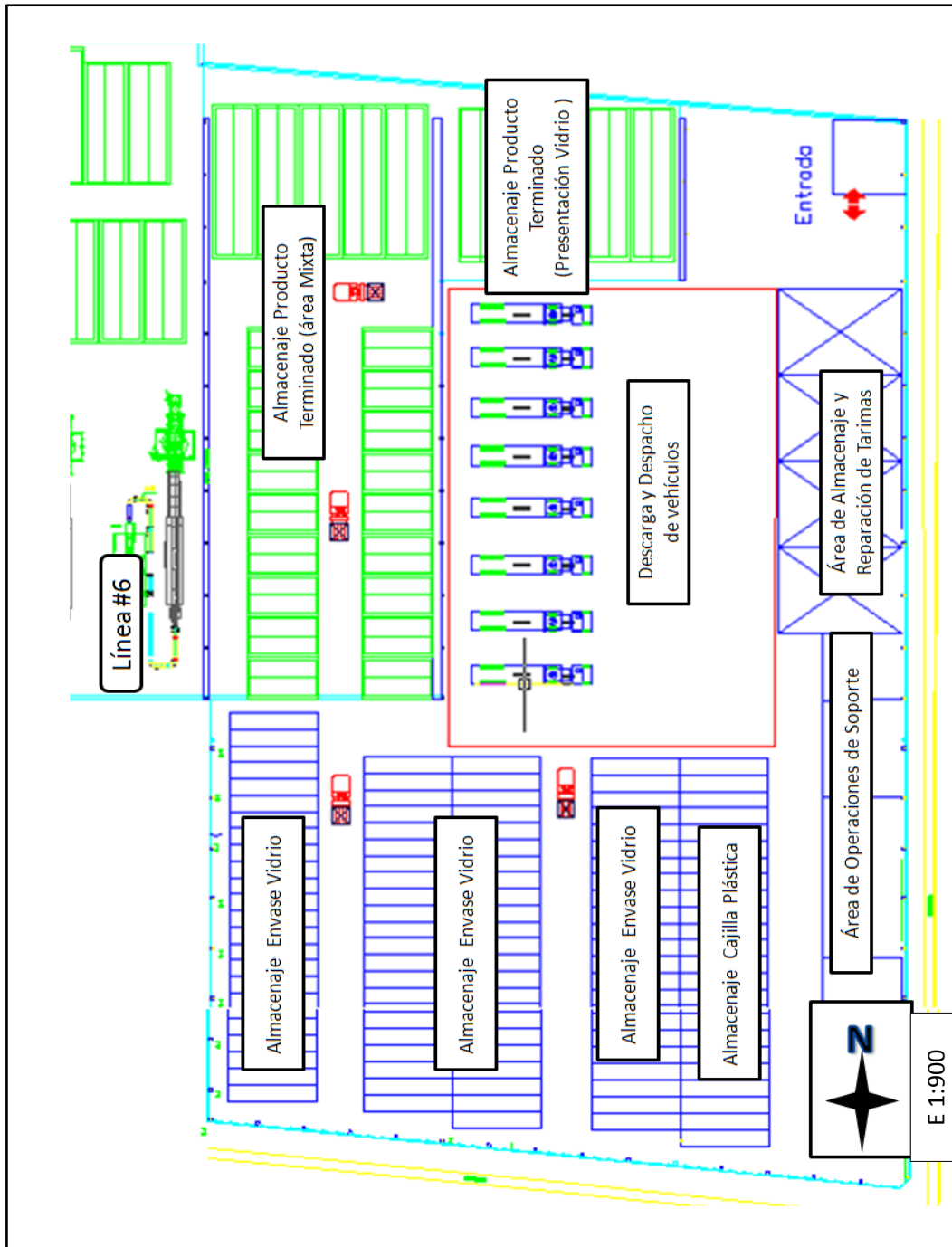
Fuente: elaboración propia, programa AutoCAD 2007.

Figura 7. **Layout de área mixta y exportación**



Fuente: elaboración propia, programa AutoCAD 2007.

Figura 8. **Layout** de área abastecimiento nacional



Fuente: elaboración propia, programa AutoCAD2007.

2.4. Acomodo de materiales

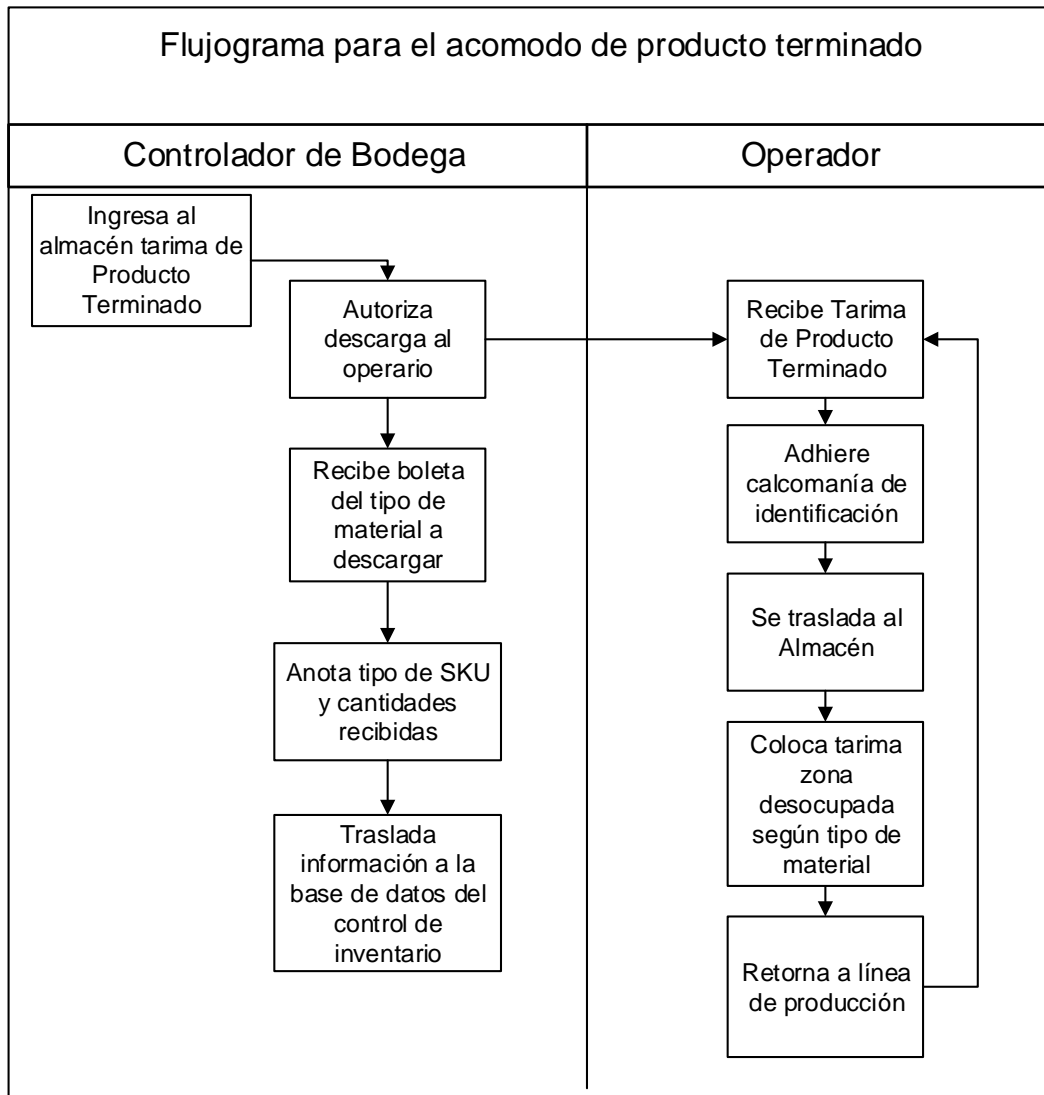
La operación de acomodo es cuando el operario de montacargas obtiene la información del tipo de SKU que debe movilizar, se dirige hacia el punto adecuado para realizar la recepción y, luego, transporta la carga hasta ubicarla en un lugar específico del Centro de Distribución para su almacenaje. El acomodo de materiales para el Centro de Distribución puede ser para producto terminado o para suministros. El acomodo de producto terminado se realiza de las líneas de producción hacia el almacén, mientras el acomodo de suministros se realiza desde el ingreso de las rastras hacia el almacén.

Para el acomodo de producto terminado el controlador de bodega es quien debe validar el inicio de la operación, al corroborar los datos del material recibido. Luego, debe trasladar la información y actualizar la base de datos al control de inventarios. En la figura 10 se muestra el flujograma para el proceso realizado en el acomodo de producto terminado.

Para el acomodo de suministros, el controlador de tránsito es quien se encarga de revisar y contabilizar el material que ingresa en las rastras. Asimismo, verificar que la carga física coincida con la documentación del transportista. Autorizado el ingreso del vehículo se asigna al operador de montacargas quien se encarga de descargar los suministros. Los operadores deben buscar en el almacén la ubicación correcta, según el tipo de suministro para su almacenaje.

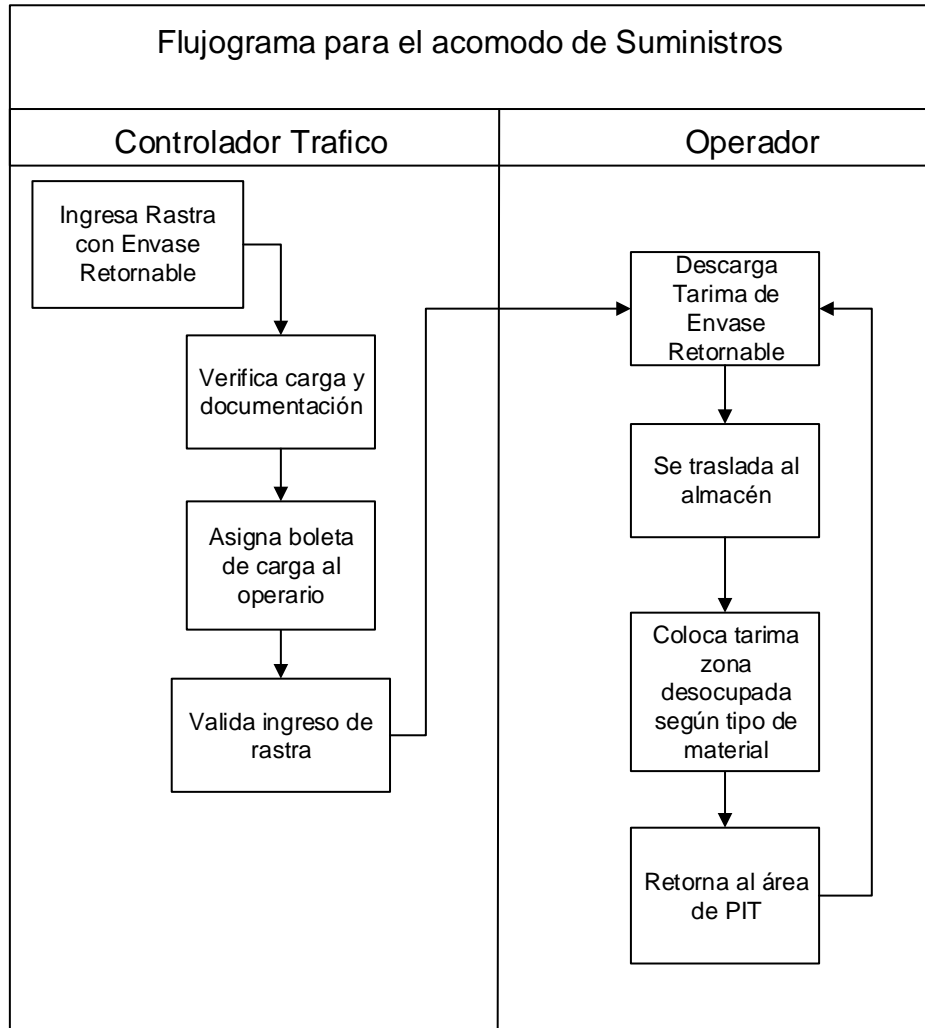
En la figura 11 se muestra el flujograma para el proceso realizado en el acomodo de suministros.

Figura 9. **Proceso de acomodo de producto terminado**



Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Visio 2007.

Figura 10. **Proceso de acomodo de suministros.**



Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Visio 2007.

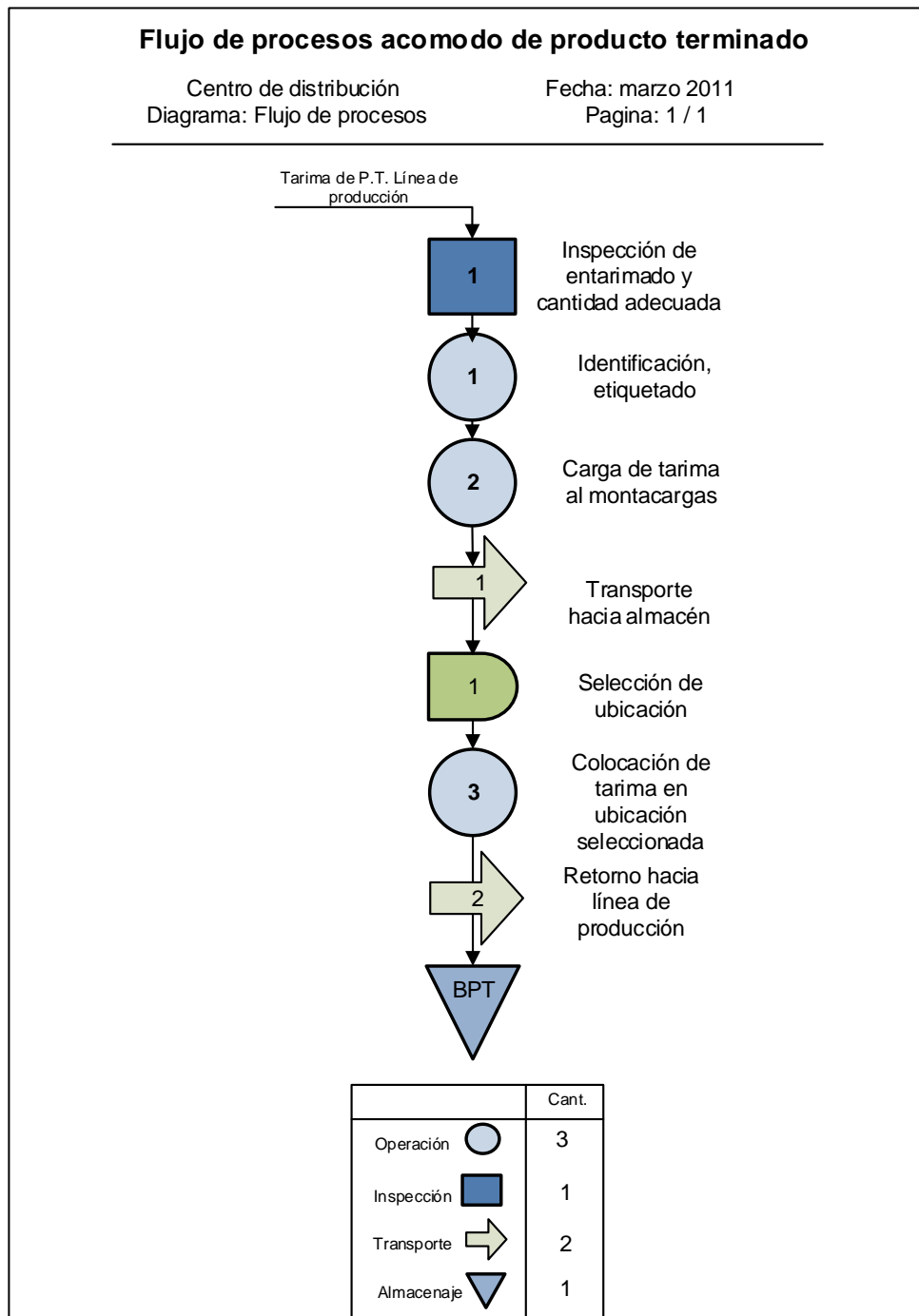
Toda la manipulación y transporte del producto terminado y envase retornable se ha estandarizado a tarimas completas. La tarima completa agrupa varias cajas, de un mismo tipo de producto y presentación, hasta completar la capacidad de carga del montacargas. Por ejemplo, la tarima completa para una presentación de 3 litros es de 60 cajas. Para una presentación lata 12 onzas se carga una tarima con 100 cajas. El objetivo es facilitar las operaciones, al agrupar el material en unidades de transporte y almacén que aprovechen lo mejor posible la capacidad de carga de un montacargas.

En época de demanda, por el alto manejo de producto, las áreas de almacenaje llegan a saturarse, por lo que se hace fácil perder el orden en el almacén y el criterio de almacenaje por tipo de producto. Este fenómeno ocasiona pérdida de la ubicación de ciertas tarimas de producto terminado, lo que dificulta las operaciones de despacho. A los operadores del área de Despacho se les dificulta encontrar el SKU correcto y aumenta la probabilidad que se cargue una fila de almacenaje no registrada.

2.4.1. Flujo de materiales para el acomodo de producto terminado

En este capítulo el flujo de materiales analizado es el traslado que realizan los operadores de montacargas con producto terminado. Este flujo proviene de seis líneas de producción. Las tarimas de producto terminado son armadas al final de cada línea de producción. El operador de montacargas se encarga de recibirlas y etiquetarlas para, luego, trasladarlas al almacén, donde selecciona un espacio para su almacenaje. Tal como se muestra en el diagrama de flujo de procesos de la figura 12.

Figura 11. Flujo de procesos para el acomodo de producto terminado

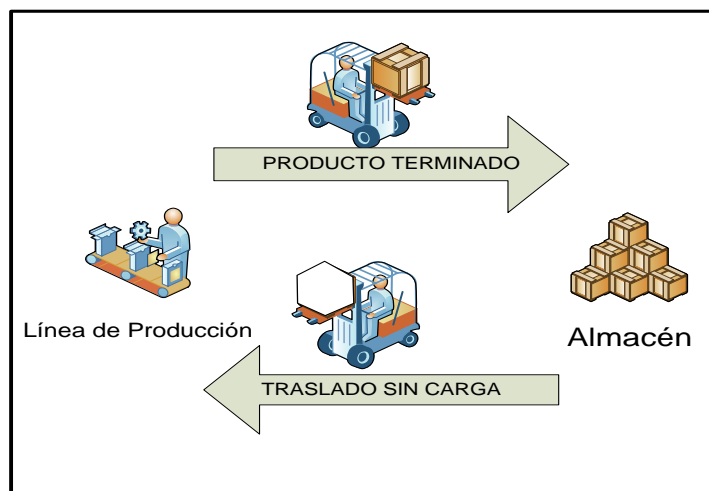


Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Visio 2007.

Se identifican, claramente, dos tipos de líneas de producción, respecto de su alimentación y a las operaciones que generan al Centro de Distribución.

El primer tipo está compuesto por cuatro líneas donde, únicamente, se requiere de un operador, quien se traslada de la línea con producto terminado al almacén, luego, retorna sin carga, para recibir otra tarima con producto terminado (ver figura 12).

Figura 12. **Traslado línea producción tipo I**



Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Visio 2007.

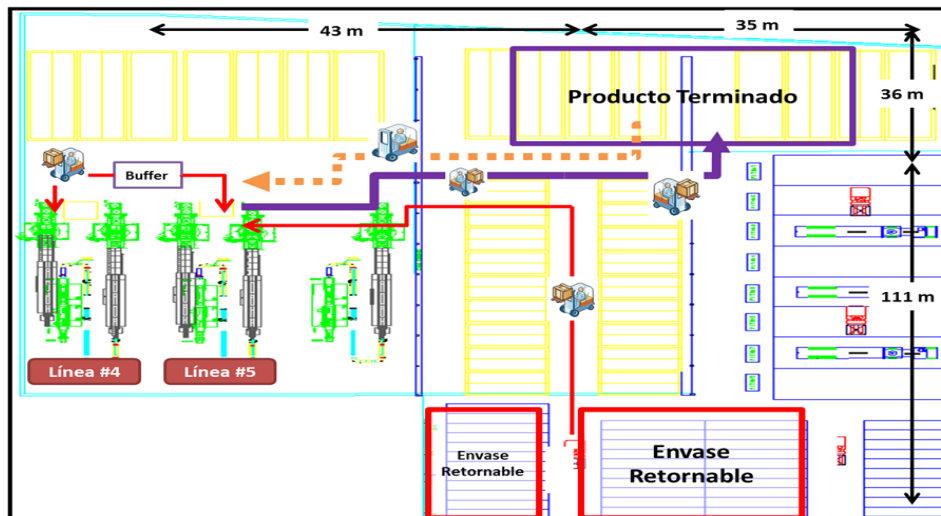
El segundo tipo identificado lo componen las líneas de producción para presentaciones en envase retornable PRB y vidrio. La primera línea emplea dos operadores mientras que la segunda emplea tres.

Para el segundo tipo de líneas de producción los operadores deben alimentar la línea de producción con envase vacío. Para luego recibir el producto terminado y trasladarlo al almacén. Para estas líneas de producción se contempla un área especial frente a ellas, la cual se denomina *buffer*. El cual se emplea para almacenar el tipo de envase que se requiere utilizar en la línea de producción.

Este *buffer* tiene capacidad para abastecer una hora de producción, 35 tarimas (ver tabla III, productividades por línea de producción). Al momento de terminarse los suministros, los operadores deben trasladarse una importante distancia de la línea al almacén de envase retornable. La distancia promedio es de 164 m. Las distancias se calcularon mediante planos en CAD, facilitados por la administración del Centro de Distribución. Para fines prácticos, las distancias fueron tomadas entre los centros del área de Almacenaje y el *buffer*.

En la figura 13 se muestra el flujo que siguen los suministros desde su recepción hasta utilización en las líneas de producción.

Figura 13. **Traslado línea producción tipo II**



Fuente: elaboración propia programa AutoCAD 2017.

El flujo de materiales que ingresa de producción depende del número de líneas de producción y de su productividad. Una mayor productividad en tarimas por hora significa, para el Centro de Distribución, mayor movimiento de los operarios para acomodar, trasladar, almacenar y posteriormente, despachar productos.

Las productividades para el primer tipo de línea I se muestran en la tabla III, mientras que en la tabla IV se muestran las productividades para el segundo tipo de línea.

Al concluir una hora, cada línea de producción registra el total de cajas producidas y su equivalente en tarimas. Este registro es realizado las 24 horas del día. Las productividades mostradas, en cajas por hora y tarimas por hora, son el promedio de la producción, por hora, para cada día en los meses de febrero y marzo de 2011.

Tabla III. **Productividades por línea de producción tipo I**

Número de línea	Productividad (cajas/hora)	Productividad (Tarimas/hora)
Línea No 1	1 292,74	12,93
Línea No 2	784,72	15,19
Línea No 3	1 650,68	27,51
Línea No 6	1 261,62	20,11

Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

Tabla IV. **Productividades por línea de producción tipo II**

Número de línea	Productividad (cajas/hora)	Productividad (Tarimas/hora)
Línea No 4	1 202,19	32,05
Línea No 5	1 431,92	35,80

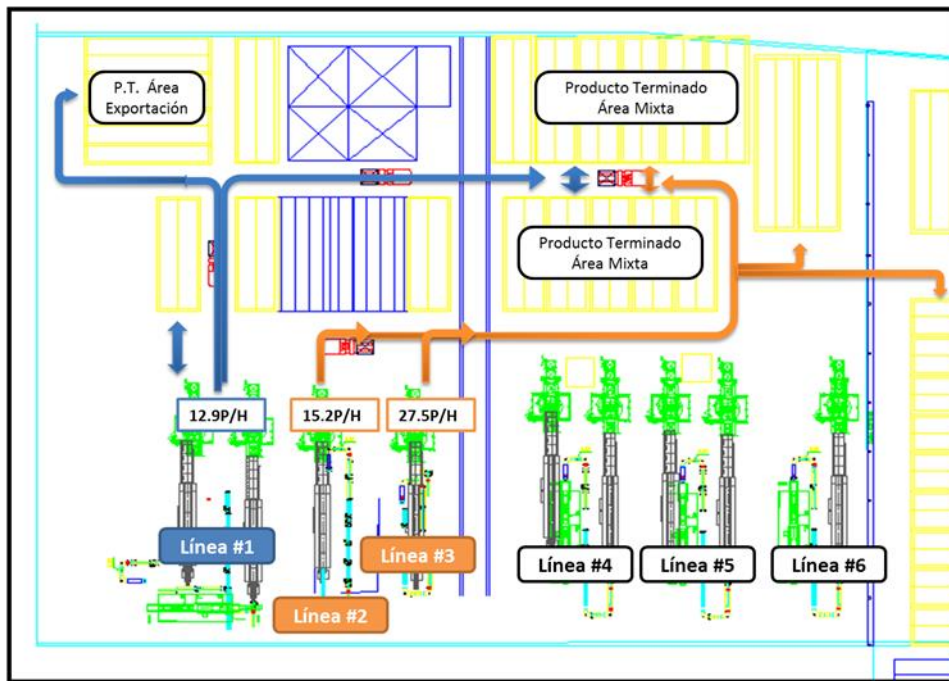
Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

Los diagramas son herramientas muy útiles para visualizar, comprender y analizar procesos, por lo que se mostrará en un diagrama *layout* las distintas rutas que manejan los operadores para acomodar el producto terminado proveniente de las líneas de producción.

Se puede observar en el *layout* (ver figura 14) que los operadores de la línea de producción número uno mantienen las mismas rutas y ubicaciones para almacenar el producto terminado. El flujo de materiales se facilita a través del almacén y no requiere esfuerzos extra. Mientras que las líneas de producción número 2 y 3 deben recorrer una mayor distancia para almacenar el producto y el área para la que tienen disponibilidad de almacenar es mucho más extensa.

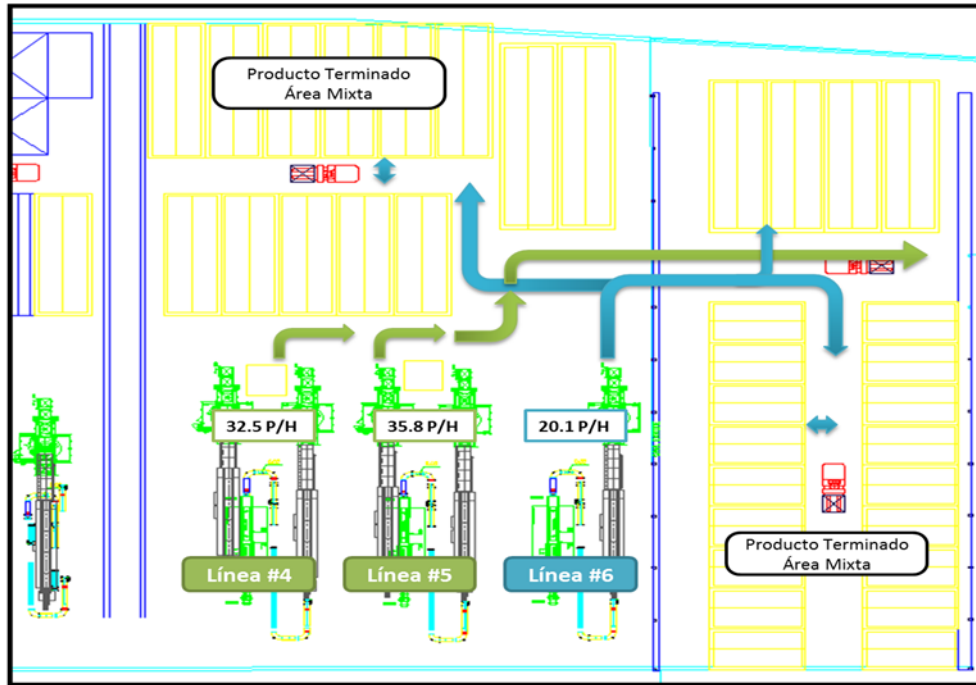
En la figura 15 se aprecia que las líneas 4 y 5, las cuales están a un costado de las líneas 1, 2 y 3, realizan sus recorridos hacia una única área, sector de envase vidrio. Mientras que la línea 6 por el tipo de productos que produce mantiene un área más extensa para almacenar, similar a las líneas 2 y 3.

Figura 14. **Rutas de acomodo de producto terminado A**



Fuente: elaboración propia, programa AutoCAD 2007.

Figura 15. **Rutas de acomodo de producto terminado B**



Fuente: elaboración propia, programa AutoCAD 2007.

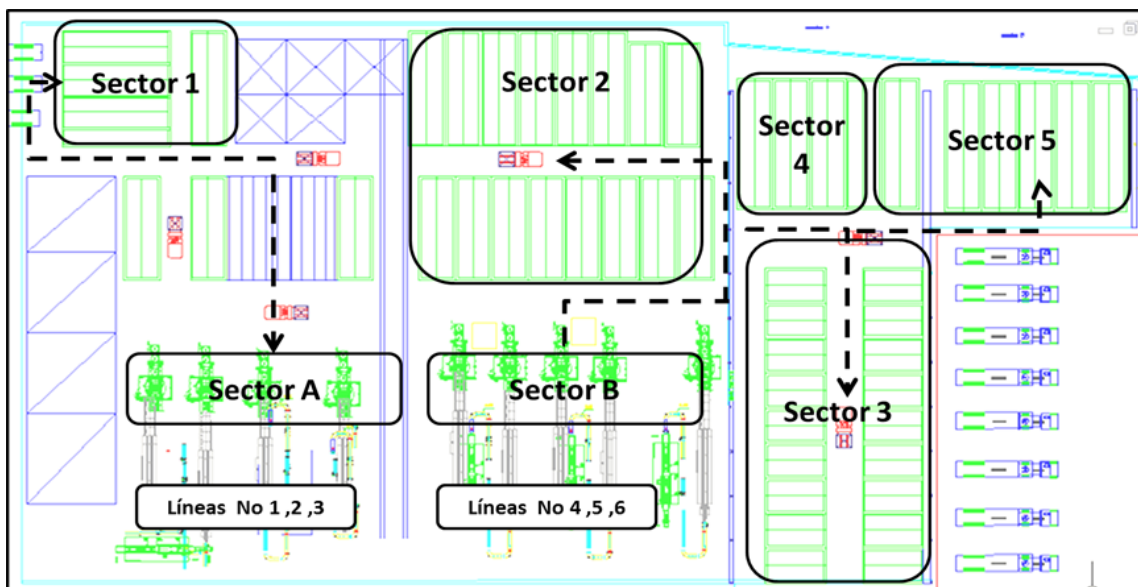
La distribución en sectores de inventario facilita las actividades de acomodo de las líneas de producción 1, 4 y 5, ya que, los operadores se concentran, únicamente, en un mismo sector, reduciendo los errores y sus recorridos. El almacenaje de las líneas de producción 2, 3 y 6 se destinan al sector mixto de producto terminado, por lo que los recorridos son más variables, largos y se hace más difícil el encontrar una ubicación para el producto.

El objetivo de analizar el flujo de materiales es evaluar, cuantitativamente, las propuestas presentadas en el capítulo 3, en cuanto a la actividad de acomodo. Es necesario medir, en términos de cantidad de materiales movilizados, la relación entre las líneas de producción y los sectores de almacenaje.

Para fines prácticos se agrupan las líneas de producción en los sectores A y B. La agrupación se realiza por cercanía como se muestra en la figura 16. De igual manera, se agrupan, por cercanía, en cinco sectores de almacenaje de producto terminado.

Cada operario en las líneas de producción genera un volumen distinto de movimientos hacia los sectores de almacenaje. Este volumen se determina por la capacidad máxima de producto en tarimas, las cuales cada sector puede almacenar. El flujo de materiales no solo depende del volumen de materiales que se muevan entre dos sectores, sino de la distancia, entre ellas, recorrida por los operarios. Un volumen alto, trasladado en una distancia corta, será más eficiente que un bajo volumen trasladado en una distancia larga.

Figura 16. **Distribución por sectores del almacén**



Fuente: elaboración propia, programa AutoCAD 2007.

Las distancias de cada recorrido de los materiales son difíciles de determinar, ya que los puntos reales de origen y destino son muy dinámicos. Para superar esta dificultad, se toma el supuesto de que todos los flujos comienzan y terminan en los centros de cada sector. Los recorridos entre puntos de origen y destino serán a lo largo de los pasillos ya definidos, según las flechas punteadas en la figura 16.

El primer paso es determinar los volúmenes manejados en cada recorrido. Los volúmenes son determinados por la capacidad en tarimas que cada sector puede almacenar. Para este caso, las líneas clasificadas como A realizan movimientos a los sectores del almacén 1 y 2. Las líneas B realizan el acomodo hacia los sectores 3, 4 y 5, ver tabla V. Cada interacción entre línea de producción y sector de almacenaje define un recorrido distinto de producto terminado. El peso o importancia de cada recorrido para el acomodo del producto terminado, se muestra en porcentaje en la tabla V.

Tabla V. **Cuadro de distribución del acomodo por volumen**

Sector Almacén	Línea		Porcentaje
	A	B	
1	905	-	15,5 %
2	1 325	-	22,7 %
3	-	1 510	25,9 %
4	-	418	7,2 %
5	-	1 675	28,7 %
Total tarimas unidades = tarimas	5 833	Total	100,0 %

Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

En un segundo paso, se determinan las distancias en metros para cada recorrido. Se calcularon mediante planos en CAD, facilitados por la administración del Centro de Distribución. Como se ha mencionado, por fines prácticos, las distancias se tomaron entre centros de cada sector.

Es importante identificar que no todos los recorridos generan el mismo impacto en las actividades de acomodo en el Centro de Distribución. Los sectores con mayor capacidad de almacenaje son los que generan mayor movimiento de materiales. Esta es la razón por la que se define el volumen de tarimas, como porcentaje de tarimas movilizadas. Cada porcentaje es multiplicado por las distancias, en metros, de cada recorrido. El resultado es el promedio de volumen – distancia para cada recorrido, ver tabla VI.

La suma total del volumen – distancia para cada recorrido es de 20.9 tarimas-metros, ver tabla VI. Este dato es un indicador cuantitativo para toda actividad de acomodo. Este dato será comparado con el indicador resultante en la propuesta del capítulo 3. El objetivo debe ser: mantener o reducir este indicador ya que arriba de 20,9 tarimas-metros, significará mayor distancia recorrida y esfuerzo en realizar las actividades de acomodo de producto terminado.

Tabla VI. **Cuadro de recorridos para el acomodo**

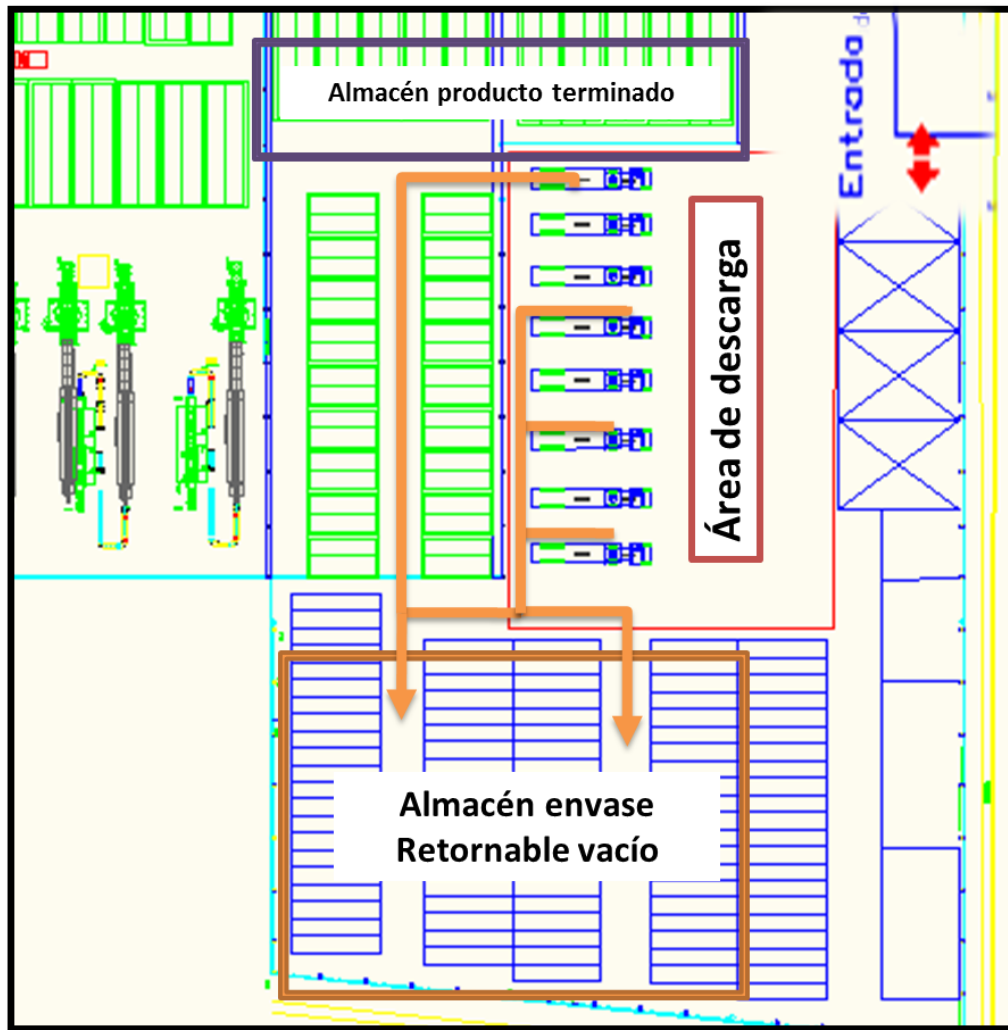
Sector Almacén	Porcentaje	Distancias (m)	Volumen–distancia
1	15,5 %	64,9	10,1
2	22,7 %	101,7	23,1
3	25,9 %	116,0	30,0
4	7,2 %	86,8	6,2
5	28,7 %	121,6	34,9
Total	100,0 %	98,2	20,9

Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

2.4.2. Flujo de materiales para el acomodo de suministros

Los suministros se utilizan para alimentar a las líneas de producción de envases retornables vidrio y PRB. El flujo de suministros ingresa por el área de patio, la cual también es llamada área de abastecimiento nacional. Todo el material es descargado de las rastras por los operadores de montacargas y colocado en las áreas de almacenaje, según la figura 17.

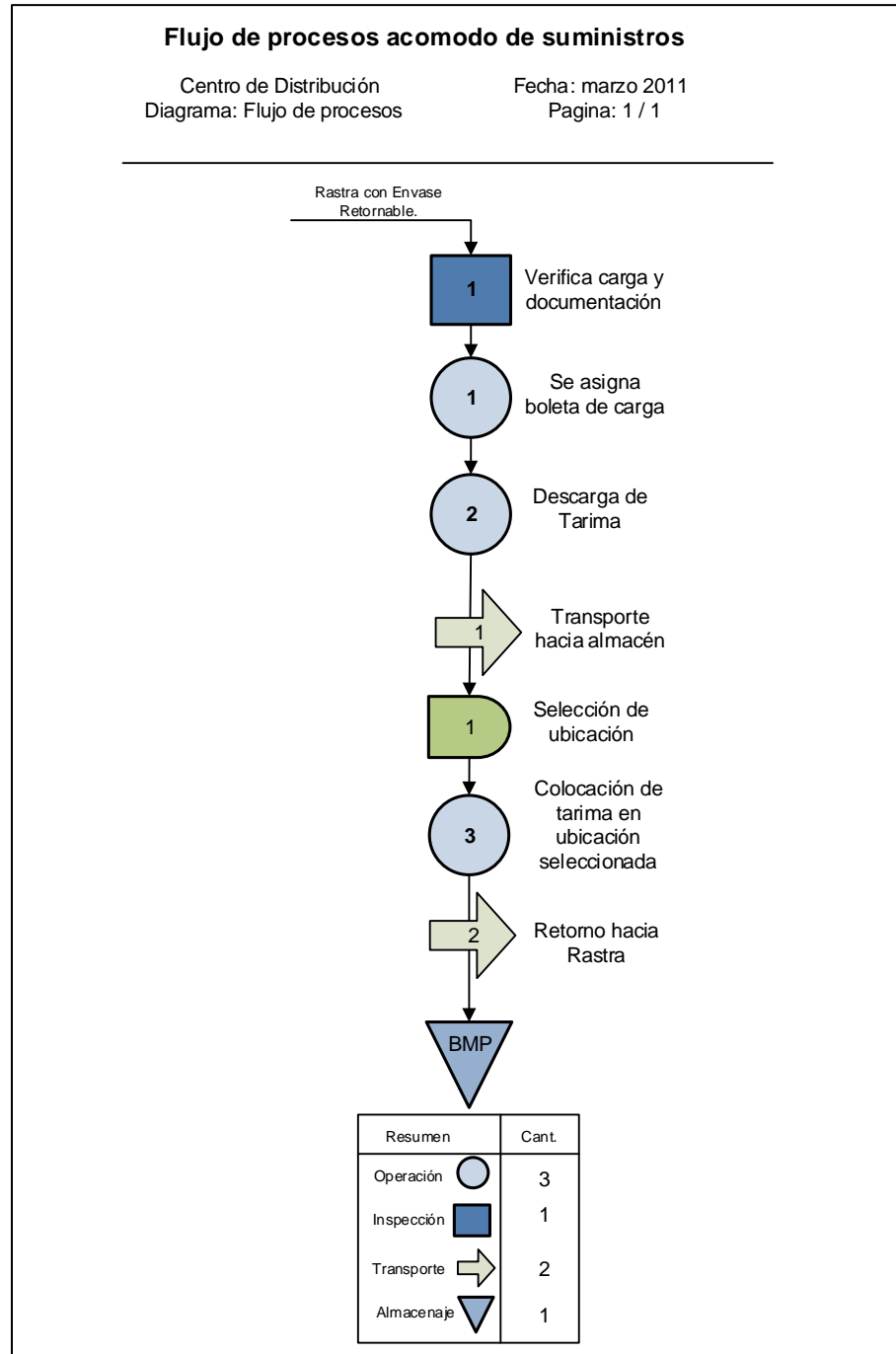
Figura 17. Rutas de acomodo de suministros



Fuente: elaboración propia, programa AutoCAD 2007.

El operario coloca el material, según su criterio y disponibilidad de espacio físico. El acomodo de suministros se realiza, según el diagrama de flujo de procesos en la figura 18.

Figura 18. Flujo de procesos para el acomodo de suministros



Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Visio 2007.

El flujo de suministros varía, según el porcentaje de recuperación del material que realicen las agencias. Al Centro de Distribución ingresa y se almacena todo tipo de presentación de envase, a pesar que no se tenga contemplado su utilización por parte del área de Producción. Esto provoca la utilización innecesaria de espacio dentro de almacén.

Para el mes de marzo de 2011, los días del 4 al 30, se tabularon; número de rastras que ingresaron con envase vacío, por día, para determinar su porcentaje respecto del total de rastras que ingresaron.

$$\text{Porcentaje retornos} = \frac{\sum \text{Ingresos con envase}}{\sum (\text{Ingresos con envase} + \text{Ingresos sin envase})}$$

La utilización de la fórmula se puede visualizar de la siguiente manera:

$$\text{Porcentaje retornos} = 1,011 / (1,011 + 416) = 1,011 / 1,427 = 0,7085$$

$$\text{Porcentaje retornos} = 70,85 \%$$

Del total de ingresos al Centro de Distribución se determinó que alrededor del 70 % retornaron con envase. El promedio de rastras que ingresaron, con o sin envase, para estos días es de 52,2 rastras.

2.4.3. Tiempos de recepción y acomodo

Se realizaron tomas de tiempo a las operaciones de acomodo de tarimas con envase vacío, provenientes de las rastras. Las operaciones se pueden observar en el diagrama de flujo de procesos para suministros en la figura 20.

La toma de tiempos se realizó por tarima acomodada. La muestra fue de 127 observaciones. Como resultado se obtuvo un tiempo cronometrado con media de 1,15 min y desviación estándar de 0,48 min.

La observación toma en cuenta las actividades de descarga y transporte de tarima con suministro, selección de espacio en almacén, acomodo de la tarima y retorno a la rastra a despachar. La tabla de datos se muestra en anexos.

El tiempo cronometrado promedio de descarga de una rastra completa, con capacidad de veinte tarimas, realizado por un equipo de dos operadores es de 11,5min y de tres operadores es de 7,67 min. Este dato se obtiene al multiplicar el tiempo cronometrado medio, para el acomodo de una tarima por la cantidad de tarimas que contiene una rastra. Este dato se divide dentro del número de operadores que participa.

$$T.D.R. = \frac{T.D.T * N.T}{N.O}$$

- T.D.R = tiempo de descarga promedio para una rastra completa
- T.D.T = tiempo cronometrado de acomodo de una tarima
- N.T = cantidad de tarimas en la rastra, 20 tarimas para este caso
- N.O. = número de operarios que participan

Por ejemplo:

- T.D.T= 1,15 minutos
- N.T = 30 tarimas
- N.O = 2

$$T.D.R. = \frac{1,15 * 20}{2} = 11,50 \text{ minutos}$$

El tiempo de recepción y acomodo de tarimas de envases vacíos servirá para determinar un tiempo promedio de servicio a las rastras que ingresan al patio. Incluye el tiempo de ingreso del vehículo, verificación del material que ingresa, de parqueo, descarga, carga, tiempo de espera y verificación de material al salir del patio.

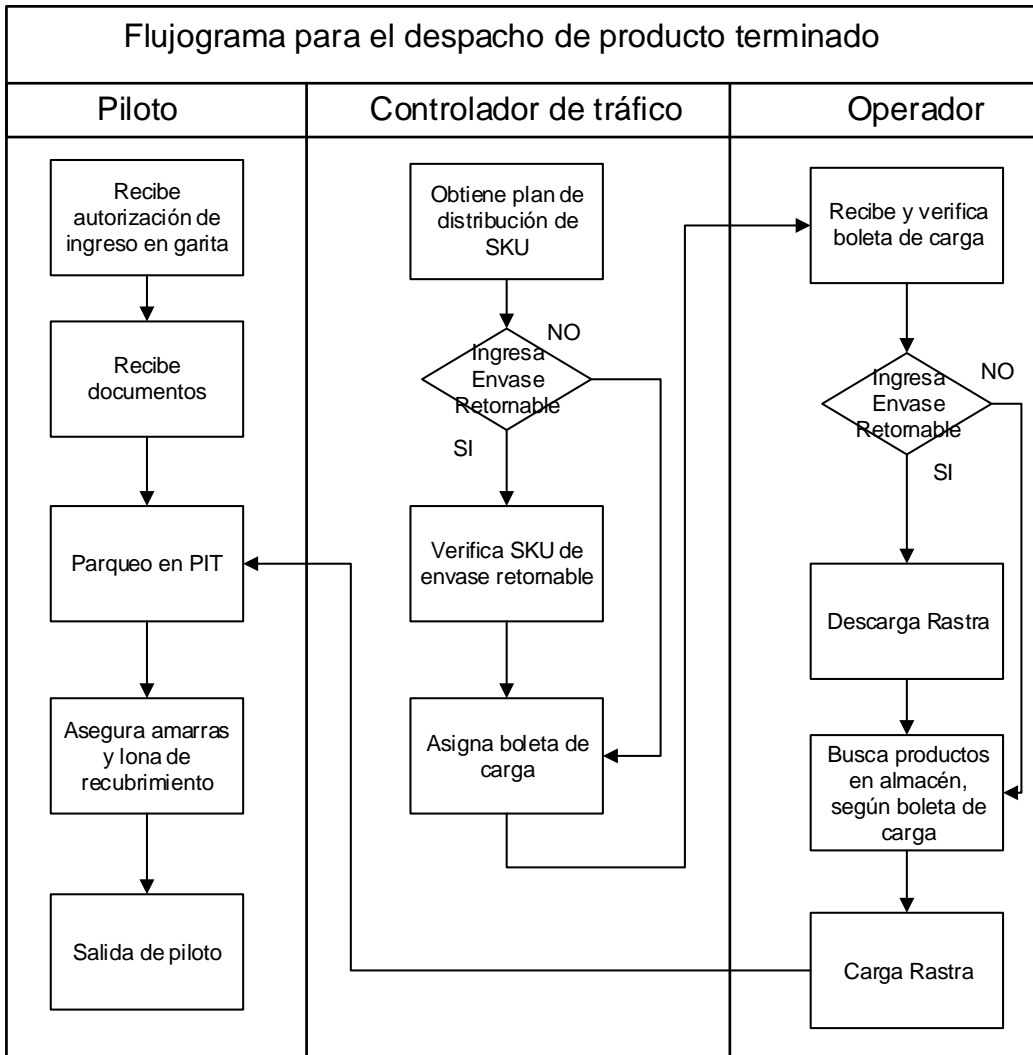
2.5. Despacho de producto terminado

Previo al proceso de despacho se realiza el plan de abastecimiento. En dicho plan se asigna el tipo y cantidad de producto terminado a ser despachado en un día, según las necesidades de cada agencia. El plan de abastecimiento toma en cuenta el inventario existente de producto terminado en el Centro de Distribución. También determina la cantidad de transporte disponible para realizar las entregas a las distintas agencias.

El controlador de tráfico recibe el plan de abastecimiento y elabora el plan de rutas en el cual realiza las bitácoras de viaje para cada pedido, tomando en cuenta la disponibilidad de rastras y furgones. Las bitácoras de viaje son boletas, en las cuales se indica la descripción exacta de la carga o productos a despachar, su cantidad, la fecha de despacho y el destino de la carga, estas se asignan al piloto conforme ingresan al Centro de Distribución.

El despacho inicia cuando el transportista llega al Centro de Distribución y se le asigna una boleta de carga. Luego, se le comunica el ingreso a un operario de montacargas líder para que realice la carga de la rastra. Después que el montacargas llena la rastra, el verificador recibe y entrega la boleta de carga al piloto. Se verifica la carga *versus* la factura y se le da salida al transportista. El flujograma para el proceso de despacho se muestra en la figura 19.

Figura 19. **Proceso de despacho de producto terminado**



Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Visio 2007.

Como se mencionó, en situaciones críticas se hace fácil perder el orden y control en el almacén y a los operadores del área de Despacho se les dificulta encontrar el SKU correcto. También existe el riesgo de que no se realice, adecuadamente, la rotación de inventarios, primero en entrar primero en salir (PEPS) y que existan confusiones por productos parecidos y pérdida de tiempo en el despacho de los pedidos.

La mayoría de los operarios, para elegir el producto a cargar, naturalmente escogen los productos que primero ubiquen, estén más cerca de su área de trabajo, más cerca de su amigo o cualquier criterio que perjudica el control del almacén, producto inventariado, por consiguiente, la productividad de la operación.

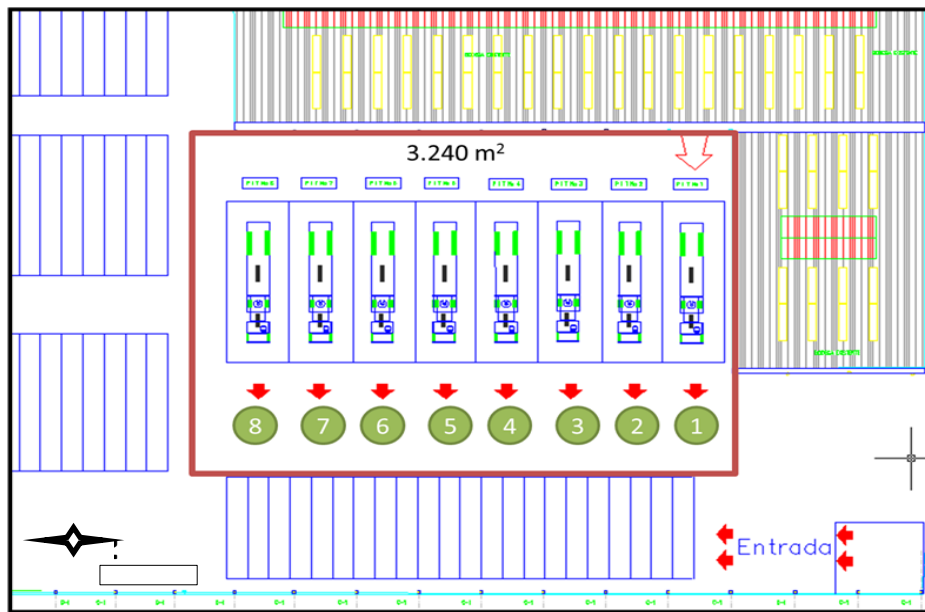
2.5.1. Estaciones de carga y despacho

Las estaciones de despacho consisten en parqueos continuos, llamados PIT, donde se estaciona el transporte para ser descargado, en caso necesario, cargado con producto terminado. (Ver figura 21).

La capacidad del patio es de estacionar ocho rastras para ser atendidos por dos equipos de operarios. Estos equipos constan de tres operadores de montacargas, donde existe un operador líder a quien se le otorgan las boletas de carga. El operador líder se encarga de coordinar a sus compañeros para ubicar y cargar el producto a la rastra.

El área de carga es de 3, 240 metros cuadrados, el cual está dentro del almacén y se desperdicia al no ser utilizado para almacenar producto terminado sino es utilizado como parqueo.

Figura 20. Estaciones de carga y descarga de materiales



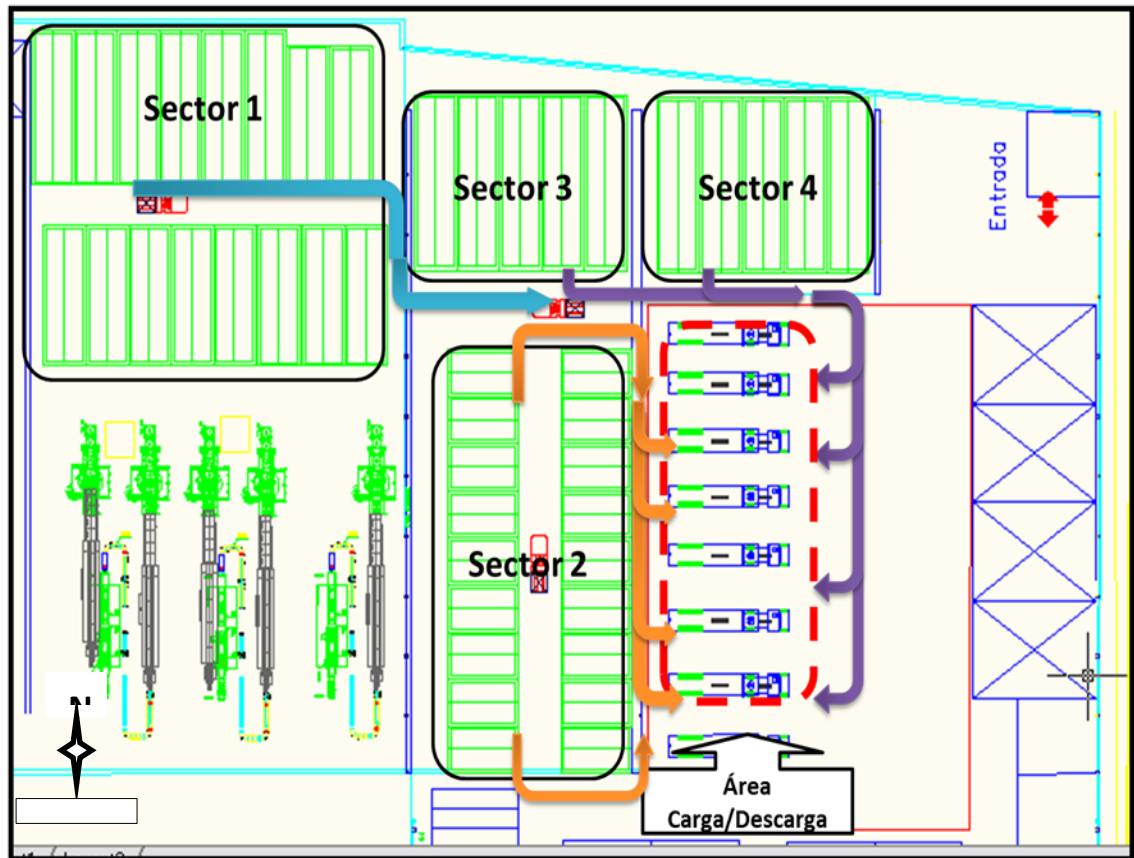
Fuente: elaboración propia, programa AutoCAD 2007.

2.5.2. Flujo de materiales para el despacho de producto terminado

El flujo de materiales para el despacho de producto terminado es realizado por los operarios de montacargas, del almacén hacia las estaciones de despacho. La ubicación del producto es muy importante para agilizar las actividades de despacho, ya que, si el producto a cargar se encuentra muy lejano o si es muy difícil ubicarlo, se genera una menor productividad por parte del operador y mayor tiempo de servicio.

En la figura 21 se muestran las distintas rutas que realizan los operarios para cargar las rastras. Nuevamente, se agruparon las áreas de almacenaje en sectores comunes. Sectores del uno al cuatro como se muestra en la figura 21. El sector de destino es el área de carga y descarga, donde se agrupan las 8 estaciones o PIT de despacho.

Figura 21. Rutas para carga el despacho de transporte



Fuente: elaboración propia, programa AutoCAD 2007.

El propósito de analizar el flujo de producto terminado, del almacén hacia el área de carga, es revelar cómo podría la ubicación del producto mejorar la actividad de despacho.

Como se describió, en la actividad de acomodo, cada sector genera un distinto volumen de material trasladado. El volumen se determina por la capacidad máxima que cada sector puede almacenar. El otro factor en juego es la distancia recorrida entre un sector y el área de carga-descarga. Tanto el volumen de producto terminado y la distancia recorrida por los operarios determinan el flujo de materiales.

Para fines prácticos, se toma como supuesto, que todos los flujos comienzan y terminan en los centros de cada sector. También los recorridos entre puntos de origen y destino serán a lo largo de los pasillos ya definidos, según la figura 21.

El primer paso es determinar los volúmenes manejados en cada recorrido. Los volúmenes son determinados por la capacidad en tarimas que cada sector puede almacenar, el cual, posteriormente, será trasladado para su despacho. El volumen para cada sector se muestra en la tabla VII.

Tabla VII. **Cuadro de distribución del despacho por volumen**

Distribución del despacho de producto terminado		
Sector	Volumen (en tarimas)	Porcentaje
1	1 325	26,9 %
2	1 510	30,6 %
3	418	8,5 %
4	1 675	34,0 %
Total	4 928	100,0 %

Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

Como segundo paso, se determinan las distancias en metros para cada recorrido. Estas distancias, al igual que el capítulo de acomodo de producto terminado, fueron calculadas mediante planos en CAD. Como se ha mencionado, las distancias son tomadas entre centros de cada sector.

Para finalizar, las distancias de cada recorrido se multiplican por los volúmenes en porcentaje que genera cada sector de almacenaje. El resultado es el promedio de volumen – distancia para cada recorrido, ver tabla VIII. El cual será el indicador para el flujo de producto terminado del almacén hacia el área de Despacho.

Tabla VIII. **Cuadro de recorridos para el despacho**

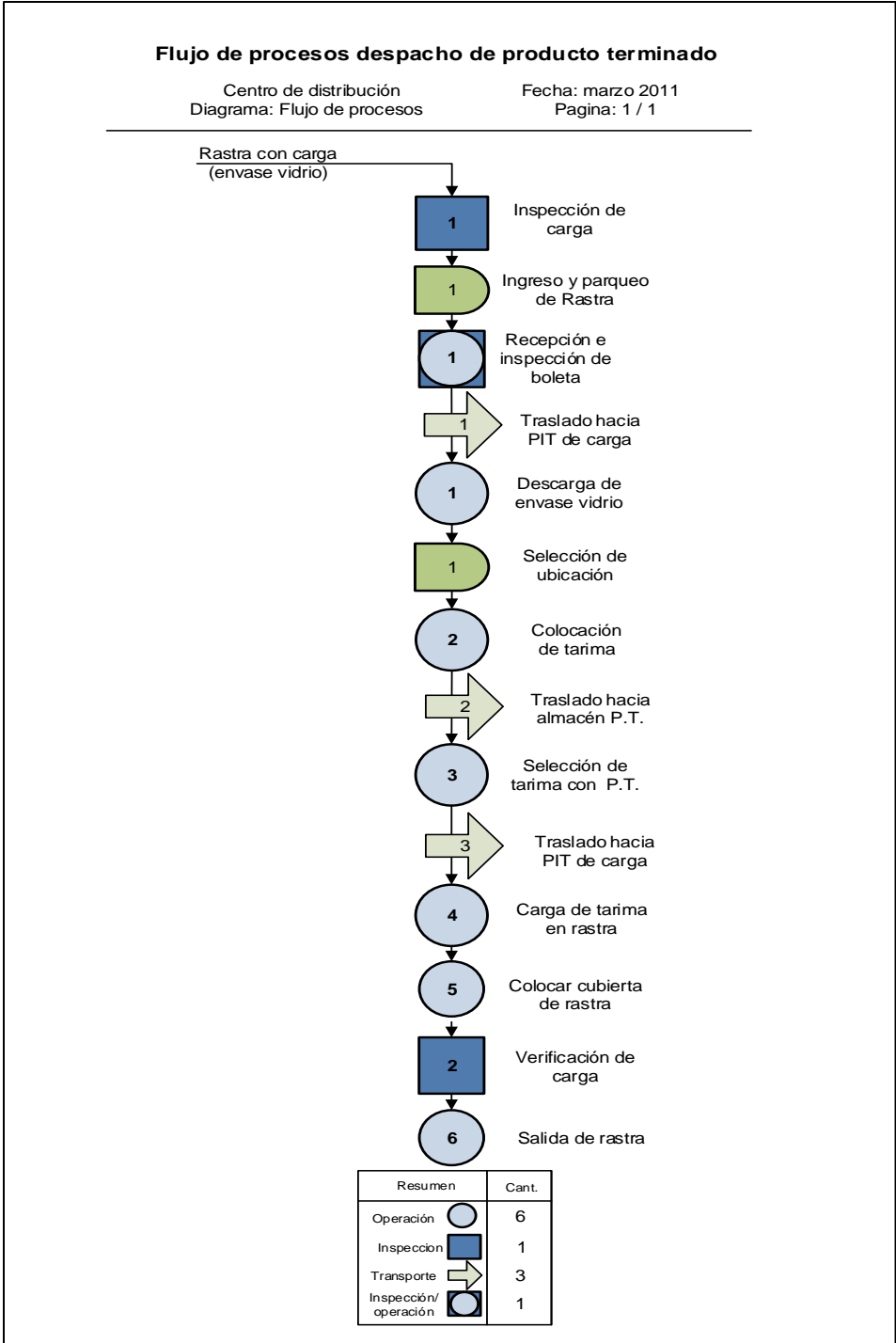
Distribución del despacho de producto terminado			
Sector	Porcentaje Volumen	Distancias (m)	Volumen – distancia
1	26,9 %	112,5	30,2
2	30,6 %	95,0	29,1
3	8,5 %	68,0	5,8
4	34,0 %	69,0	23,5
Total:	100,0 %	86,1	22,1

Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

La suma total del volumen – distancia para cada recorrido es de 22,1 tarimas-metros, ver tabla VIII. Este dato es un indicador cuantitativo para el flujo de producto terminado hacia su despacho. El objetivo será reducir este indicador, ya que esto significará menores distancias recorridas y esfuerzo para despachar el producto terminado.

En la figura 22 se muestra el diagrama de flujo de procesos para el despacho de producto terminado. La operación inicia al ingresar la rastra al Centro de Distribución y finaliza al salir, luego de ser inspeccionada.

Figura 22. Flujo de procesos para el despacho de producto terminado



Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Visio 2007.

2.5.3. Tiempo de servicio actual

El tiempo de servicio es el tiempo que pasa cada vehículo dentro del Centro de Distribución. Las actividades que se realizan son las siguientes.

- Verificación de carga al ingresar
- Ingreso y parqueo de rastra
- Recepción de boleta por el operador líder
- Comunicación de especificaciones de carga al equipo de operadores
- Descarga de envase y tarima
- Carga de producto terminado
- Colocar lona y amarras
- Salida de rastra
- Verificación de carga en salida
- Salida de la rastra

En la operación de carga, el operador debe ubicar la tarima con el producto especificado, levantar y transportar la tarima y colocarla en la rastra. Sobre una muestra de 146 observaciones se tomaron tiempos de carga por tarima. Se obtuvo un tiempo medio cronometrado de 1,53 min y desviación estándar de 0,64 min.

Teóricamente, el tiempo total para cargar una rastra sería según la siguiente ecuación:

$$Tiempo\ carga = \frac{\text{tiempo de carga por pallet} * \text{capacidad rastra}}{\text{número operarios}}$$

Utilizando esta ecuación con el tiempo medio cronometrado para la carga de una tarima. El tiempo medio en que debería cargarse, según el tipo de rastra y el número de operadores, se muestra en la tabla IX.

Tabla IX. **Tiempo de carga medio**

Capacidad rastra (número de tarimas)	Número de operadores	Tiempo de carga medio (min)
20	2	15,3
22	2	16,83
20	3	10,20
22	3	11,22

Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

Sin embargo, se tomó el tiempo cronometrado que se emplea para cargar una rastra completa de 20 tarimas, empleando tres operadores. El resultado obtenido es de 12,35 min. Al comparar este tiempo con el teórico, ver tabla IX, se observa un aumento del 21 %.

Aumento de tiempo para la carga de producto = $1 - (12,35\text{min}/10,20\text{min}) = 0,21$

Se observó que este aumento, respecto del cálculo teórico, se debe a que en muchas ocasiones los operadores no trabajan al mismo ritmo y uno o dos son los que cargan la mayoría de tarimas. También, cuando los dos grupos operan sobre rastras estacionadas contiguas, varios operadores maniobran sus montacargas en un mismo espacio reducido, aumentando la probabilidad de colisiones y reduciendo la velocidad de la operación. En conclusión, es ineficiente emplear tres operarios para una misma estación de carga.

Es importante resaltar que en este proceso existen actividades consideradas como desperdicio, por lo que de reducir las o eliminarlas son oportunidades claras de mejora. La productividad puede ser aumentada al eliminar o reducir estas actividades.

Uno de los desperdicios identificados dentro de estas actividades es el transporte. El desperdicio de transporte comprende pérdidas por excesos en el transporte interno, relacionados con inadecuadas ubicaciones de herramientas y materiales.

Este desperdicio se identifica, claramente, en la recepción de boleta de carga, donde el operador líder debe dirigirse del área de PIT hacia la garita de verificación, en la entrada del Centro de Distribución. La propuesta para reducir este desperdicio se detalla más adelante en el capítulo de prerecepción de materiales y despacho (3.1.2.2).

Esta actividad genera la espera, la cual es otro tipo de desperdicio. Este desperdicio se observa cuando el equipo de operadores de montacargas debe esperar a que el operador líder regrese a comunicarles qué cantidad y SKU deben de despachar.

El operador debe recordar que SKU le ha sido asignado por su líder y buscar su ubicación dentro del almacén, basándose principalmente, en su memoria o en lo que otro compañero pueda indicarle. Si el operador desconoce el lugar exacto en que está almacenado el producto realizará una pausa para poder ubicar el producto.

Otro desperdicio detectado es el exceso de movimiento. Este desperdicio se identifica en el momento en que las rastras ingresan al patio de abastecimiento, ya que para parquearse deben realizar excesivos giros y movimientos para lograr ubicarse en uno de los PIT. Esta actividad se torna más difícil y tardada en la medida en que existen otros vehículos en el parqueo, debido a que se reduce el espacio de maniobra del piloto

Según la norma establecida por la administración del Centro de Distribución, el estándar exigido a los operadores es despachar cuatro rastras por hora, siguiendo el proceso de la figura 22. Por lo tanto, empleando dos estaciones de carga, cada rastra se mantiene 30 minutos dentro del Centro de Distribución para ser despachada.

Este estándar funciona bastante bien con el sistema actual, ya que, al aumentar el ingreso de rastras, estas, únicamente, se parquean dentro del patio en espera a ser atendidas.

Sin embargo, al rediseñar el sistema actual en busca de aumentar el espacio disponible para almacenaje se reduce el espacio para parqueo. Esta situación debe ser contrarrestada aumentando la productividad en el despacho para permitir una mayor circulación de ingreso y salida de rastras al sistema.

2.6. Indicadores utilizados

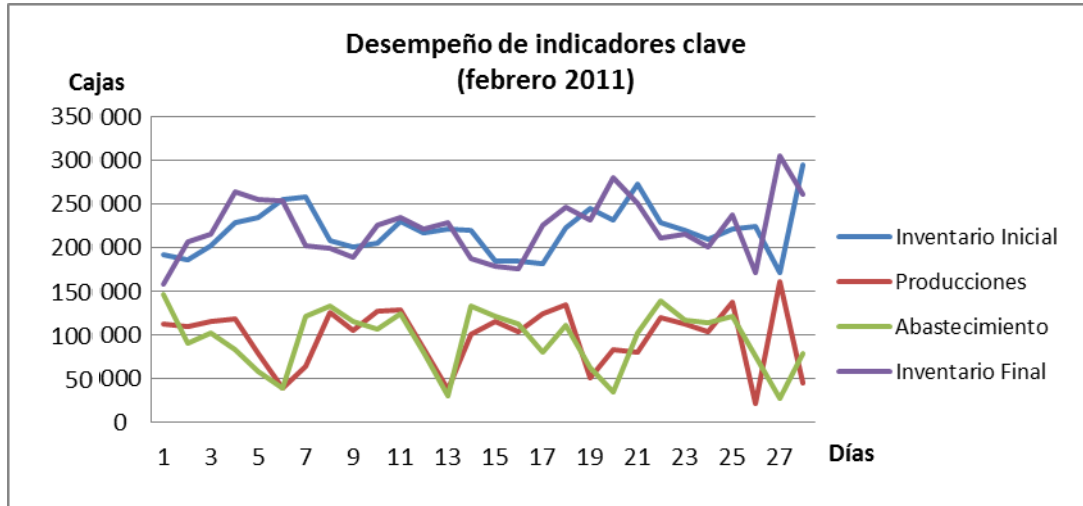
Los indicadores son puntos de referencia que brindan información cuantitativa o cualitativa, conformada por uno o varios datos, constituidos por hechos, medidas, datos o percepciones los cuales permiten seguir el desenvolvimiento de un proceso y su evaluación. Los indicadores utilizados en el Centro de Distribución son los que a continuación se describen:

2.6.1. Indicadores clave

Los indicadores clave muestran el volumen de producto terminado que se maneja en el Centro de Distribución. Este indicador registra diariamente la cantidad en cajas de inventario almacenado, la producción y el abastecimiento a las agencias del país. A través de este indicador es posible observar si se maneja un volumen adecuado, si existen incrementos o disminuciones de inventario, producción y abastecimiento que puedan afectar las actividades del Centro de Distribución.

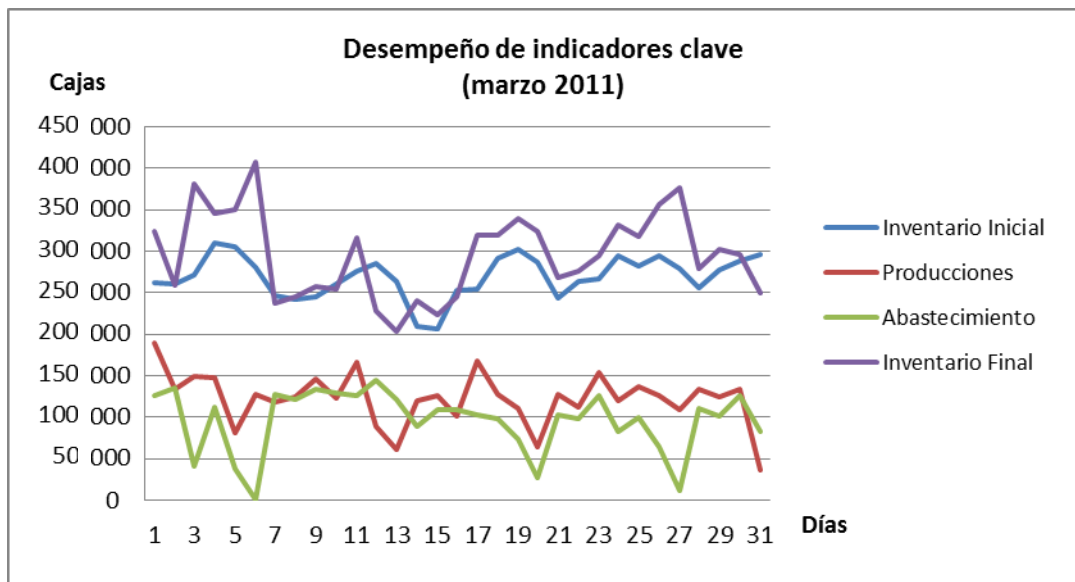
En las figuras 23 y 24 se muestra gráficamente, el desempeño para cada día de los meses de febrero y marzo. Para el mes de febrero (figura 23) se observa que el inventario oscila entre las 20 000 y 25 000 cajas, siendo los últimos días del mes en la que se incrementa hasta cerca de las 30 000. Estos niveles de inventario no sobrepasan la capacidad máxima del Centro de Distribución.

Figura 23. **Gráfica del desempeño de indicadores clave, febrero 2011**



Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

Figura 24. **Gráfica del desempeño de indicadores clave, marzo 2011**



Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

También se observa que las gráficas de producción y abastecimiento son muy parecidas, por lo que no existiría una sobrecarga en el inventario. La cantidad de producción está siendo despachada, por lo tanto, los inventarios se mantienen constantes sin llegar a sobresaturarse.

En la figura 24 se observa que en el mes de marzo, al menos, dos semanas, el inventario superó las 350 000 cajas llegando a las 400 000. Con esta cantidad de inventario el Centro de Distribución está en su punto máximo para almacenar y operar, correctamente.

Comparando las gráficas de producción y abastecimiento en los meses de febrero y marzo, se observa que en marzo se producen cerca de las 150 000 cajas (ver figura 23), mientras en febrero se operan alrededor de las 100 000 (ver figura 24). Este incremento en producción y abastecimiento es la razón por la cual los niveles de inventario se incrementan.

La propuesta en el capítulo 3 buscará incrementar la capacidad de inventario para que el Centro de Distribución tenga la capacidad de manejar un incremento en la demanda y producción del producto terminado.

2.6.2. Días piso

El indicador de días piso es un concepto muy relacionado con la rotación de inventario. Se puede definir como el tiempo en que el inventario puede atender las necesidades de abastecimiento del sistema sin necesidad de producir.

La Gerencia de la compañía ha establecido un inventario promedio de 3 días piso, y se maneja como un estándar en el Centro de Distribución. El cálculo de días piso se realiza por cada SKU mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Días Piso} = \text{Inventario Promedio} / \text{Promedio Salidas}$$

La ecuación se ejemplifica de la siguiente forma:

$$\text{Días Piso} = 355,972 / 129,368 = 2,75$$

Diariamente, el personal del Centro de Distribución se encarga de registrar el inventario existente, así como, los despachos realizados. Estos datos son promediados durante el mes para encontrar los días piso.

En la tabla X se ejemplifica los días piso para cada producto. También se calculan los días piso para todo el Centro de Distribución, 2,75 días para el ejemplo, el cual promedia los días piso de cada producto existente.

Tabla X. Promedio de días piso febrero 2011

Sabor	Presentación	Inv. Promedio	salidas promedio	Días piso
Cola	Lata 12 onzas	19 143	8 130	2,35
Cola Light	Lata 12 onzas	12 131	2 616	4,64
Limón	Lata 12 onzas	10 637	3 812	2,79
Naranja	Lata 12 onzas	14 162	5 451	2,60
Mineral	Lata 12 onzas	8 660	2 932	2,95
Limonada	Lata 12 onzas	9 192	3 650	2,52
Naranjada	Lata 12 onzas	6 424	2 186	2,94
Uva	Lata 12 onzas	1 703	890	1,91
Fresa	Lata 12 onzas	7 650	3 165	2,42
Agua	20 onzas	2 216	568	3,90
Cola	20 onzas Pet	15 848	7 300	2,17
Limón	20 onzas Pet	8 342	3 153	2,65
Naranja	20 onzas Pet	14 400	6 318	2,28
Naranjada	20 onzas Pet	10 282	2 925	3,52
Fresa	20 onzas Pet	3 439	779	4,41
Piña	20 onzas Pet	1 826	863	2,12
Uva	20 onzas Pet	7 549	3 159	2,39
Cola	12 onzas pet	12 836	6 260	2,05
Uva	12 onzas pet	9 628	3 213	3,00
Cola	Litro ½ Pet	16 012	4 019	3,98
Uva	Litro ½ Pet	9 626	3 152	3,05
Cola	Doble litro Pet	18 497	2 946	6,28
Cola Light	Doble litro Pet	12 566	5 159	2,44
Limón	Doble litro Pet	13 417	4 377	3,07
Naranja	Doble litro Pet	7 950	3 328	2,39
Mineral	Doble litro Pet	3 705	1 215	3,05
Cola	2.5 Litros Pet	7 934	2 727	2,91
Naranja	2.5 Litros Pet	11 918	6 427	1,85
Uva	3 Litros Pet	2 708	683	3,97
Cola	12 onzas Vidrio	4 106	2 434	1,69
Limón	12 onzas Vidrio	7 999	3 620	2,21
Naranja	12 onzas Vidrio	3 465	1 376	2,52
Mineral	12 onzas Vidrio	12 692	5 300	2,39
Uva	12 Onzas Vidrio	8 346	1 911	4,37

Continuación de la tabla X.

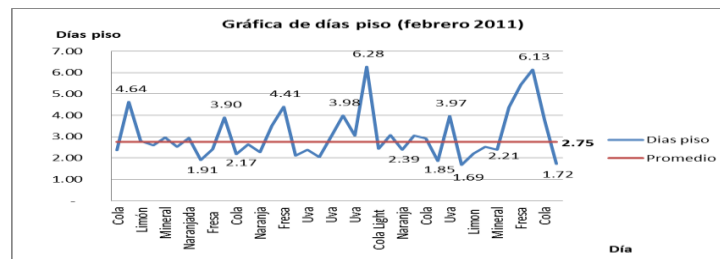
Fresa	12 onzas vidrio	3 820	704	5,43
Piña	12 onzas vidrio	1 931	315	6,13
Cola	Litro vidrio	22 077	5 850	3,77
Energética	Lata 16 onzas	11 135	6 457	1,72
Total		355,97	129,37	2,75

Fuente: inventario al 13 febrero 2011, programa Microsoft Excel 2007.

En la figura 25 se representa en una gráfica, los días piso para los productos de la tabla X. Se puede observar en horizontal, el promedio, el cual para el mes de febrero del 2011 se mantuvo en 2,75 días. Lo cual indica, un desempeño bueno según el estándar de 3 días fijado por la Administración.

Sin embargo, el máximo valor fue de 6,28 días piso, según tabla X. Para el sabor cola presentación doble litro PET, esto significa, que la rotación fue más lenta para este SKU, de lo determinado por el Centro de Distribución. El SKU de mayor rotación para el mes de febrero fue la bebida energética presentación lata 16 onzas, ya que, presenta el valor mínimo de 1,72 días piso, según tabla X.

Figura 25. **Gráfica de días piso, febrero 2011**



Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

2.7. Perfil de las actividades de almacenamiento

La realización de los perfiles para las actividades de almacenamiento se logra con el análisis sistemático de las actividades por producto y por pedido. El objetivo es tener un análisis más detallado de cómo funcionan y se distribuyen las actividades dentro del Centro de Distribución. Es importante analizar, sistemáticamente, las operaciones para construir una base objetiva sobre la cual se puedan tomar las mejores decisiones y encontrar soluciones adecuadas.

Este análisis permitirá, diseñar estrategias operativas, presentadas en el capítulo 3, para las actividades de distribución, acomodo y despacho.

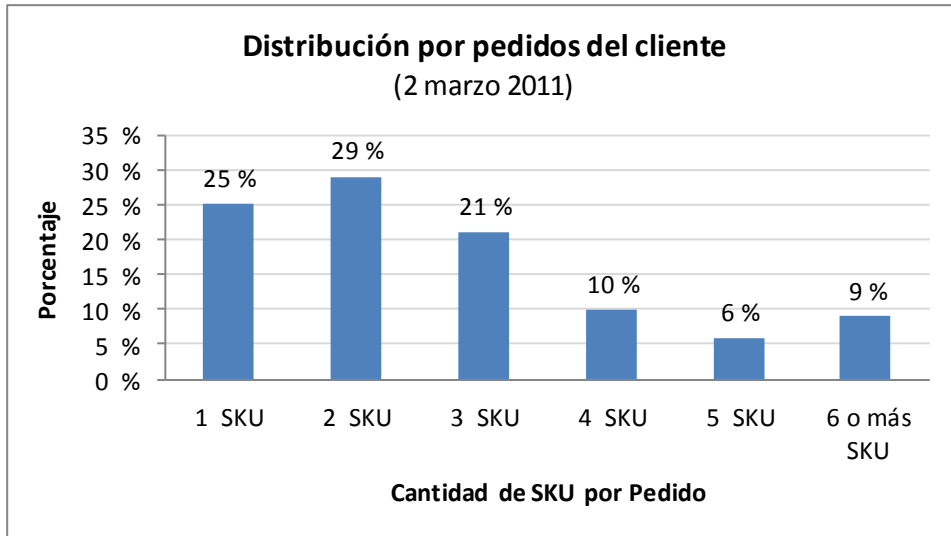
2.7.1. Pedidos del cliente

Este perfil muestra cómo se distribuyen los pedidos, generalmente, los pedidos requieren artículos de múltiples categorías.

No todos los pedidos incluyen un mismo tipo de SKU. Estos requieren distintos productos, los cuales varían en presentación, sabor, etiqueta y marca. Una misma rastra puede llevar productos PET de tres litros, 600ml de dos o más sabores e incluir productos enlatados en *pallets* de distintos sabores y/o productos isotónicos. La asignación se realiza según la conveniencia de las distintas agencias.

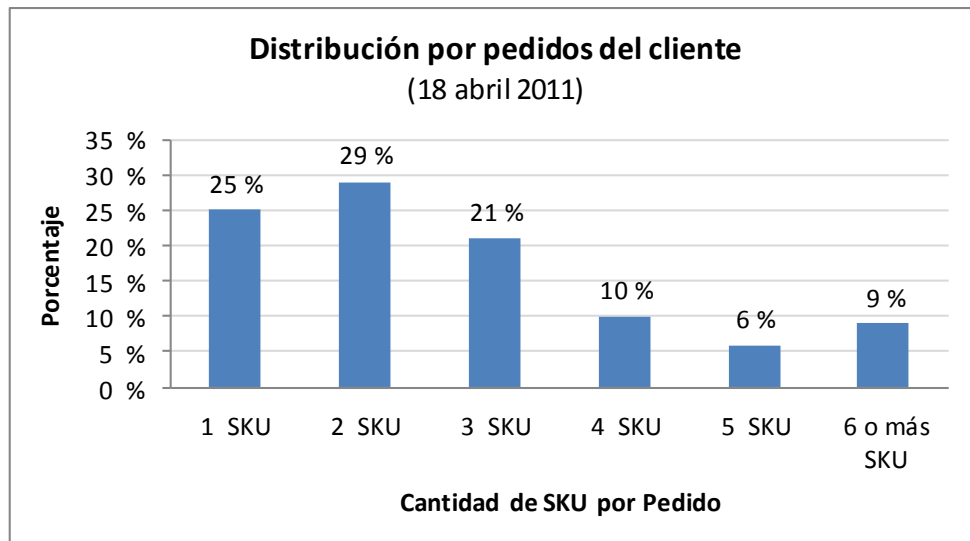
Para ejemplificar este perfil, se presenta la gráfica de distribución por pedidos del cliente en distintos días (ver figura 26 y 27).

Figura 26. **Distribución por pedidos del cliente A**



Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

Figura 27. **Distribución por pedidos del cliente B**



Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

Claramente se identifica que los pedidos no incluyen, únicamente, un tipo de producto. Solamente, el 25 % para el primer día y 16 % para el segundo. Esto indica que en la mayoría de los casos las rastras serán despachas con diferentes tipos de SKU.

Si existiera el caso en el que la mayoría de los pedidos fueran de un solo SKU, el cual se formará por un tipo de producto, la estrategia operativa más efectiva sería la de distribuir el almacén por zonas exclusivas y cercanas al área de Despacho, para dichos productos en donde el movimiento de los operarios de montacargas fuera a una sola área, con los productos cercanos y fáciles de identificar.

Actualmente, el almacenaje de los productos se realiza por zonas exclusivas para un único SKU, la cual difiere de la distribución en que se realizan los pedidos. El hecho de que el mayor porcentaje de los pedidos incluyan una diversidad de SKU, requiere que la estrategia de distribución del almacén sea más dinámica y flexible a los cambios constantes en la demanda.

Dicha estrategia, también, deberá garantizar que los productos con mayor rotación se encuentren en espacios más cercanos y accesibles a las áreas de Despacho con el fin de mejorar la productividad.

2.7.2. Utilización de materiales

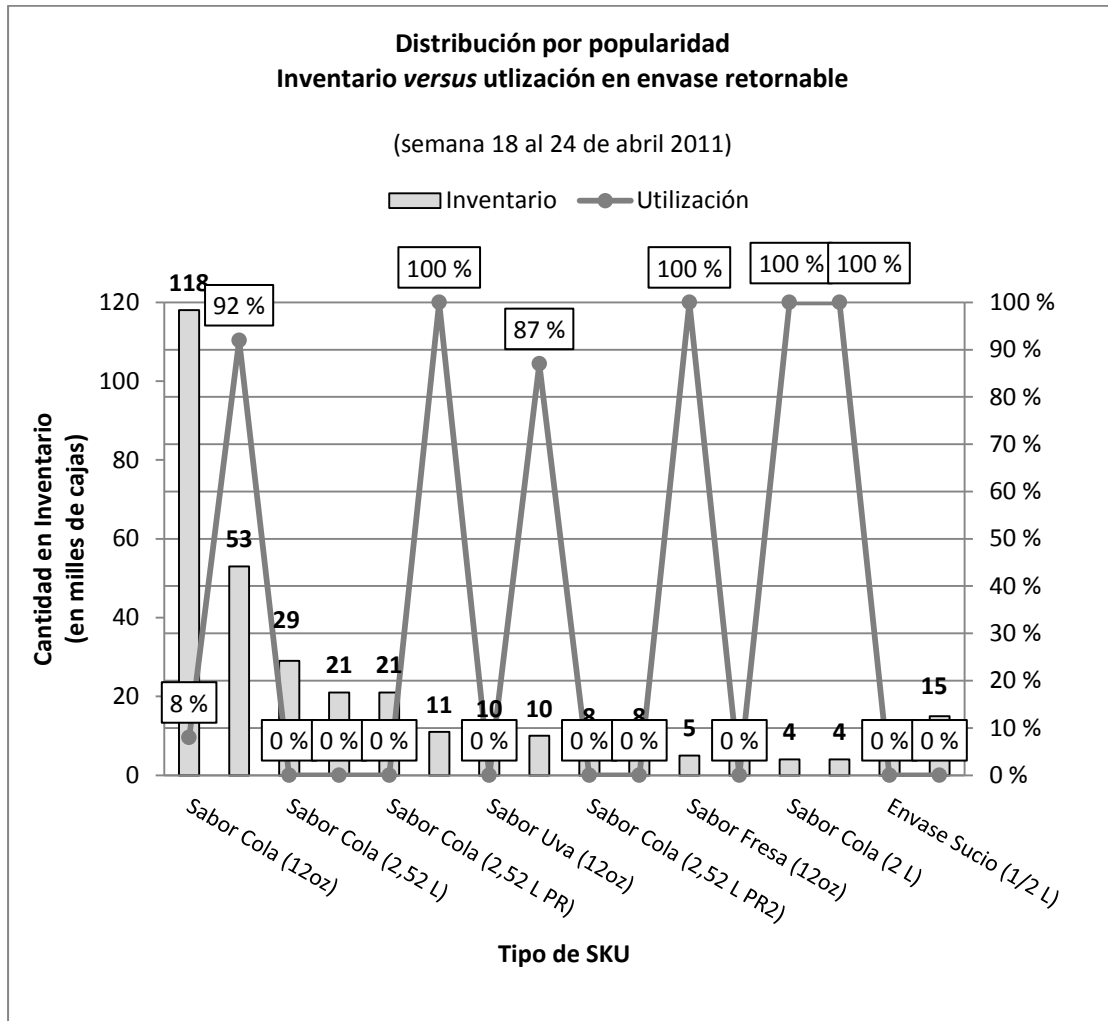
Este perfil muestra la cantidad de materiales utilizados, los cuales están almacenados, dentro de un período de tiempo determinado. El objetivo de la empresa es la de distribuir y luego vender sus productos. Por lo que una baja utilización de materiales significa bajas ventas y poca movilidad de productos.

La gráfica de la figura 28 muestra una distribución para el envase retornable almacenado *versus* su utilización en la línea de producción, durante una semana. La gráfica inventario *versus* utilización en envase retornable muestra que existe una gran cantidad de envase retornable que no se utiliza inmediatamente y permanece estancado.

Por ejemplo, para el SKU, sabor cola de 12 oz, existe un inventario cercano de 118 000 cajas de las cuales se utilizó el 8 %. En contraste se observa que el SKU, sabor cola de ½ Litro, existía un inventario de 53 000 cajas del cual se utilizó en un 92 %.

El inventario almacenado por mucho tiempo en el almacén es un factor que afecta, enormemente, el desempeño operativo. El problema no siempre será la falta de espacio sino el exceso de inventario, del cual no se requerirá en un intervalo de tiempo corto. El objetivo debe ser eliminar los porcentajes en cero por ciento de utilización, como se observa en la figura 28 y mantenerlos cerca del cien por ciento.

Figura 28. **Distribución producto almacenado**



Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

Las razones para no emplear el inventario de suministros, inmediatamente, pueden ser muchas, pero el efecto es el mismo; pérdida de espacio para nuevos productos, sobresaturación de inventario y menos agilidad operativa.

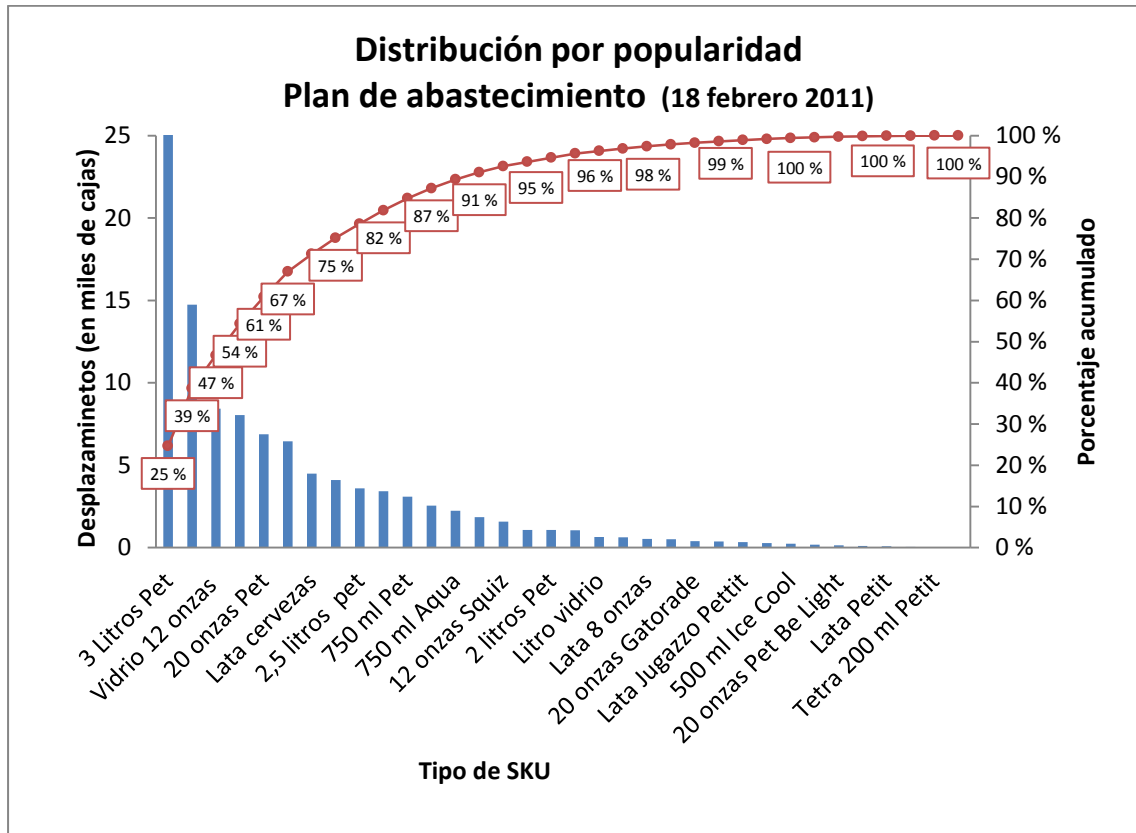
Actualizar este perfil es importante para comprender e ilustrar la magnitud del problema de exceso de inventario e identificar aquellos suministros obsoletos y definir una estrategia eficiente de almacenaje que no afecte las operaciones del Centro de Distribución.

2.7.3. Actividad del artículo

El perfil por actividad del artículo se utiliza para definir la distribución de los productos para su almacenamiento. Con el que se decidirá en dónde se deberá ubicar un producto dentro del almacén. La distribución por popularidad (ver figura 29) indica el porcentaje de las preparaciones, según la cantidad o porcentaje de SKU.

La rotación y el número de desplazamientos de un producto proporcionan una medida de su popularidad. La estrategia a utilizar debe ser la de asignar los productos más populares a los sitios más accesibles para el despacho, y no por zonas exclusivas, como se realiza, actualmente. Esta distribución cambiará según se requieran los pedidos.

Figura 29. **Distribución por popularidad del artículo**



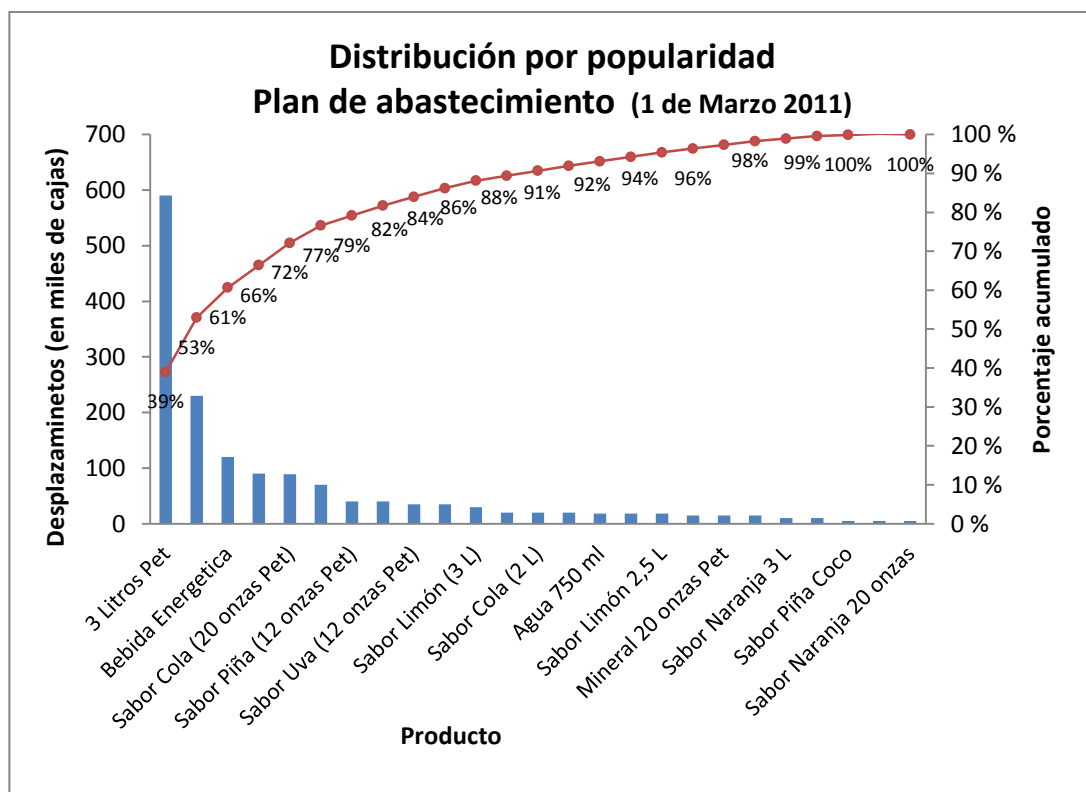
Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

La idea anterior contiene el principio de Pareto, conocido como Ley 80-20 o pocos vitales, muchos triviales, el cual reconoce que unos pocos elementos (20 %) generan la mayor parte del efecto (80 %); el resto de los elementos generan muy poco del efecto total. De la totalidad de los problemas de una organización solo unos pocos son realmente importantes.

En la gráfica siguiente (figura 30) se ejemplifica una distribución de popularidad del artículo para un plan de abastecimiento. El plan de abastecimiento se realiza para un día completo, en el cual se detalla qué artículos se cargarán para cada viaje y el destino de cada carga para abastecer a las agencias de todo el país.

Diariamente, la distribución del almacén deberá ser acorde al perfil. Los SKU con mayor presencia deberán ser colocados en los lugares más cercanos al área de Despacho. Mientras el resto podrá ser ubicado en las áreas más alejadas.

Figura 30. **Distribución de popularidad para un plan de abastecimiento**



Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

2.7.4. Relaciones de actividad

Este perfil revela las relaciones entre funciones y procesos del Centro de Distribución. Se emplea para sugerir la ubicación de procesos en una distribución del almacén, mediante un diagrama de relaciones.

La elaboración del diagrama de relación es un método organizado para trabajar manualmente, con varias distribuciones, tratando de maximizar los requisitos de relación de proximidad especificados en un diagrama de relaciones.

El primer paso es determinar una medida, en este caso cualitativa, la cual muestra la necesidad de que dos funciones o procesos estén cerca uno del otro. Las relaciones cualitativas entre procesos se pueden registrar usando valores de relación de proximidad en el diagrama de relaciones. Se emplea para la calificación de proximidad una escala de 6 niveles y la razón de importancia (ver tabla XI).

Tabla XI. **Escala de calificación relaciones de actividad**

Razones de Importancia	Calificación de Proximidad
1. Supervisión	A. Absolutamente necesario
2. Control	E. Especialmente necesario
3. Flujo de material	I. Importante
4. Flujo de trabajo	O. Comúnmente cercano
5. Control de materiales	U. Sin importancia
6. Cercanía de equipo	X. Indeseable
7. Espacio compartido	
8. Salud y seguridad	

Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

3. PROPUESTA DEL SISTEMA LOGÍSTICO EN LAS OPERACIONES DE DISTRIBUCIÓN, ACOMODO, ALMACENAJE Y DESPACHO DE MATERIALES

3.1. Diseño del sistema logístico dentro del Centro de Distribución

Como se ha mencionado, las operaciones en el Centro de Distribución se componen de una serie de actividades de las cuales las principales son: distribución, acomodo, almacenaje y despacho de materiales.

Dentro de la planta se prevé aumentar la producción al instalar una línea de producción para cierto tipo de producto. Esto afectará directamente al Centro de Distribución, ya que el área destinada para almacenaje de producto terminado se verá reducida en un buen porcentaje. Para hacer frente a este hecho se propone una nueva distribución del almacén, con el fin de utilizar de una mejor forma el espacio físico, para almacenar el mayor inventario posible. También, se proponen cambios en la distribución de los productos para facilitar las operaciones de acomodo y despacho.

La propuesta se presenta en tres secciones principales; la primera donde se diseña la distribución del almacén y se determina la capacidad de almacenaje. En la segunda se detallan los aspectos relacionados con la distribución del producto terminado y las propuestas relacionadas al acomodo de materiales, por último, se detalla la propuesta sobre el despacho de producto terminado.

3.1.1. Diseño de la distribución del almacén

Debido a que la empresa construirá una nueva línea de producción en el área de almacenaje, el sistema actual se reducirá en 1 500 m², la cual es una reducción importante de espacio de almacenaje de producto terminado.

Esta área es la que, actualmente, se utiliza para almacenar 730 tarimas de producto terminado. La reducción es del 12,5 %, ya que la capacidad de almacenaje total actual es de 5 833 tarimas de producto terminado. En consecuencia, se podría dejar de abastecer cada día el equivalente a 43 800 cajas en promedio de producto terminado.

De no tomar acciones preventivas, el sistema de almacenaje se vería sobresaturado, no solo por la reducción de espacio, sino por el aumento del ingreso de producto terminado. Una sobresaturación de espacio puede provocar parar las líneas de producción y dejar de abastecer producto hacia el cliente. Para que las actividades del Centro de Distribución no se vean estropeadas por esta situación se propone una nueva distribución del inventario.

El primer paso será determinar los requisitos de espacio necesarios para el almacén, tomando en cuenta el aumento en el ingreso de producto terminado al Centro de Distribución debido a la nueva línea de producción.

Luego, se presentará la nueva distribución, en la cual se propone cambiar el sistema de despacho actual. Se realizará un sistema en el cual las rastras circulen dentro del almacén. Con el objetivo de utilizar el área central para almacenaje de producto terminado y no como área de parqueo, como actualmente se realiza.

El diseño de la distribución se realiza utilizando como herramienta el *layout* del almacén, ya que ayuda a visualizar globalmente la distribución de inventario y el funcionamiento del almacén.

3.1.1.1. Planificación de los requisitos de espacio

La metodología utilizada para calcular los requisitos de espacio es la aplicada por Edward H. Frazelle en su libro *Logística de almacenamiento y manejo de materiales de clase mundial*.

El primer paso, es determinar la razón entre la cantidad máxima y el promedio demandado de espacio. Una decisión difícil de tomar al planificar el espacio de almacenamiento es determinar los requisitos de capacidad de espacio, cuando existen picos de demanda y no son constantes a lo largo del año.

Para determinar cuánto espacio extra para almacenaje necesitará el Centro de Distribución se aplicará el análisis siguiente:

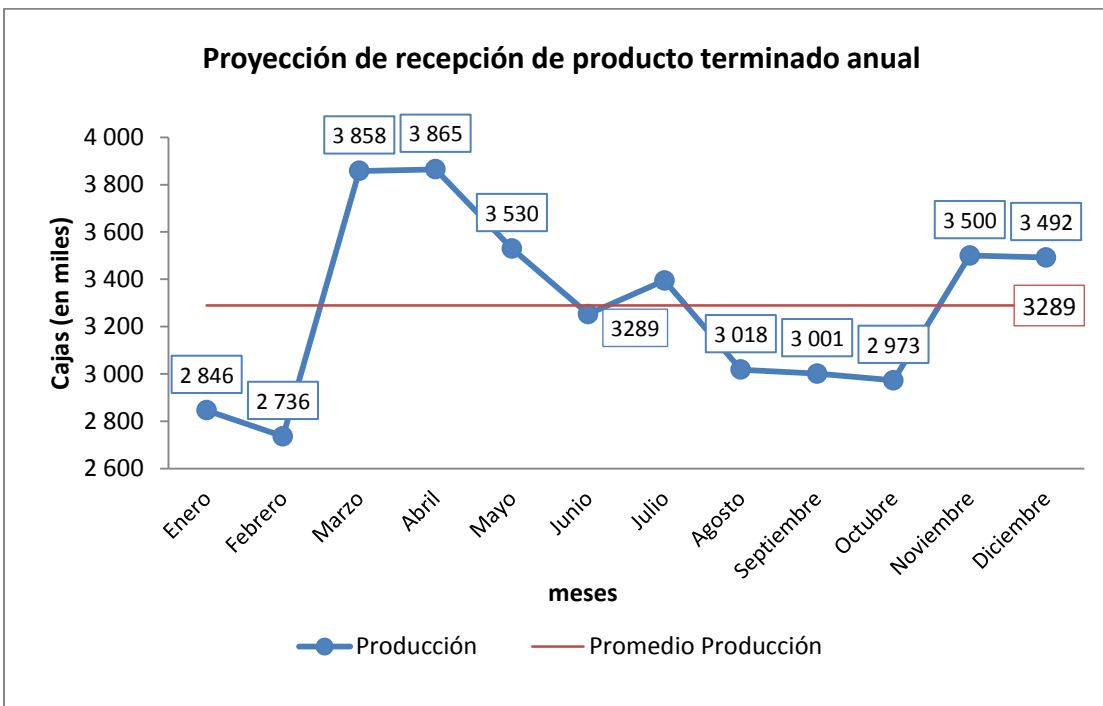
- Se obtuvieron las ventas pronosticadas en cajas, provenientes de las proyecciones de *marketing*, para todo un año, proporcionadas por la Administración. Se calculó la razón entre pico y el promedio de demanda. La razón que se obtuvo fue de 1,18 con una duración aproximada de cuatro meses (ver figura 33).

Como se observa en la figura 32 el máximo es de 3. 865. 000 cajas para el mes de abril, mientras el promedio es de 3 288 000 cajas. Al dividir 3 865 000 dentro de 3 288 000 se obtiene 1,18.

Como el pico de demanda es de larga duración, contiene los meses de marzo, abril y mayo. Además de observar otro pico en los meses de noviembre y diciembre.

Según el criterio recomendado por Edward H. Frazelle en su libro *Logística de almacenamiento y manejo de materiales de clase mundial*, si la razón entre el pico y el promedio es baja y el pico es de larga duración, entonces el almacén debe estar dimensionado según los requisitos del pico o cerca de este.

Figura 32. **Proyección para la recepción de producto terminado**



Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

- Como segundo paso se calculó el inventario promedio de tarimas de la nueva línea de producción. Para obtener la proyección de ingresos en cajas de la nueva línea de producción (ver tabla XII) se tomó la línea número 1, la cual, ya está en funcionamiento y lo hará de manera similar a la nueva línea de producción. Los datos de esta proyección fueron calculados y proporcionados por la Administración.

Se dividieron los ingresos promedio por mes, pronosticadas para esta línea (ver tabla XII), por la rotación de inventario mensual. El Centro de Distribución mantiene tres días de almacenaje por SKU. La rotación de inventario mensual es de 10. Las fórmulas utilizadas son las siguientes.

- Rotación mensual = $\frac{30 \text{ días}}{\text{Días piso}}$ Días piso = $\frac{\text{Inventario en cajas}}{\text{Promedio salidas diarias}}$
- Rotación mensual = $\frac{30 \text{ días}}{3 \text{ días}} = 10$
- Inventario promedio = $736,83 \text{ cajas} \div 10 = 73,68 \text{ cajas}$

Tabla XII. **Proyección de ingreso en miles de cajas al Centro de Distribución**

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Cantidad en cajas (miles)	636	693	869	807	777	687	724

Mes	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total	Promedio
Cantidad en cajas (miles)	703	733	710	742	761	8 842	736,83

Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

- Cálculo de la capacidad efectiva de almacenaje en tarimas. Se multiplicó el inventario promedio por la razón de inventario pico por la porción del inventario pico utilizado en la planificación de requerimientos. Se utiliza el 93 % recomendado para requisitos de almacenaje cercano al pico máximo, en el libro *Logística de almacenamiento y manejo de materiales de clase mundial*, de Edward H, FRAZELLE.

- Capacidad efectiva de almacenaje = 73 683 cajas * 1,18 * 0,93
= 80 859,72 cajas.

Al tomar en cuenta que cada tarima contiene 60 cajas, en promedio, la capacidad efectiva de almacenaje en cajas es de 1 347,66 tarimas de producto terminado.

- Se calculó el nuevo requerimiento de almacenaje en tarimas al dividir la capacidad efectiva por el factor de utilización de sitios. El factor recomendado en el libro *Logística de almacenamiento y manejo de materiales de clase mundial*, es del 85 %.

- Requisito de almacenaje extranecesario = 1 347,66 tarimas ÷ 0,85
= 1 585,48 tarimas

El espacio extranecesario, en el almacén debe ser el suficiente para almacenar 1 585,48 tarimas. La propuesta deberá cubrir este espacio extra, necesario, además de recuperar el espacio perdido para almacenar 730 tarimas.

Ya definida la capacidad de almacenaje extra requerido, se continúa con el diseño de la distribución de almacenaje y operaciones del Centro de Distribución que permita alcanzar dicho requerimiento.

3.1.2. Diseño del circuito interno de vehículos pesados

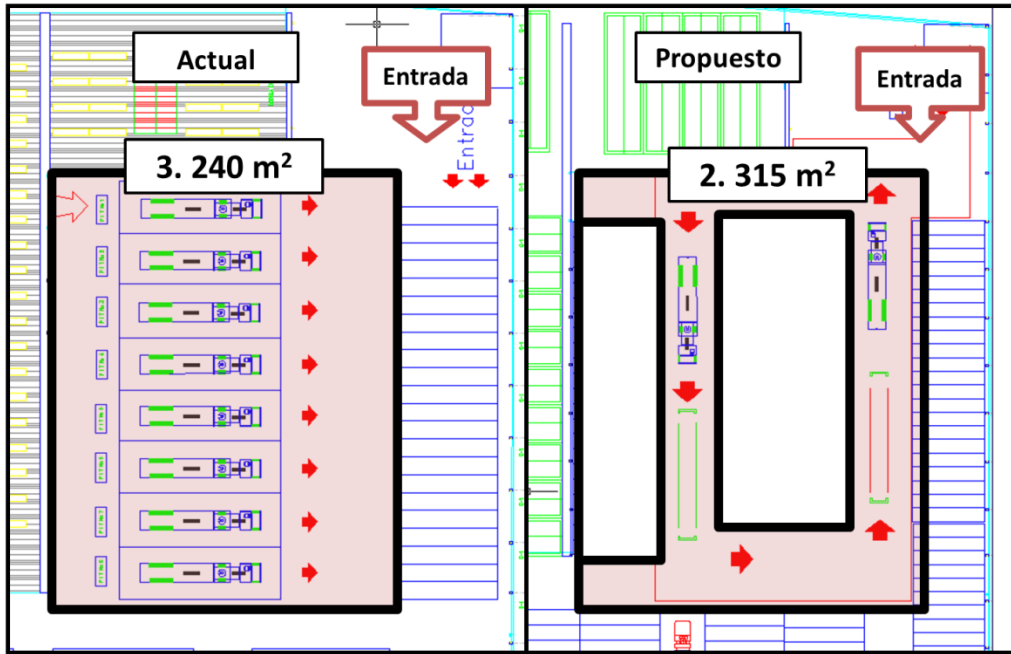
La propuesta para el aumento en la capacidad de almacenaje inicia con el diseño del circuito interno de vehículos pesados. Actualmente, los vehículos se parquean paralelamente en el patio, en llamados PIT, donde son descargados y luego, cargados. Este sistema emplea mucho espacio ($3\ 240\ m^2$) para parqueo.

La finalidad de un almacén es almacenar producto terminado, materia prima y suministros necesarios para su distribución. Por lo que se propone utilizar lo más posible esta área para almacenaje, para lo cual es necesario cambiar el sistema actual de parqueo.

El parqueo actual está conformado por un área rectangular. Si se utiliza el área central para producto terminado, entonces, se estaría incrementando la capacidad de almacenaje, como se observa en la figura 33.

Fácilmente, se observa que el área utilizada para el transporte disminuye de $3\ 240\ m^2$ a $2\ 315\ m^2$, ver figura 33. En el cuadro izquierdo, bajo el título actual se observa el área sombreada, el cual es utilizada para los vehículos de transporte. En el cuadro derecho, bajo el título propuesto, se observa una menor, el área sombreada. Las áreas en color blanco representan el nuevo espacio para almacenaje de producto terminado.

Figura 33. **Comparación de sistemas de ingreso de transporte**



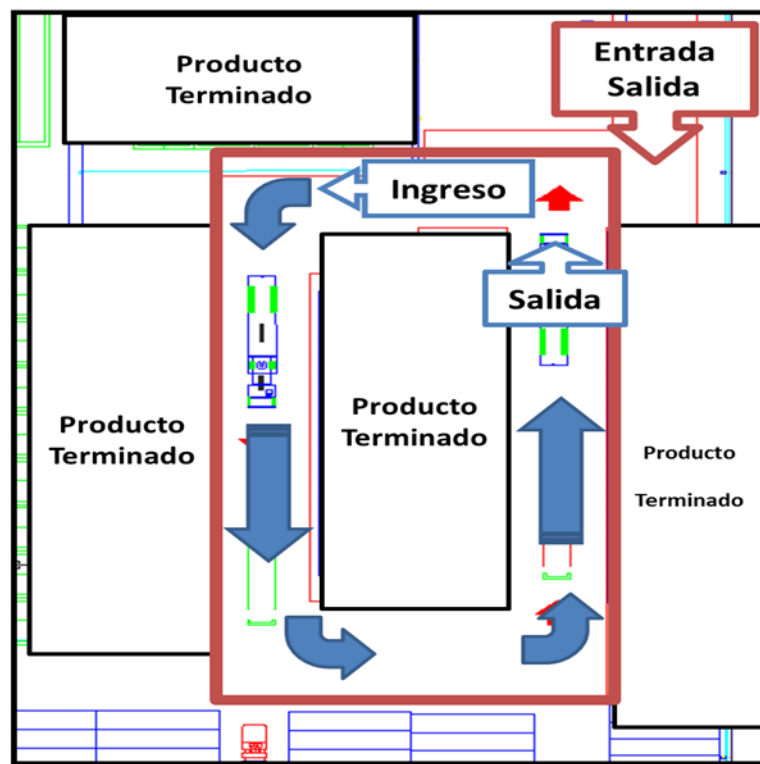
Fuente: elaboración propia, programa AutoCAD 2007.

El sistema propuesto consiste en utilizar para almacenaje el área central del actual parqueo y hacer circular los vehículos alrededor de esta área de inventario, como se muestra en la figura 34.

Para diseñar el circuito se obtuvieron los planos del sector de abastecimiento nacional. Se compararon distintas alternativas de ingreso y salida del transporte, así como de las dimensiones del circuito. Para ello, se recurrió a un software de simulación CAD, en el cual se analizaron distintas alternativas, comparando la funcionalidad del flujo de vehículos, las restricciones físicas del almacén, las dimensiones y requerimientos del circuito, la distribución y capacidad de inventario almacenado.

En el análisis de la funcionalidad del flujo de transporte pesado, no solo se realizaron simulaciones en el software CAD, sino también, se realizó una prueba y medición real de sus radios de giro. El sentido de giro también fue analizado y se diseñó hacia la derecha del conductor para evitar puntos ciegos en los giros del vehículo.

Figura 34. Sistema circulación de transporte



Fuente: elaboración propia, programa AutoCAD 2007.

El circuito propuesto utiliza 2 315,72 m² por lo que se empleará un 28,5% de espacio para almacenaje en el área de patio de abastecimiento, respecto del sistema actual. El utilizar este porcentaje de espacio y distribuir, adecuadamente el inventario, incrementa la capacidad de almacenaje a 2 400 tarimas, equivalentes a 144 000 cajas de producto terminado.

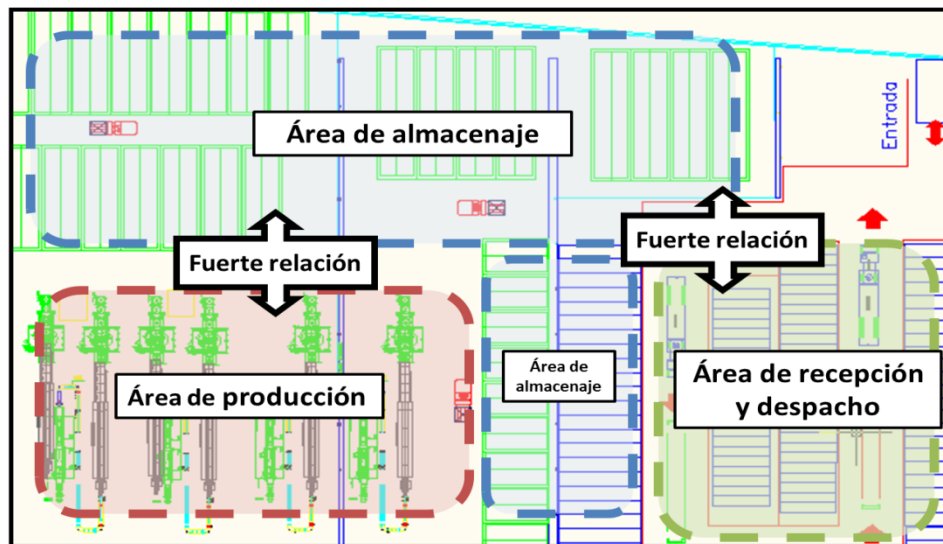
Este aumento se logra, simplemente, cambiando la distribución del inventario, sin necesidad de invertir en costosos sistemas de almacenaje, por lo que se aprovecha lo mejor posible el espacio en piso.

3.1.3. Ubicación de operaciones

La ubicación de operaciones se hará utilizando la gráfica de relaciones de actividad del capítulo 2. Este proceso de planificación consiste en convertir las diversas distribuciones de las operaciones en un plan general de distribución.

Al analizar el diagrama de relaciones (capítulo II) se determinó que las operaciones con mayor calificación de proximidad son las líneas de producción con las áreas de almacenaje de producto terminado y estas con las operaciones de recepción y despacho de rastras, ver figura 35. Por este motivo, se toma como punto de partida la ubicación de las líneas de producción y el circuito interno de vehículos.

Figura 35. Operaciones con fuerte relación



Fuente: elaboración propia, programa AutoCAD 2007.

El área de producción se mantendrá en la misma ubicación, primero se ubicarán las actividades dentro del área de recepción y despacho, para luego mostrar las áreas en donde, finalmente, será ubicado el producto terminado, los suministros y las operaciones de soporte.

3.1.3.1. Estaciones de carga y descarga

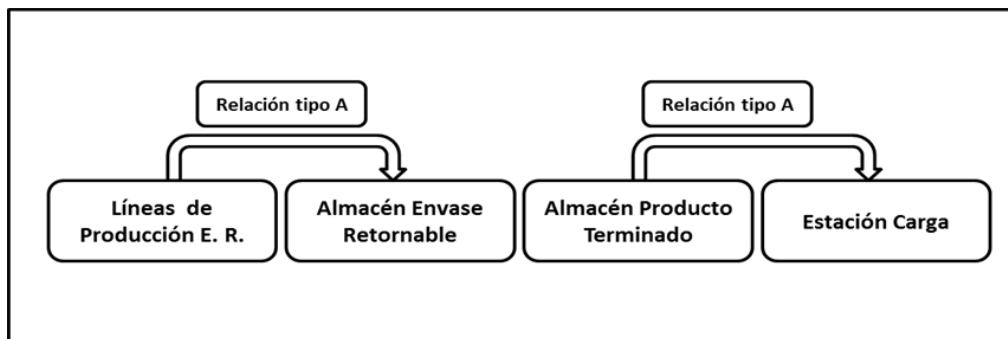
Al cambiar el sistema de ingreso de transporte al Centro de Distribución se deben definir las ubicaciones de las estaciones de carga y descarga. Actualmente, existen ocho estaciones paralelas unas de otras, como se describe en el capítulo 2. Mientras en la propuesta, únicamente, existe espacio para cuatro estaciones continuas una con otra.

Las áreas a tomar en cuenta para ubicar las estaciones son: líneas de producción que utilizan envase retornable, área de almacenaje de envase retornable, área de almacenaje de producto terminado y las estaciones de descarga de envase retornable y carga de producto terminado.

El primer paso será identificar las áreas que tienen una relación, absolutamente necesaria, del tipo A. Estas áreas serán las que se ubicarán, preliminarmente, más cercanas entre sí. Luego, se ubicarán las áreas con relación, especialmente necesaria, del tipo E. Estas áreas serán ubicadas a los lados de las áreas con relación tipo A. Las demás áreas se ubicarán utilizando la misma mecánica, ubicando primero las áreas con mayor relación, y ubicando a un lado las áreas con menor relación.

El área de almacenaje de producto terminado tiene una relación del tipo A con la estación de carga de producto terminado. Así como área de almacenaje de envase retornable, igualmente, tiene una relación del tipo A con las líneas de producción que utilizan envase retornable. Preliminarmente, estas cuatro áreas son las que primero se deberán ubicar. Una representación gráfica se puede observar en la figura 36.

Figura 36. **Ubicación preliminar de actividades con relación tipo A**



Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Visio 2007.

Las áreas con relación del tipo E, especialmente necesarias por razones del flujo de material son: las de estación de descarga con el almacén de envase retornable y las líneas de producción que utilizan envase retornable con el almacén de producto terminado. La ubicación de estas áreas se ajustará a la posición inicial de las áreas ya establecidas, como se muestra en la figura 37. Como se observa, las áreas permanecen cercanas, según su tipo de relación entre sí.

Estas ubicaciones son preliminares, pero proporcionan una idea más concreta para ubicar adecuadamente cada área. El paso final es ajustar esta distribución preliminar a las condiciones reales del Centro de Distribución, como se observa en la figura 37.

Se utiliza el área más cercana a la salida para ubicar las estaciones de carga. Se aprovechan las áreas a los costados para almacenar producto terminado ya que existe una relación tipo A entre estas dos áreas. Como se han definido dos estaciones de carga dentro del circuito, se utilizarán las otras dos áreas para la descarga del transporte.

La primera posición al ingreso del circuito, en contra de las agujas del reloj, se utilizará para descarga. Mientras las últimas dos posiciones están destinadas para la carga de producto terminado. Estas ubicaciones favorecerán la operación, ya que el espacio en donde maniobran los operarios en las estaciones no estará continuo uno de otro. Como ocurre con el sistema actual, por lo que se evita que al juntarse más de dos operarios en estos espacios se estorben al realizar sus actividades. Un operador cargará o descargará del lado izquierdo de la rastra y el compañero lo hará del lado derecho.

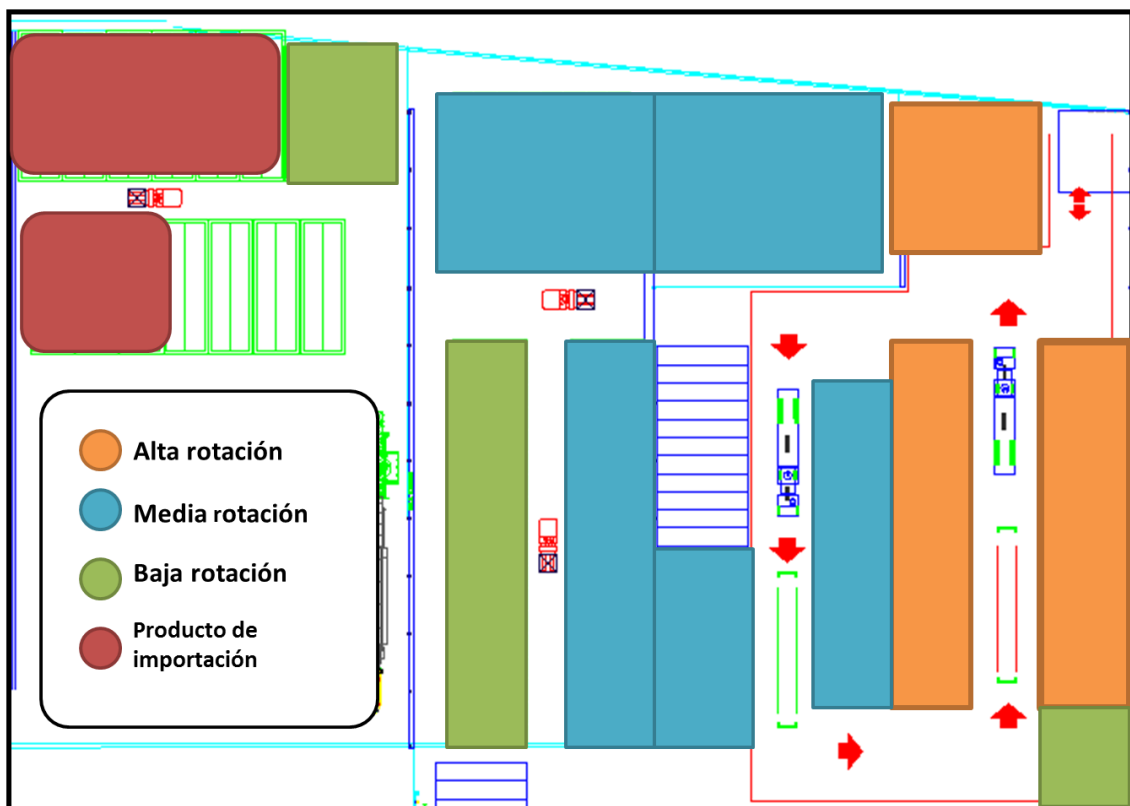
Utilizando como apoyo la figura 38, se ubica un área de almacenaje de envase retornable a un costado de la estación de descarga, ya que, entre sí, existe una relación del tipo E. Otra área de envase retornable se ubica frente a las líneas de producción, ya que entre ellas existe una relación del tipo A. El resto del área disponible se utilizará para almacenar producto terminado el cual estará cercano y accesible a las líneas de producción y al área de carga. Las ubicaciones finales se ejemplifican en la figura 38.

Definido el sistema de ingreso de rastras y sus dimensiones, luego de ubicar las estaciones de carga y descarga, así como, áreas de almacenaje se continúa definiendo el resto de áreas. Primero, se ubica el producto terminado, luego, los suministros y por último, las operaciones de soporte, como se muestra en los capítulos siguientes.

3.1.3.2. Ubicación de producto terminado

La estrategia propuesta es ubicación de los productos con mayor actividad a los sitios más accesibles al área de despacho del Centro de Distribución. Los sitios serán clasificados como: zona de alta rotación, zona de rotación media y zona de baja rotación. (Ver figura 39).

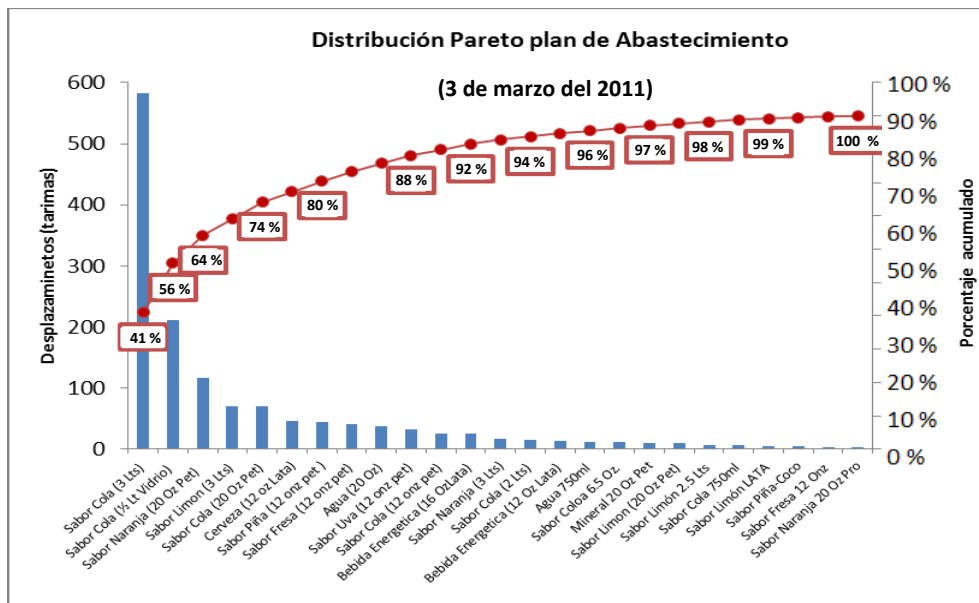
Figura 39. Ubicación de producto terminado según su rotación



Fuente: elaboración propia, programa AutoCAD 2007.

Mediante una distribución de Pareto se clasifican e identifican los productos mediante el principio “80-20, pocos vitales, muchos triviales”, el cual reconoce que unos pocos elementos (20 %) generan la mayor parte de las actividades (80 %), el resto de los elementos generan muy poco efecto. En la figura 40 se muestra una distribución de Pareto para un plan de abastecimiento.

Figura 40. **Distribución Pareto para un plan de abastecimiento**



Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

Según la distribución para este plan de abastecimiento, las zonas de alta rotación deben de almacenarse con el sabor cola de 3 Litros, ya que ocupará el 41 % de las actividades de acomodo y despacho, así como de espacio de almacenaje. La zona de media rotación se almacenaría con los productos: sabor cola de ½ Litro, sabor naranja de 20 onzas, sabor limón de 3 Litros, sabor cola de 20 onzas, cerveza y sabor piña de 12 onzas. El resto de los productos debería almacenarse en la zona de baja rotación. Ver tabla XIII.

Tabla XIII. **Distribución Pareto para un plan de abastecimiento**

Descripción	Tarimas	Porcentaje	Acumulado
Sabor cola (3 L)	583	41 %	41 %
Sabor cola (½ L vidrio)	212	15 %	56 %
Sabor Naranja (20 oz pet)	117	8 %	64 %
Sabor Limón (3 Lts)	71	5 %	69 %
Sabor Cola (20 Oz Pet)	70	5 %	74 %
Cerveza (12 oz Lata)	46	3 %	77 %
Sabor Piña (12 onz pet)	44	3 %	80 %
Sabor Fresa (12 onz pet)	41	3 %	83 %
Agua (20 Oz)	37	3 %	86 %
Sabor Uva (12 onz pet)	32	2 %	88 %
Sabor Cola (12 onz pet)	25	2 %	90 %
Bebida Energética (16 Oz Lata)	25	2 %	92 %
Sabor Naranja (3 L)	17	1 %	93 %
Sabor Cola (2 L)	15	1 %	94 %
Bebida Energética (12 Oz Lata)	13	1 %	95 %
Agua 750ml	12	1 %	96 %
Sabor Cola 6.5 Oz.	11	1 %	96 %
Mineral 20 Oz Pet	10	1 %	97 %
Sabor Limón (20 Oz Pet)	10	1 %	98 %
Sabor Limón 2.5 L	7	0 %	98 %
Sabor Cola 750ml	7	0 %	99 %
Sabor Limón lata	5	0 %	99 %
Sabor Piña-Coco	5	0 %	100 %
Sabor Fresa 12 Onz	4	0 %	100 %
Sabor Naranja 20 Oz Pro	3	0 %	100 %

Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

La distribución de Pareto se aplica en los llamados perfiles por actividad del artículo, detallados en el capítulo 2. La realización de estos perfiles, utilizando los planes de abastecimiento, debe ser una práctica cotidiana para mantener la flexibilidad y productividad del sistema, ya que el continuo cambio en la demanda es un fenómeno que siempre ocurrirá. Los productos que se producen y distribuyen cambian cada semana en presentación, etiqueta, sabor, entre otros.

Con esta distribución se consigue una mejor fluidez de los materiales al momento de cargarlos en las rastras. Los productos que generan la mayor cantidad de actividades estarán más cerca al área de Despacho por lo que los recorridos, distancias y tiempo de despacho serán los menores posibles.

3.1.3.3. Ubicación de suministros

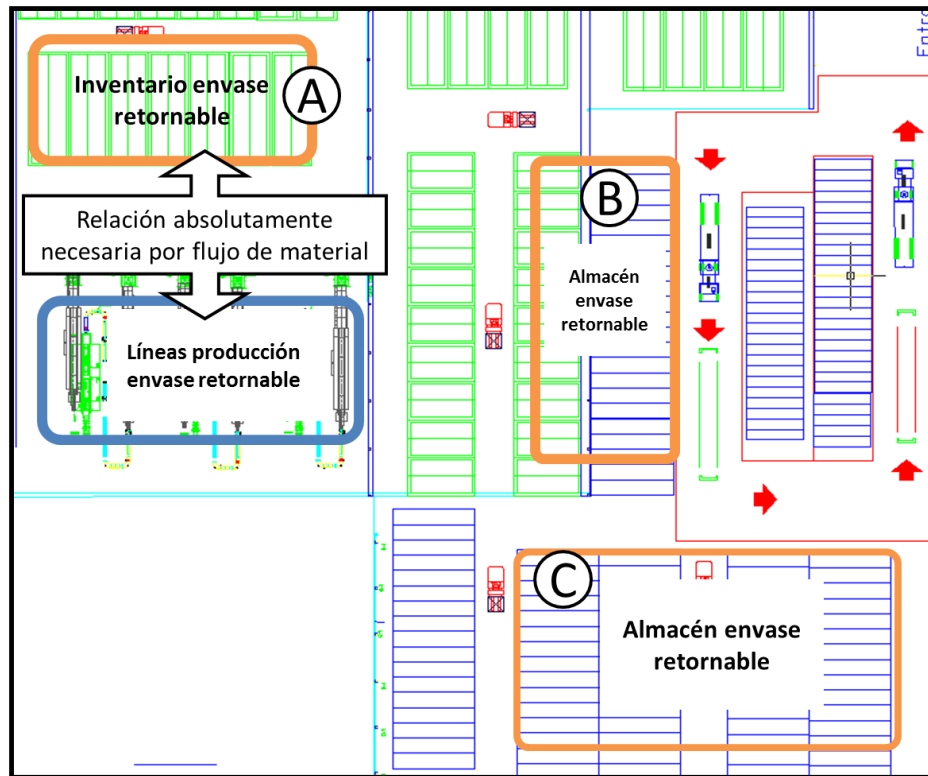
Para ubicar, adecuadamente, el sector de suministros se deben aplicar los mismos conceptos de reducir los traslados de los operarios de montacargas y mantener los materiales lo más cerca posible del proceso donde serán utilizados. Logrando estas medidas se aumenta la productividad de las actividades operativas y el funcionamiento general del sistema.

Según el diagrama de relaciones, la relación entre el almacenaje de envase retornable y las líneas de producción, es absolutamente, necesaria debido al flujo de materiales y trabajo. Actualmente, existe una distancia muy alejada entre las líneas de producción y el área de almacenaje de su insumo. Esta situación ocasiona traslados largos y mayores esfuerzos.

La solución para optimizar las actividades en esta área será ubicar frente a las líneas de producción, un área de almacenaje para abastecerla durante una corrida de producción, sector A, según la figura 41. Para mantener en óptimo funcionamiento y con un flujo adecuado de materiales, el sector de almacenaje propuesto, únicamente, se almacenarán 625 tarimas del tipo de SKU requerido.

Debido a la importancia que tendrá esta área de almacenaje para aumentar la productividad, únicamente, se deberá ubicar el envase retornable que corresponda con el SKU requerido por el Departamento de Producción.

Figura 41. **Ubicación de suministros**



Fuente: elaboración propia, programa AutoCAD 2007.

Los coordinadores operativos y controladores de bodega deberán conocer el plan de producción semanal para indicar a los operadores de montacargas la ubicación exacta, el tipo y cantidad de SKU a almacenar. El almacenar un SKU que no corresponda al requerido ocasionará traslados innecesarios e ineficiencia en el funcionamiento del almacén.

También se propone ubicar un sector secundario, sector B según figura 38, cercano al área de descarga de producto. Se mantendrá el área actual de almacenaje de envase retornable, sector C.

3.1.3.4. Ubicación de operaciones de soporte

Al analizar el diagrama de relaciones (capítulo II) se han ubicado los procesos con mayor interrelación y proximidad. Estos procesos, producto terminado y suministros, son los más importantes para mantener eficientes las actividades del Centro de Distribución. Debido a que las operaciones de soporte presentan una baja relación de proximidad no impactan, directamente, a la productividad, sin embargo, estas operaciones siguen siendo necesarias.

Las operaciones de soporte son las últimas en ubicarse por las razones anteriormente mencionadas. Las siguientes operaciones: verificación de despachos, derrame de productos rechazados y abastecimiento de gas propano, permanecerán en las mismas ubicaciones actuales, ya que, no interfieren con las operaciones de mayor relación de proximidad.

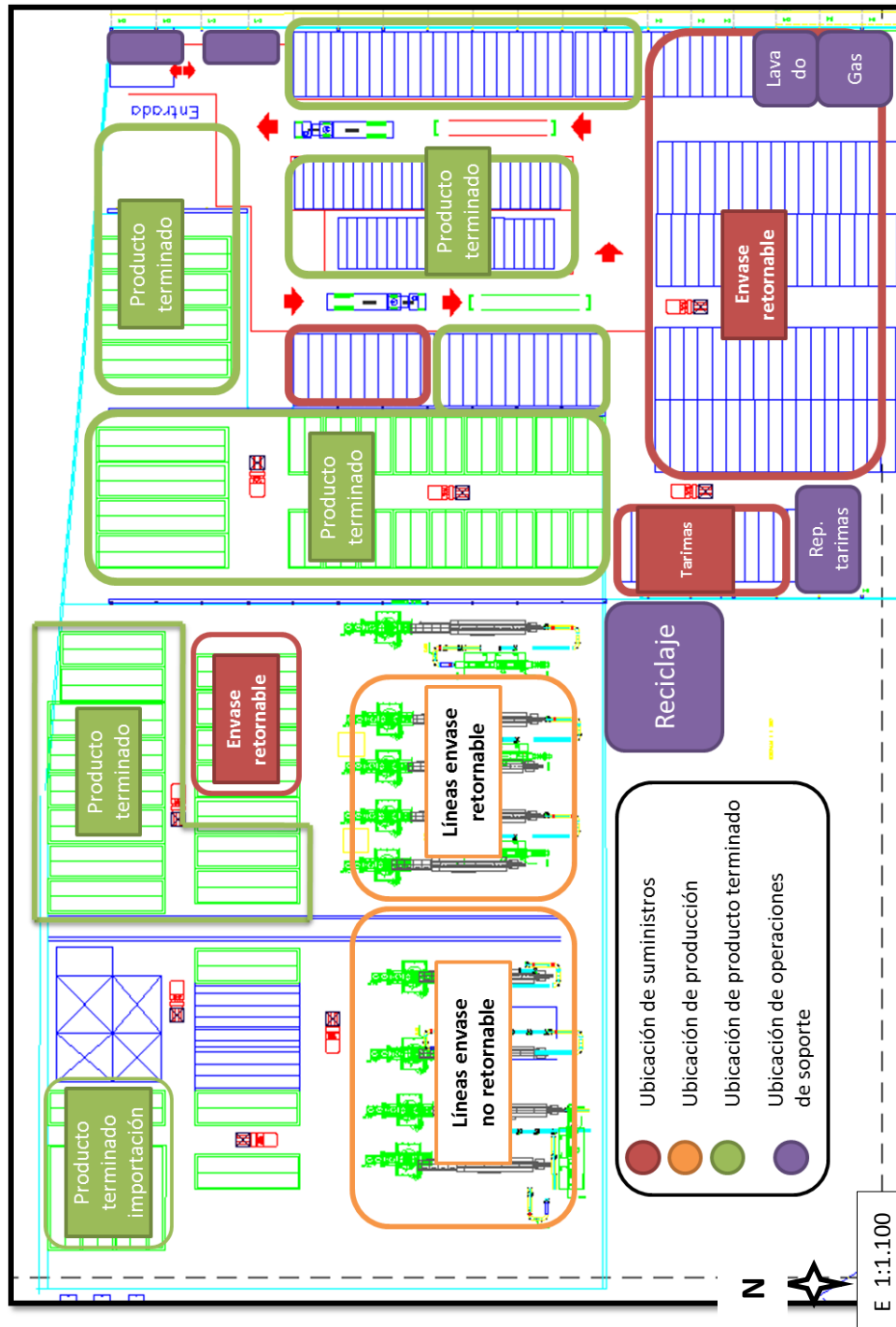
Mientras las operaciones de reciclaje y reparación de tarimas serán reubicadas, pues actualmente, están ubicadas en áreas destinadas a mejorar la relación y productividad de almacenaje y despacho.

Las ubicaciones finales pueden apreciarse en la propuesta de *layout* del almacén. (Ver figura 42)

3.1.3.5. Propuesta de *layout* del almacén

Al presentar el *layout* del Centro de Distribución (ver figura 42) es posible visualizar y comprender el funcionamiento y la nueva distribución de los materiales y operaciones.

Figura 42. **Layout** propuesto del Centro de Distribución



Fuente: Elaboración propia, programa AutoCAD 2007.

3.1.3.6. Sectorización del espacio para almacenaje

Actualmente, las ubicaciones del producto no están identificadas, específicamente. Para que la identificación de estos lugares sea fácil de ubicar y sea lo más específica posible se propone identificar por sector y fila de estiba con un número o código único dentro del almacén.

Cada bloque contiene un número específico de filas las cuales se enumeraran de derecha a izquierda, iniciando con el uno. Este código será el que cada coordinador y/o verificador señalará al operario para que acomode el producto terminado o suministro. Evitando que la ubicación sea confundida o mal interpretada.

Algunos de los códigos en que se identificarán los distintos bloques son los siguientes.

- EXP0A01, EXP0A02, EXP0A03, EXP0A04

Este código identifica al bloque más cercano al área de despachos para exportación. Donde el primer término (EXP) se refiere a exportación, el término (0A) se refiere a la identificación del bloque y el número correlativo siguiente se refiere al número de fila.

- PTRB 0A06, PTRM 0D03, PTRB0A01

Estos códigos identifican a los bloques de producto terminado rotación baja (PTRB), rotación media (PTRM) y rotación alta (PTRB). El término siguiente se refiere a la identificación del bloque de un mismo tipo y el número correlativo siguiente se refiere al número de fila.

3.1.4. Capacidad de almacenaje

Actualmente, el sistema emplea 3 240 m² para parqueo, mientras con la propuesta del circuito interno se utilizará 2 315,72 m². Obteniendo un ahorro en espacio en piso del 28,5 %, el cual se utilizará para almacenaje de producto terminado. Este porcentaje representa 2 400 tarimas, equivalentes a 144 000 cajas de producto terminado. La pérdida de espacio para almacenaje, debido a la nueva línea de producción es de 1 500 m² equivalentes a 730 tarimas. Por lo que el aumento total del sistema propuesto, respecto del actual, es de 1 670 tarimas equivalentes a 100 200 cajas en promedio.

Según los cálculos realizados en la planificación de requisitos de espacio (capítulo 3.1.1.3.1) el número de tarimas extras necesarias debido al aumento en la producción es de 1 585,48. Fácilmente, se observa que con la propuesta se obtiene un 5,3 % de mayor capacidad sobre el requerimiento. El resumen de requerimientos y capacidades de almacenaje se observa en la tabla XIV.

Con el sistema propuesto la compañía podrá aumentar su volumen de producción, así como de Ventas y el Centro de Distribución sí podrá responder a este crecimiento.

Tabla XIV. **Resumen de requerimientos y capacidades de almacenaje**

Aumento almacenaje en circuito de vehículos		Pérdida capacidad almacenaje		Aumento en capacidad de almacenaje		Nuevo requerimiento almacenaje	
2 400	Tarimas	730	tarimas	1 670	tarimas	1 585	tarimas
144 000	cajas	43 800	cajas	100 200	cajas	95 129	cajas
Porcentaje ahorro	28,5 %	Porcentaje reducción	12,5 %	Porcentaje aumento	28,6 %	Porcentaje capacidad	5,3 %

Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

3.1.5. Planificación del flujo de materiales

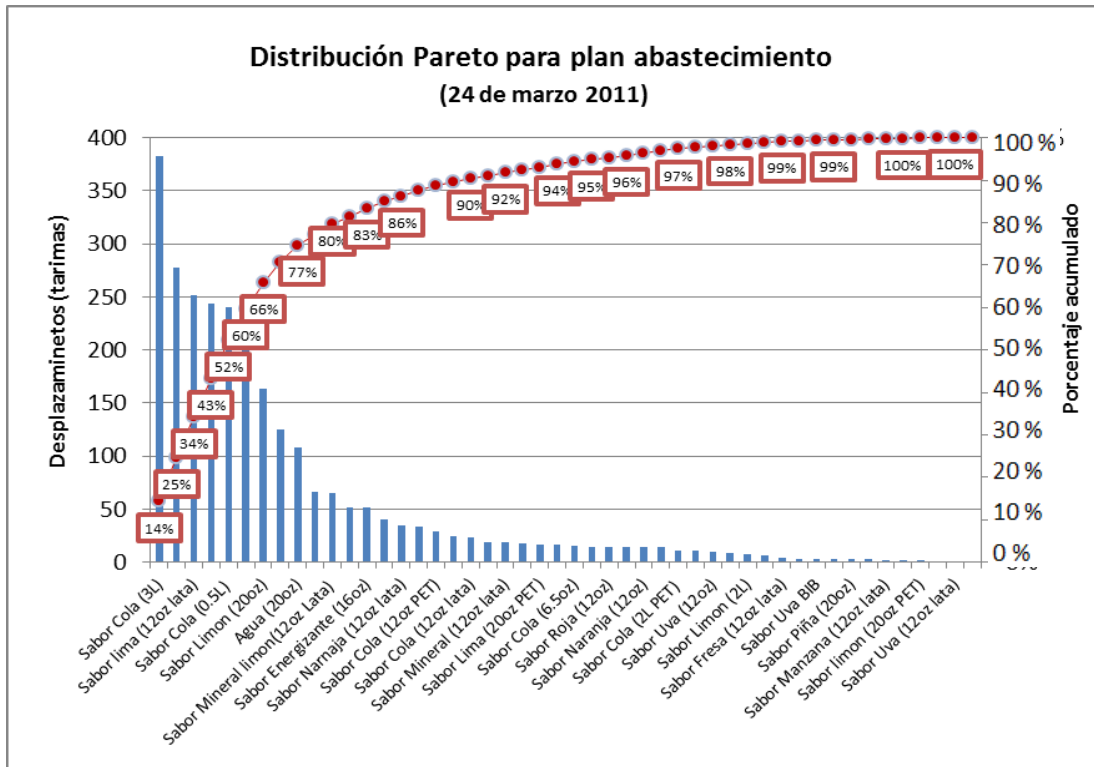
El mayor trabajo operativo en un Centro de Distribución es desplazarse dentro del almacén para almacenar, recibir y despachar materiales. Estas actividades definen el flujo de materiales, por lo tanto, para mantener con éxito las labores del Centro de Distribución es fundamental diseñar los desplazamientos de los operarios con base en los sitios que más visitarán.

A través del análisis de la distribución de materiales y los recorridos que realizan los operadores de montacargas es posible obtener una visión global del funcionamiento del Centro de Distribución. Con la cual se propone adecuar las rutas que realizan los operadores en la recepción, almacenaje y despacho.

La principal herramienta a utilizar para planificar un adecuado flujo de materiales son los perfiles por actividad del artículo, mostrados en el capítulo 2, ya que con esta herramienta se puede dirigir y controlar el número potencial de veces que un operador visitará un sitio para recoger una tarima de producto. En la figura 44, nuevamente, se observa el gráfico de Pareto correspondiente a un plan de abastecimiento.

Al definir los perfiles, según el plan de abastecimiento y de producción se distribuirá en primera medida el producto terminado. Siguiendo el ejemplo del gráfico en la figura 43, los SKU con mayor popularidad se asignarán a los espacios más cercanos al despacho, en una zona de alta rotación. Se asignará una zona para rotación media y una última para rotación baja de producto terminado. Los SKU serán asignados, según su peso en el gráfico de Pareto.

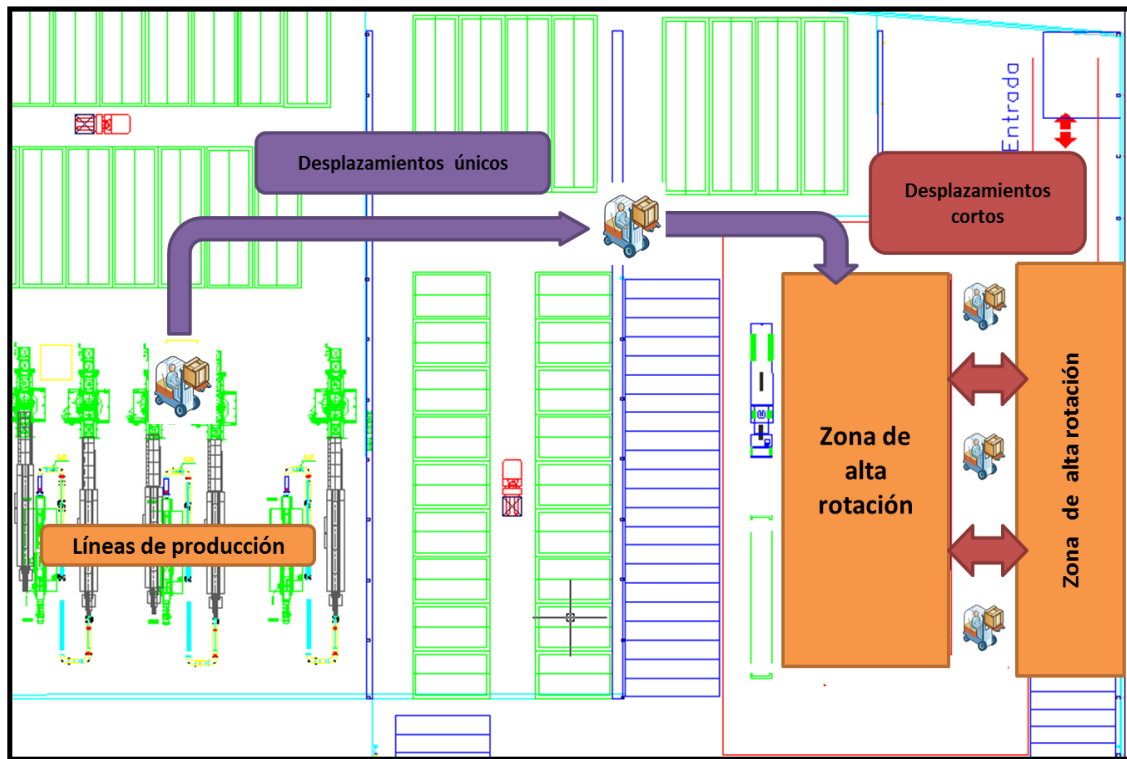
Figura 43. **Distribución Pareto para un plan de abastecimiento**



Fuente: Elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

Aplicando esta herramienta se controla y optimiza el trabajo de los operarios de montacargas, porque tendrán los SKU que se necesita despachar mucho más cerca, disminuyendo el esfuerzo en búsqueda, desplazamiento y tiempo de despacho. El mayor trabajo de los operarios de montacargas en las líneas de producción se encausará a un mismo sector, eliminando los problemas de desplazamientos innecesarios en la búsqueda de un sitio vacío (ver figura 44).

Figura 44. **Diseño del flujo de materiales hacia el área de Carga**



Fuente: elaboración propia, programa AutoCAD 2007.

Esta herramienta se adecuará al flujo de materiales, constantemente, ya que se actualizará según los cambios en la demanda. Como resultado se adquiere flexibilidad en el sistema y no se optimizará por una única temporada sino a lo largo del tiempo.

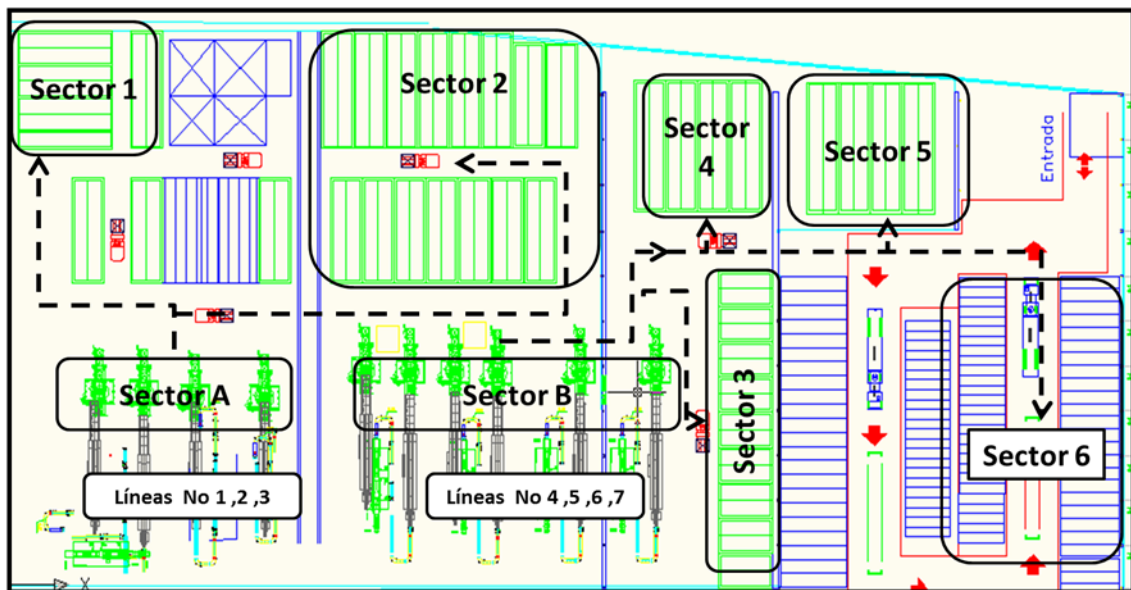
Con la herramienta propuesta se proponen mejoras a las operaciones de acomodo de producto terminado y de su despacho. En los capítulos siguientes se mostrarán, cuantitativamente, dichas mejoras, primero, para la operación de acomodo y, luego, para la operación de despacho.

3.1.6. Acomodo de materiales

Anteriormente, se realizó una medición en términos de cantidad de materiales movilizados la relación entre las líneas de producción y los sectores de almacenaje. El mismo análisis se mostrará con las nuevas ubicaciones propuestas.

Para fines prácticos se agrupan las líneas de producción en los sectores A y B. La agrupación se realiza por cercanía como se muestra en la figura 45. De igual manera, se agrupan, por cercanía, en seis sectores de almacenaje de producto terminado.

Figura 45. **Distribución por sectores del almacén propuesto**



Fuente: elaboración propia, programa AutoCAD 2007.

Para fines prácticos se toma el supuesto de que todos los flujos comienzan y terminan en los centros de cada sector. También se supone que los recorridos entre puntos de origen y destino serán a lo largo de los pasillos ya definidos, según las flechas punteadas en la figura 46.

El primer paso es determinar los volúmenes manejados en cada recorrido. Los volúmenes son determinados por la capacidad en tarimas que cada sector puede almacenar. Para este caso las líneas clasificadas como A realizan movimientos a los sectores del almacén 1 y 2. Las líneas B realizan el acomodo hacia los sectores 3, 4, 5 y 6 ver tabla XV. Cada interacción entre línea de producción y sector de almacenaje define un recorrido distinto de producto terminado. El peso o importancia de cada recorrido para el acomodo del producto terminado se muestra en porcentaje en la tabla XV.

Tabla XV. **Cuadro de distribución del acomodo por volumen propuesto**

Distribución del acomodo			
Sector	Línea		Porcentaje
Almacén	A	B	
1	905	-	12,1 %
2	1 325	-	17,7 %
3	-	905	12,1 %
4	-	608	8,1 %
5	-	1 860	24,8 %
6	-	1 900	25,3 %
Total	7 503	Total	100,0 %

Unidades = tarimas

Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

En un segundo paso, se determinan las distancias en metros para cada recorrido. Estas se calcularon mediante planos en CAD realizados para la nueva distribución del Centro de Distribución. Como ya se ha mencionado, por fines prácticos, las distancias se tomaron entre centros de cada sector.

Como se detalló en el capítulo dos, es importante resaltar que no todos los recorridos generan el mismo impacto en las actividades de acomodo en el Centro de Distribución. Los sectores con mayor capacidad de almacenaje son a los que generan mayor movimiento de materiales. Esta es la razón por la que se define el volumen de tarimas como porcentaje de tarimas movilizadas.

Cada porcentaje es multiplicado por las distancias, en metros, de cada recorrido. El resultado es el promedio de volumen – distancia para cada recorrido. La suma total del volumen – distancia para cada recorrido es de 18,1 tarimas-metros, ver tabla XVI.

Tabla XVI. **Cuadro de recorridos para el acomodo**

Distribución del acomodo			
Sector	Porcentaje	Distancias (m)	Volumen– distancia
Almacén			
1	12,1 %	64,9	7,8
2	17,7 %	101,7	18,0
3	12,1 %	56,0	6,8
4	8,1 %	79,7	6,5
5	24,8 %	118,8	29,4
6	25,3 %	159,5	40,4
Total	100,0 %	96,8	18,1

Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

El resumen de diferencias entre la distribución actual y la propuesta se muestra en la tabla XVII.

Tabla XVII. **Resumen diferencias entre distribución actual y propuesta**

Cuadro comparativo de distribuciones		
Distribución	Actual	Propuesta
Total tarimas	5 833	7 503
Total distancias (m)	98,2	96,8
Volumen-distancia	20,9	18,1
Reducción	13,1 %	

Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

- Reducción Volumen-distancia = $1 - (18,1/20,9) = 13,1 \%$

Si se compara el dato obtenido en la situación actual para el volumen-distancia, 20,9 tarimas-metros, se obtiene una reducción del 13,1 %. Esto significa que se desplaza un mayor volumen de materiales con distancias menores, lo que significa una optimización en la operación de acomodo de producto terminado.

Otro flujo de materiales que mejorará en el sistema, es el que se realiza en el momento de alimentar las líneas de producción con envase retornable. Actualmente, existe un traslado vacío de los montacargas, el operador, luego de almacenar una tarima de producto, retorna a la línea de producción sin ninguna carga. Debido a que la distancia entre el sector de almacenaje y la línea no le permite estar a tiempo para recibir el nuevo pallet producido.

Para optimizar el proceso descrito se prevé almacenar, estratégicamente, un sector de envase retornable frente a las líneas de producción. El funcionamiento con el nuevo sistema (ver figura 46) consiste en que el operador recibe una tarima de producto terminado de la línea y lo almacenará en el espacio indicado por el controlador de bodega. En su desplazamiento de retorno recogerá una tarima de envase retornable, del nuevo sector de envase para alimentar la línea de producción.

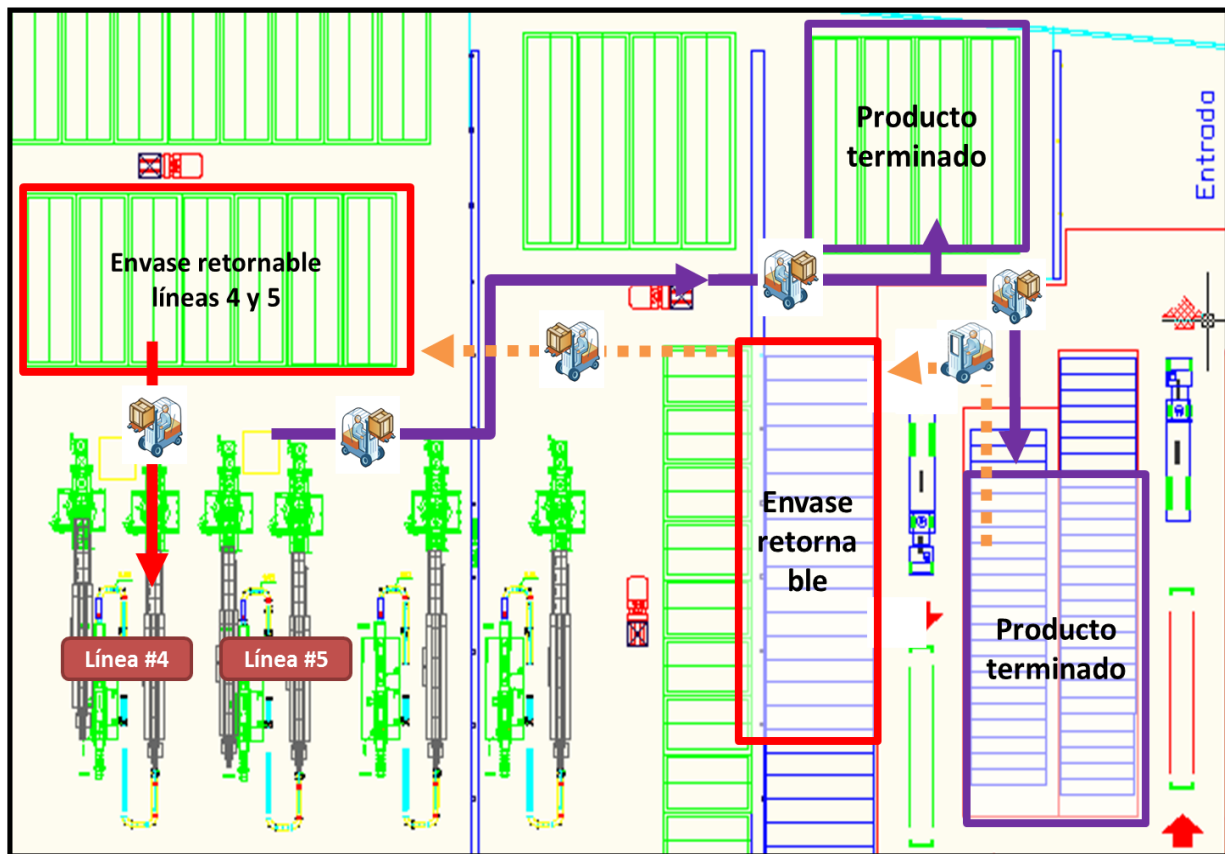
Con el diseño propuesto de actividades de acomodo se reduce la distancia que recorren los operadores de montacargas para alimentar las líneas de producción, lo cual ocurre, actualmente, al terminarse el *buffer* de una hora.

Actualmente, la distancia recorrida desde el almacén de envase es de 164m. La distancia de traslado vacío es de 89 m, con la nueva distribución el traslado vacío se reduce en 64 m. Como se observa en la figura 45, el operario luego de acomodar una tarima de producto terminado, toma una tarima de envase vacío y recorrerá los 64m con dicha tarima. Las distancias se calcularon mediante planos en CAD, facilitados por la Administración del Centro de Distribución. Para fines prácticos, las distancias fueron tomadas entre los centros de cada área.

Al mantener el inventario cercano se reduce no sólo la distancia recorrida por los montacargas, sino que reduce la cantidad de traslado vacío, lo cual hace más eficiente la operación. La reducción es del 71, 9 % para los traslados de 6 operadores de montacargas quienes operan en 2 líneas de producción.

- Reducción en traslado = 64 m traslado con carga (propuesto) / 89m traslado sin carga (situación actual) = 71,9 %

Figura 46. **Funcionamiento operativo de montacargas en líneas de producción**



Fuente: elaboración propia, programa AutoCAD 2007.

3.1.6.1. Operaciones para el acomodo de producto

Se han definido las áreas, según la rotación del inventario, en el capítulo 3 ubicación de producto terminado, por lo que ahora se definirá la metodología para asignar cada SKU a un área o zona de rotación. Se debe tener presente que la demanda de los productos es muy cambiante por lo que un SKU asignado a una zona de rotación alta en un momento determinado podría caer a una zona de rotación baja.

El primer paso, es el análisis de plan de abastecimiento por parte del coordinador operativo, el plan de abastecimiento es realizado por el Departamento de Planificación de la compañía con base en las necesidades de cada agencia del país y extranjera.

En dicho análisis se separan los despachos nacionales de los internacionales. Luego, con el plan de despachos nacionales, se agrupa la cantidad de dichos despachos, según SKU.

Se obtiene un total de cajas a despachar por cada SKU de producto terminado, para la semana. Luego, se clasifica de mayor a menor, según dicha cantidad mostrando su porcentaje. Un ejemplo se muestra en la tabla XVIII.

Tabla XVIII. **Clasificación de despachos, según SKU y porcentaje**

Descripción SKU	Porcentaje
Sabor Cola (3 Lts)	39 %
Sabor Cola (½ Lt vidrio)	14 %
Bebida Energética Lata	8 %
Sabor Naranja (20 oz pet)	5 %
Sabor Cola (20 oz pet)	5 %
Cerveza lata	3 %
Sabor Piña (12 onz pet)	3 %
Sabor Fresa (12 onz pet)	3 %
Sabor Uva (12 onz pet)	2 %
Sabor Cola (12 onz pet)	2 %
Sabor Limón (3 Lts)	2 %
Agua (20 oz)	2 %
Sabor Cola (2 Lts)	1 %
Bebida Energética Lata	1 %
Agua 750ml	1 %
Sabor Limón (20 oz pet)	1 %

Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

Los SKU con mayor porcentaje de despachos se asignan a la zona de alta rotación. En esta zona se asignarán los SKU que comprendan del 40 % al 50 % del total de despachos. El siguiente 30 % o 40 % se asignará a las zonas de media rotación para dejar el 20 % final para la zona de baja rotación.

Diariamente, se debe monitorear la utilización de espacio en cada zona, especialmente, en la zona de alta rotación, para asegurar que esta zona siempre tenga almacenado producto terminado. Los espacios que se quedarán sin producto deben ser asignados, según prioridad.

Cada semana, cuando la Dirección del Centro de Distribución consolida los pedidos de todas las agencias distribuidoras del país, se obtiene un plan de abastecimiento con diferentes cantidades y tipos distintos de SKU. La estrategia operativa propuesta debe mantener la flexibilidad ante el constante cambio de la demanda.

El hecho de que se requiera una asignación dinámica, requiere que dicha actividad sea, continuamente, controlada y que exista una comunicación constante entre operadores y controladores de bodega. El motivo es para que los coordinadores operativos asignen los lugares más cercanos y accesibles a las áreas de despacho, eliminando la discrecionalidad del operario.

Un factor importante a tomar en cuenta, es que al existir un cambio drástico en la distribución originaria crea confusión en los operarios quienes ya poseen una forma de operar establecida. Esta confusión ocasiona que al operario le tome mayor tiempo y esfuerzo ubicar el producto, complicando las actividades. Al ocurrir esta situación el rendimiento operativo se vería entorpecido en lugar de agilizarlo como se pretende, complicando las actividades.

Para que el sistema y las herramientas propuestas funcionen debe existir previo análisis de la distribución y flujo de materiales en el Centro de Distribución. Este análisis será realizado, diariamente, por el coordinador operativo en turno.

Con el dinamismo que trabaja el Centro de Distribución, este análisis se hace dificultoso, por lo que se propone un método el cual se aplica en un computador personal unido a un software. El software puede ser realizado por el personal de sistemas de información de la compañía, únicamente, se realizará la propuesta del sentido y funcionalidad del software para un adecuado análisis y comunicación de las propuestas.

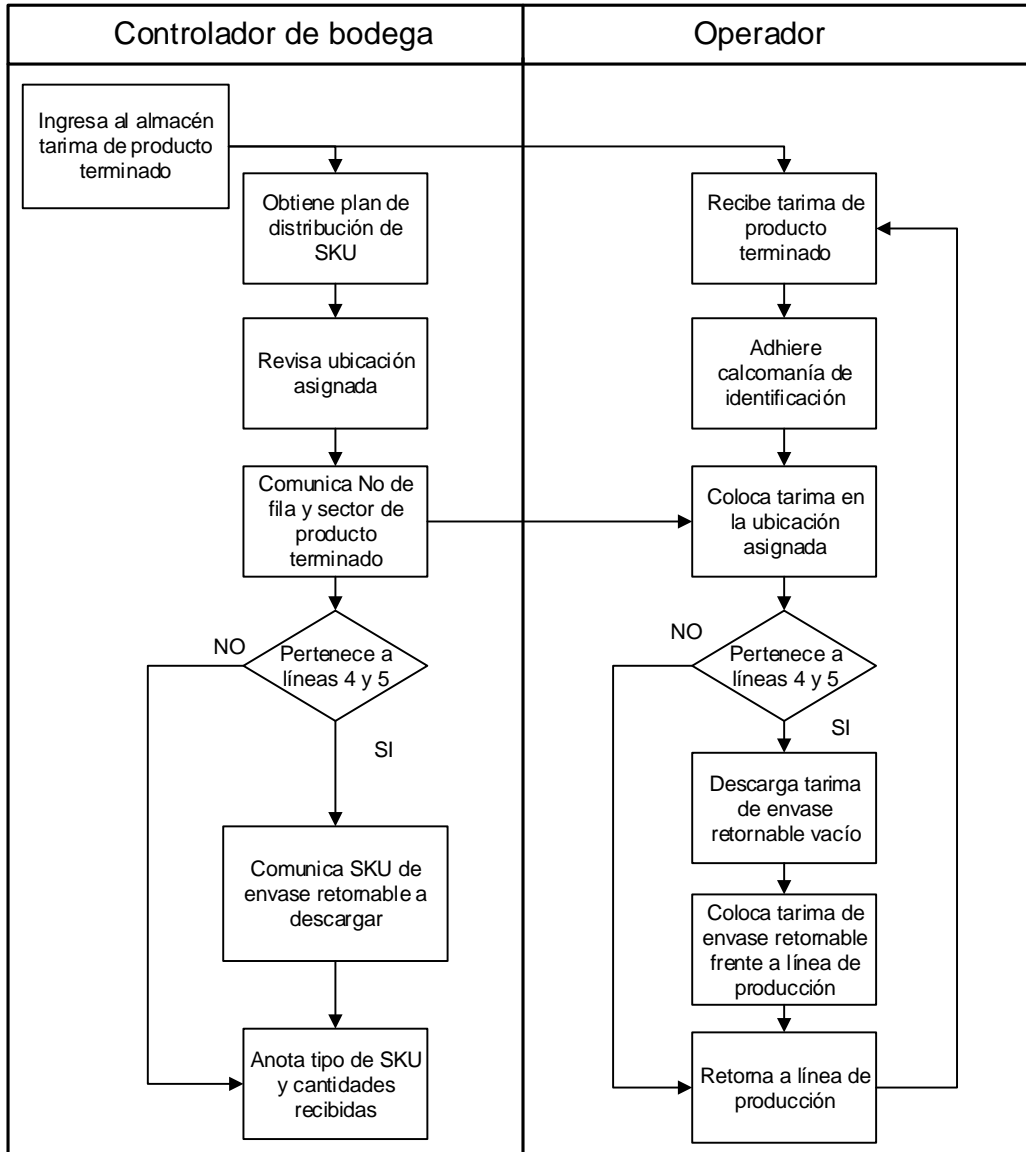
El software propuesto es un programa sencillo de control de almacenes, el cual puede ser creado por un ingeniero de la compañía, en el que el usuario podrá visualizar el *layout* del Centro de Distribución con las ubicaciones disponibles y sitios ocupados mostrando información del SKU almacenado.

Al tener una visualización actual de la distribución del almacén, el coordinador operativo puede asignar los espacios apropiados al producto terminado según los criterios definidos en el perfil por actividad del artículo. Aplicando día a día el principio de Pareto y los perfiles de actividad del artículo en la distribución del almacén se mantendrán óptimas las actividades del Centro de Distribución.

Luego de aplicar las herramientas propuestas para la optimización del acomodo como resultado se muestra el flujograma de procesos (ver figura 48 y 49). Para el acomodo de producto terminado, en la propuesta, el controlador de bodega indicará al operario si el *buffer* de envase retornable requiere ser abastecido. Si este es el caso, el operario acomodará el producto terminado y en su retorno recogerá una tarima de envase retornable.

El controlador de bodega será quien conozca el plan de abastecimiento semanal y tenga el control de la ubicación de los materiales.

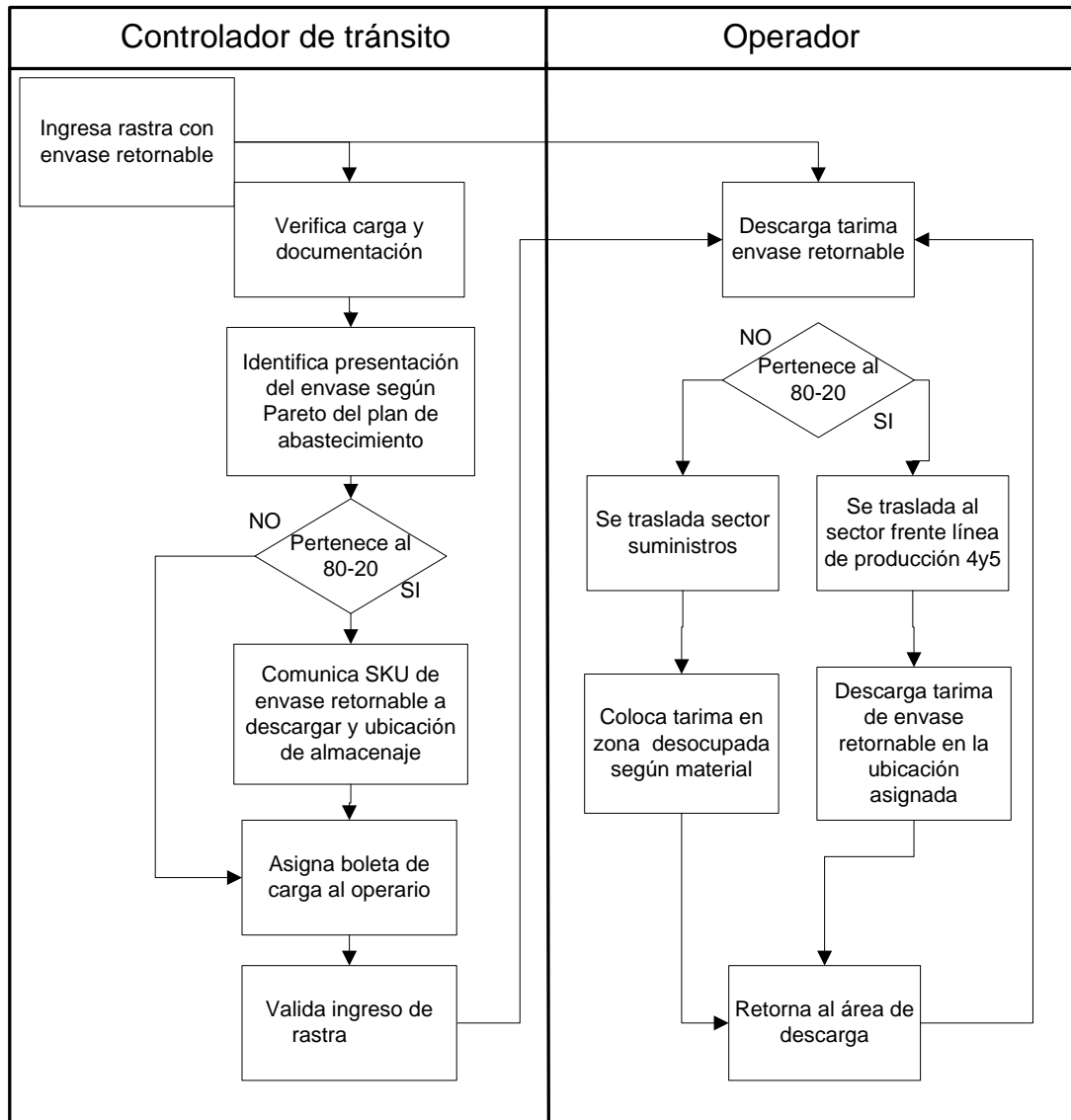
Figura 47. **Proceso propuesto de acomodo de producto terminado**



Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Visio 2007.

Para el caso de acomodo de suministros (ver figura 48) el controlador de tránsito identificará si el envase retornable que ingresa se encuentra dentro de la planificación de producción. Si este es el caso indicará al operador la ubicación de almacenaje, cercana a las líneas de producción.

Figura 48. **Proceso propuesto de acomodo de suministros**

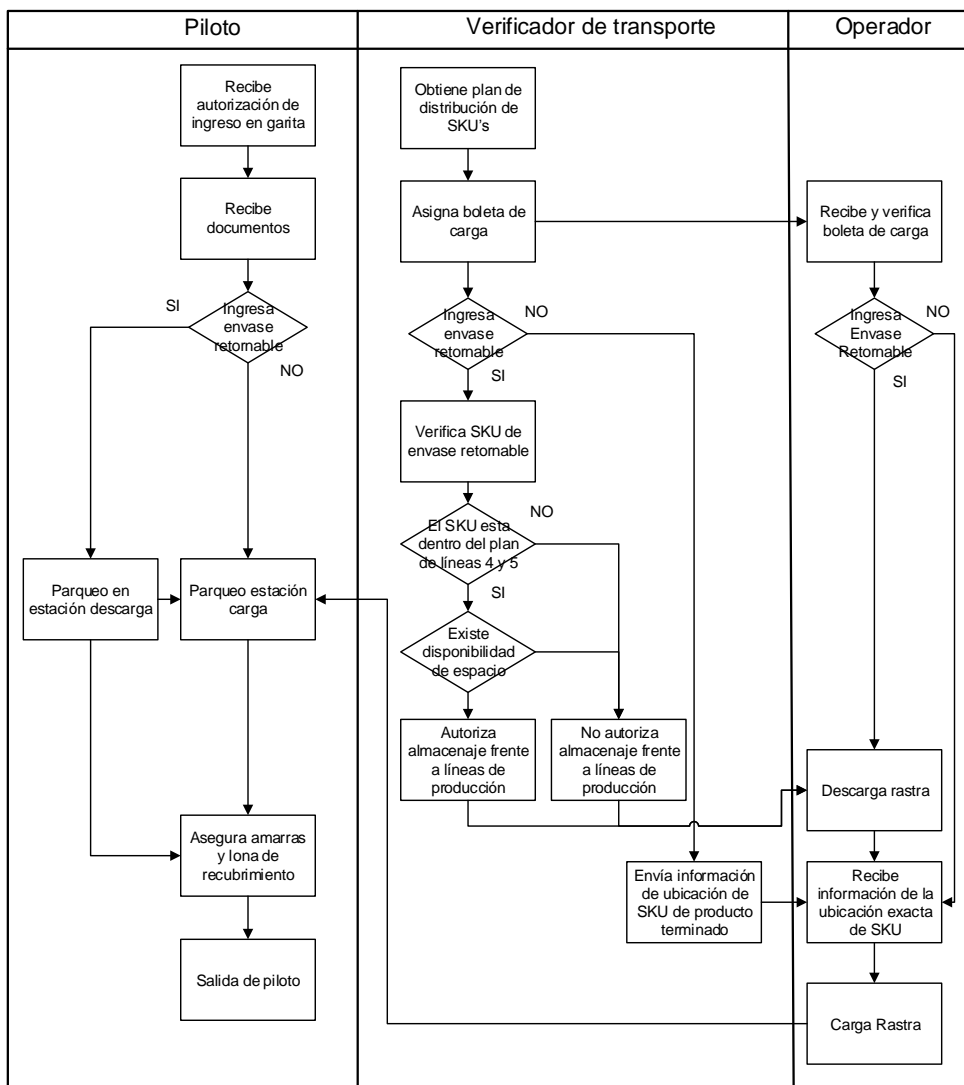


Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Visio 2007.

3.1.7. Despacho de producto terminado

Debido a los cambios propuestos se hace necesario definir las actividades para el despacho de rastras. Se muestra el diagrama de proceso, el cual es vital para entender de una forma sintetizada el proceder del personal.

Figura 49. Proceso de despacho de materiales

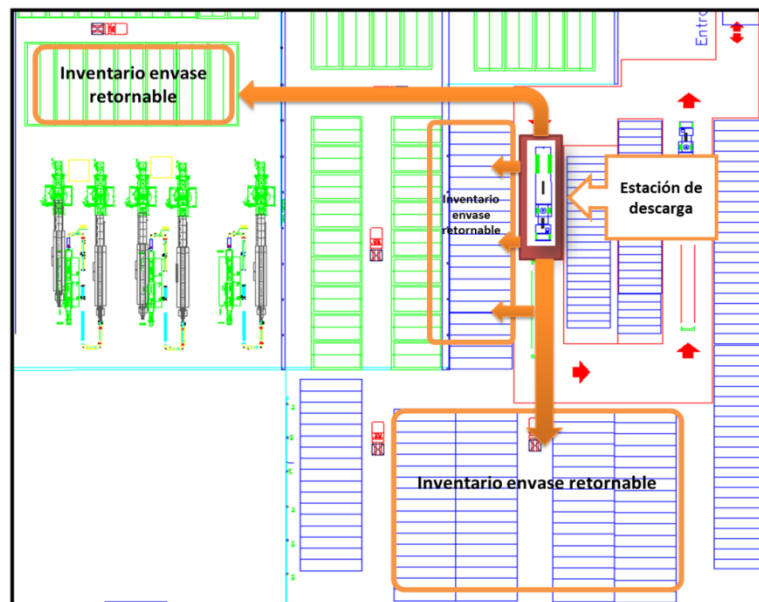


Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Visio 2007.

Un cambio en la distribución del inventario también conlleva a cambios en la manera en que los operadores se movilizan dentro del Centro de Distribución. Analizar los movimientos que realizan los operadores es prioritario en el sistema logístico debido a que las actividades que mueven al Centro de Distribución son realizadas en montacargas. Todo el traslado de materiales para su almacenaje o para cargar los distintos vehículos para su despacho, es realizado por el operario.

Al diseñar, integralmente, la distribución del inventario con las estaciones de carga y descarga es posible controlar, por lo tanto, optimizar las rutas que realizan los operarios. Al colocar la estación de descarga lo más cerca posible del área de envase retornable se minimizan los recorridos de cada operador, como se muestra en la figura 50.

Figura 50. **Rutas para la descarga de materiales**

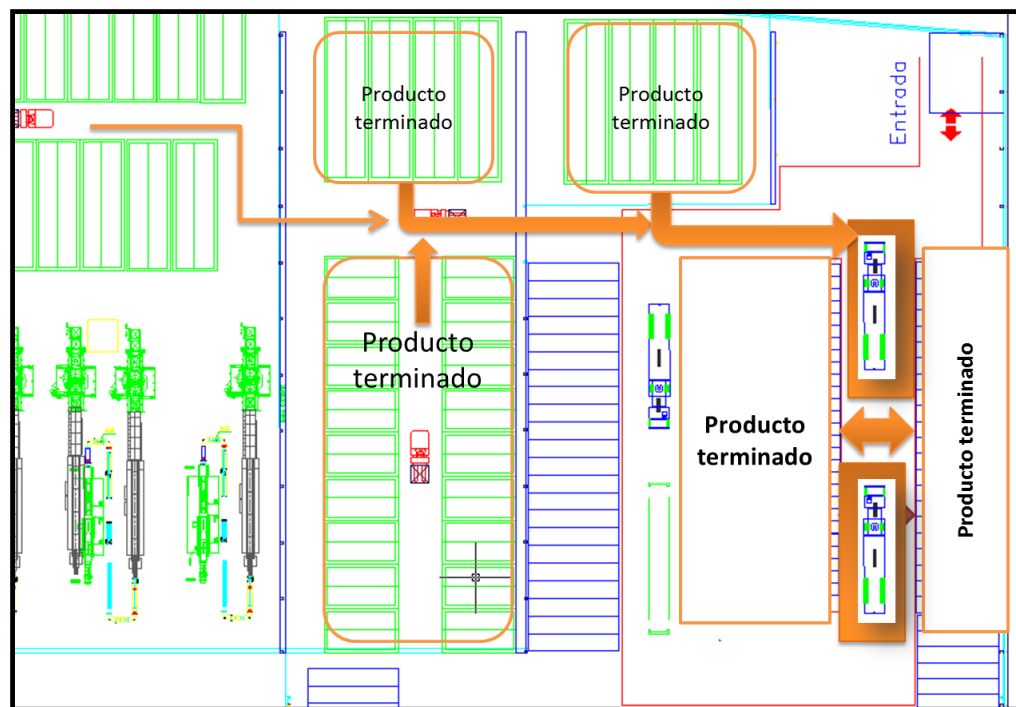


Fuente: elaboración propia, programa AutoCAD 2007.

Las rutas de carga de producto terminado se ven afectadas positivamente, por el circuito interno, ya que tendrán la mayor cantidad de producto terminado requerido a los costados de sus áreas de trabajo.

Las posibles rutas que realizarán los operadores de montacargas para cargar las rastras de producto terminado se muestran en la figura 51.

Figura 51. **Rutas para carga de materiales**



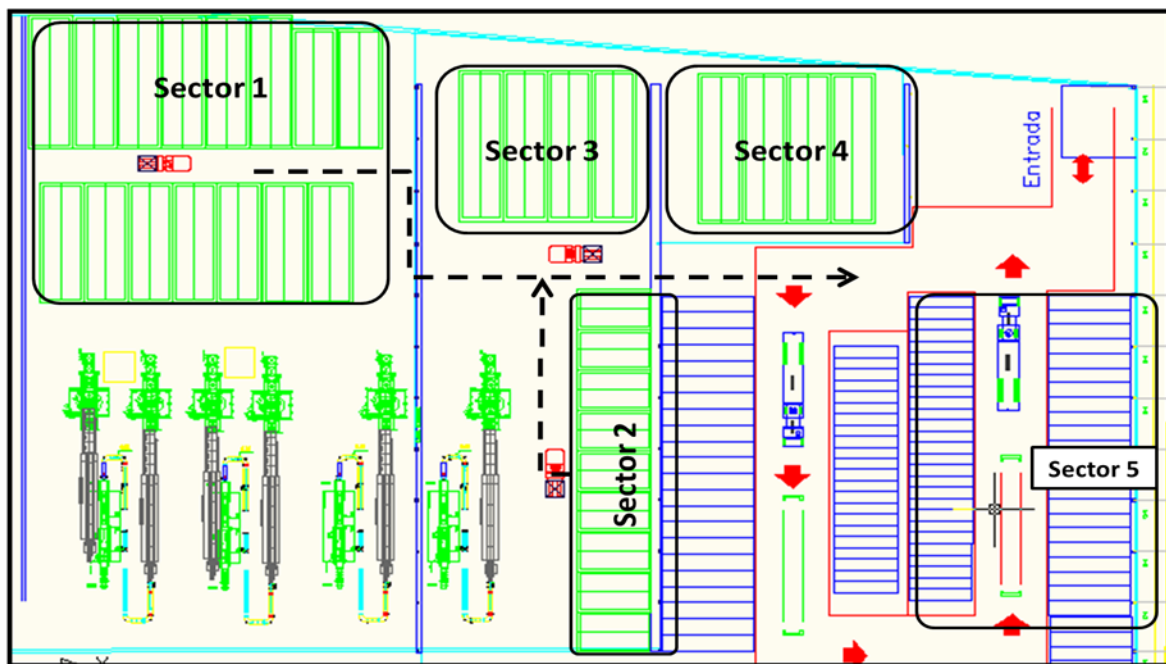
Fuente: elaboración propia, programa AutoCAD 2007.

Al igual que se realizó el análisis en la operación de acomodo, se realiza para el despacho de producto terminado. El objetivo será determinar si al aplicar la nueva distribución de producto terminado se reducen las distancias recorridas por los operarios de montacargas.

Para fines prácticos se agrupan las áreas de almacenaje en los sectores 1, 2, 3, 4 y 5. La agrupación se realiza por cercanía, como se muestra en la figura 53. El área de despacho es una sola y coincide con el sector de almacenaje 5.

Al igual que en los análisis anteriores y por fines prácticos, se toma el supuesto de que todos los flujos comienzan y terminan en los centros de cada sector. También se supone que los recorridos entre puntos de origen y destino serán a lo largo de los pasillos ya definidos, según las flechas punteadas en la figura 52.

Figura 52. **Distribución propuesta del almacén por sectores**



Fuente: elaboración propia, programa AutoCAD 2007.

El primer paso es determinar los volúmenes manejados en cada recorrido. Los volúmenes son determinados por la capacidad en tarimas que cada sector puede almacenar, mientras los recorridos son los que se realizan de cada sector al área de Despacho. El peso o importancia de cada recorrido para el despacho del producto terminado se muestra en porcentaje en la tabla XIX.

Tabla XIX. **Cuadro de distribución del despacho por volumen propuesto**

Distribución del despacho		
Sector	Almacenaje (tarimas)	Porcentaje volumen
1	1 325	17,66 %
2	1 480	19,73 %
3	1 423	18,97 %
4	1 925	25,66 %
5	1 350	17,99 %
	7 503	100,00 %

Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

En un segundo paso, se determinan las distancias en metros para cada recorrido. Estas se calcularon mediante planos en CAD realizados para la nueva distribución del Centro de Distribución. Como ya se ha mencionado, por fines prácticos, las distancias se tomaron entre centros de cada sector.

Es importante recalcar que no todos los recorridos generan el mismo impacto en la operación. Los sectores con mayor capacidad de almacenaje es a quienes generan mayor movimiento de materiales. Esta es la razón por la que se relaciona la capacidad de almacenaje de cada sector con la distancia de cada uno de ellos al área de Despacho.

Si el área con mayor almacenaje está más cercana al área de Despacho, será más productivo que si estuviera más alejada.

Al igual que en la operación de acomodo, cada porcentaje es multiplicado por las distancias, en metros, de cada recorrido. El resultado es el promedio de volumen – distancia para cada recorrido. La suma total del volumen – distancia para cada recorrido es de 16,8 tarimas-metros, ver tabla XX.

Tabla XX. **Cuadro de recorridos para el despacho**

Distribución del despacho			
Sector	Porcentaje volumen	Distancias (m)	Volumen - distancia
1	17,66 %	162,0	28,6
2	19,73 %	115,0	22,7
3	18,97 %	102,0	19,3
4	25,66 %	62,0	15,9
5	17,99 %	15,0	2,7
	100,00 %	91,2	17,8

Fuente: elaboración propia programa, Microsoft Excel 2007.

Tabla XXI. **Resumen diferencias entre distribución actual y propuesta**

Cuadro comparativo de distribuciones		
Distribución	Actual	Propuesta
Total tarimas	5 833	7 503
Total distancias (m)	86,1	91,2
Volumen–distancia	21,3	17,8
Reducción	16,4 %	

Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

El resumen de diferencias para la operación de despacho entre la distribución actual y la propuesta se muestra en la tabla XIV.

- Reducción Volumen-distancia = $1 - (17,8/21,3) = 16,4 \%$

Al comparar la situación actual *versus* la propuesta se obtiene una reducción del 16,4 % tarimas-metros. Esto significa que se desplaza mayor volumen con menores distancias.

3.1.7.1. Prerrecepción de materiales y despacho

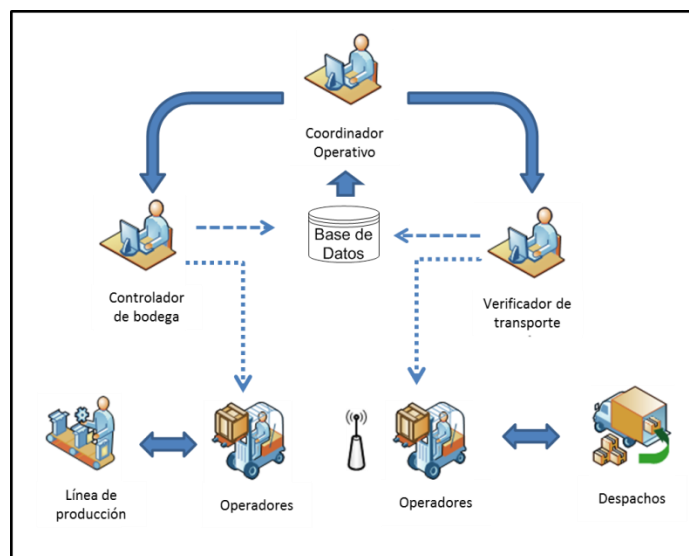
Al existir una nueva distribución, más compleja que la actual, se hace necesario una mejor comunicación entre todo el personal operativo, coordinadores operativos, controladores de bodega, verificadores y operadores de montacargas. Los coordinadores tendrán a su disposición los perfiles de actividades y el software de asignación de ubicaciones de almacenaje para programar las ubicaciones del producto terminado.

La información de la asignación se traslada a través del mismo software a los controladores de bodega, quienes están en contacto directo con los operadores de las líneas de producción e indican las ubicaciones adecuadas.

Los verificadores del transporte que egresan del Centro de Distribución serán los encargados de comunicar a los operadores de descarga y despacho los SKU que deben despachar. En la figura 53 se muestra el flujo de información a realizarse con el sistema.

Las instrucciones enviadas hacia los operadores se realizarán a través de comunicación por radio. Los operadores estarán equipados con *handsfree* y escucharán las ubicaciones asignadas, según el tipo de SKU que requieran, manteniendo la vista y las manos libres, trasladándose, al mismo tiempo, para realizar sus actividades. Con este nuevo sistema de comunicación el operador ya no perderá tiempo en buscar el SKU adecuado dentro del almacén agilizando las actividades de despacho.

Figura 53. **Flujo de información para la asignación de ubicaciones**



Fuente: elaboración propia, Microsoft Visio 2007.

Al emplear la metodología de prerrecepción de los materiales y su posterior acomodo asistido, se elimina el desperdicio identificado en el momento en que los operadores del área de Despacho reciben su boleta de carga.

3.1.8. Capacidad de servicio

La capacidad propuesta de mantener y atender dentro del Centro de Distribución es de cuatro vehículos, máxima a la vez. La propuesta de este sistema no permite la demora de cualquier vehículo, ningún vehículo podrá estacionarse y permanecer más allá del tiempo establecido, al permitirse una demora fuera de este tiempo de cualquier vehículo obstaculizaría al resto. Esta situación debe tomarse como una ventaja estratégica de despacho, ya que los operadores de montacargas y el personal operativo involucrado se verán obligados a mantener la más alta eficiencia en sus actividades.

Cualquier desempeño deficiente por parte de los operadores será percibido, claramente, al estancarse el flujo de transporte, por lo que tendrán que tomar mayor responsabilidad en sus actividades. Esta medida dará como resultado menores demoras en el despacho, al contrario de lo que ocurre en el sistema actual. En el sistema actual el personal no tiene una alta responsabilidad para mantener una eficiencia en la descarga-carga porque las rastras pueden quedarse parqueadas por tiempo indefinido sin estropear el sistema.

Para lograr una mayor responsabilidad del operador se propone implementar la medición, metas, registro y reconocimiento sobre el tiempo en que se cargan y descargan las rastras. Actualmente, no se le da importancia y no se miden, específicamente, las actividades del operario.

Para la medición, el coordinador operativo realizará la toma de tiempos de carga y descarga una vez al mes. Según los resultados establecerá las metas de servicio del siguiente mes.

El tiempo de servicio se establece como el tiempo que permanece la rastra dentro del Centro de Distribución. El formato utilizado para la toma de tiempos se muestra en el anexo IV.

Las metas se establecerán como porcentaje de efectividad de servicio. La unidad de medida será el minuto. La meta será comunicada 5 días antes que inicie el mes. Es muy importante que, diariamente, se publiquen los resultados. Según el resultado, se calificará la efectividad de servicio como buena, regular o mala (ver figura 54).

Figura 54. **Calificación de tipo de servicio**

Calificación de tiempo de servicio	
Calificación	Resultado
Buena	Mayor de 99 %
Regular	Entre 90 % y 98,9 %
Mala	Menor de 90 %

Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

El verificador de transporte realizará el registro diario y por rastra del tiempo de servicio, registrará la hora de entrada y la hora de salida de cada rastra. El coordinador operativo analizará los datos y calificará, según la meta establecida el desempeño en el tiempo de servicio del Centro de Distribución. El resultado obtenido del día anterior así como el acumulado del mes se publicará en un tablero en la entrada de los operarios al Centro de Distribución (ver figura 55).

Como parte de la motivación el coordinador administrativo y los coordinadores operativos deberán reconocer, públicamente, a los operadores de montacargas, si la calificación al final del mes se cataloga como buena.

Adicionalmente, se propone premiar con vales de producto terminado cuando se alcancen 3 meses consecutivos con una calificación buena.

Figura 55. **Tablero de calificación de servicio, diario**

Fecha	02/07/2011	Versión	1	
Turno	Nocturno			
Validado por:	Coordinador operativo			
Efectividad de Servicio Centro de Distribución				
Turno	Tiempo Servicio		Efectividad Servicio	Calificación
	Meta (min)	Real (min)		
Nocturno	26,0	27,3	95,2 %	Regular
Nocturno	26,0	28,0	92,9 %	Regular
Nocturno	26,0	25,3	102,8 %	Buena
Nocturno	26,0	24,0	108,3 %	Buena
Nocturno	26,0	31,0	83,9 %	Mala
Nocturno	26,0	26,2	99,2 %	Buena
Nocturno	26,0	29,5	88,1 %	Mala
Nocturno	26,0	23,0	113,0 %	Buena
Nocturno	26,0	32,5	80,0 %	Mala
Nocturno	26,0	30,0	86,7 %	Mala
Nocturno	26,0	25,6	101,6 %	Buena
Nocturno	26,0	26,7	97,4 %	Buena
Efectividad del día	312,0	329,1	94,8 %	Regular
Efectividad acumulada	4 785,0	4 813,0	99,4 %	Buena

Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

Actualmente, existen 6 operarios de montacargas distribuidos en 2 equipos por turno. Con la nueva distribución de inventario los 6 operarios se distribuirán en 3 equipos. Con esta medida la productividad de cada operario aumentará en un 27 %, ver figura 57.

Figura 56. **Comparativo capacidad de servicio y productividades de operarios**

Comparativo de capacidad servicio		
Operación	ACTUAL	PROPUESTA
	Tiempo cronometrado (min)	
Ingreso (verificación)	1,4	1,4
Parqueo	3,7	2,4
Descarga	7,7	11,5
Carga producto	12,4	15,3
Colocar lonas y amarras	3,2	3,2
verificación salida	1,5	1,5
Total servicio	29,8	35,2
Equipos montacargas	2,0	3,0
Rastras/hora	4,0	5,1
Rastras/hora-hombre	0,7	0,9
Aumento productividad		27 %

Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

Se obtiene una reducción de tiempo cronometrado en la operación de parqueo de la rastra, al reducirse la maniobrabilidad al ingreso del Centro de Distribución. Los tiempos de descarga y carga en la propuesta son mayores debido a que cada estación cuenta con menor cantidad de operarios, respecto del sistema actual. Sin embargo, debido a que se cuenta con una estación más, la productividad aumenta de 4 a 5,1 rastras por hora.

3.1.9. Propuesta de nuevos indicadores de desempeño de actividades del almacén

Los indicadores son puntos de referencia que brindan información cuantitativa o cualitativa, conformada por uno o varios datos, constituidos por hechos, medidas, datos o percepciones los cuales permiten seguir el desenvolvimiento de un proceso y su evaluación.

3.1.9.1. Desempeño de la productividad

La medida de desempeño más popular en un almacén es la productividad. Una definición de productividad es la razón entre la producción alcanzada y los insumos requeridos para llegar a ella. Esta definición es muy acertada, sin embargo, para las actividades operativas del Centro de Distribución es necesario manejar un indicador más específico.

El indicador de productividad para el espacio de piso es la densidad de almacenamiento, el cual es igual a la razón entre la capacidad de almacenamiento de inventario y los metros cuadrados del almacén. A través de este indicador es posible visualizar las mejoras propuestas en la distribución del inventario. Utilizando este indicador la Dirección del Centro de Distribución puede encontrar y evaluar nuevas brechas para la mejor utilización del espacio.

Para la actividad de acomodo el indicador utilizado es el número de *pallets* por hora-hombre, al igual que para la actividad de despacho el indicador es el número de *pallets* despachados por hora-hombre.

3.1.9.2. Calidad del desempeño

La calidad no es un indicador que se mida, actualmente, en el Centro de Distribución. La calidad del desempeño es la exactitud en acomodo de los materiales y despacho de producto. Los indicadores son los siguientes.

- Exactitud del acomodo: porcentaje de artículos acomodados correctamente, los cuales se deben valorar contra las ubicaciones establecidas por el coordinador operativo.
- Exactitud de despacho: porcentaje de pedidos despachados sin errores. El principal filtro para evitar despachos equivocados es el verificador de transporte. Sin embargo, es necesario llevar un registro en cuanto a los errores cometidos por los operarios para evaluar su evolución en el desempeño de actividades.

Estos indicadores pueden generar brechas de mejora en cuanto a la eficiente comunicación e identificación de los materiales.

3.1.9.3. Desempeño del tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo del almacén se refiere a la velocidad en que fluyen los materiales dentro del sistema. Para la actividad de almacenamiento actualmente, ya se utiliza el indicador, días piso. Sin embargo, se hace posible establecer un indicador para despachos.

Actualmente, el estándar utilizado en cuanto a tiempo de despacho es de preparar tres rastras por hora. Sin embargo, al modificar el sistema en distribución de inventario y estaciones de carga es necesario establecer un indicador específico para esta área el cual se pueda supervisar, constantemente y especialmente, en horas pico.

3.1.9.4. Desempeño de utilización del almacén

Para que el almacenaje sea eficiente es necesario mantener una alta utilización de los espacios en piso del almacén. De nada servirá invertir recursos en aumentar la capacidad de almacenaje si estos espacios no están siendo ocupados con materiales que agregarán valor a los procesos de producción y venta del producto.

El indicador propuesto muestra el porcentaje de ubicaciones de almacenamiento disponible que están siendo ocupados, para el almacenamiento de producto terminado. El mantener un desempeño bajo en este indicador mostrará que el espacio no se está utilizando adecuadamente.

Es importante utilizar un indicador para cada zona de rotación del almacén. La zona de alta rotación siempre debe tener un desempeño más alto que las otras áreas, ya que en esta área se concentran las actividades del Centro de Distribución. El mantener el indicador arriba del 95 %, en el área de alta rotación, asegurará una alta productividad en las actividades de acomodo y despacho. Este indicador mostrará rápidamente, a la Dirección, si el sistema en general, está siendo eficiente y si se deberán tomar acciones correctivas.

3.2. Propuesta para el análisis y mantenimiento de la flotilla de montacargas de contrapeso de gasolina – gas propano

La principal herramienta para llevar a cabo las funciones dentro del Centro de Distribución es el montacargas de contrapeso. Debido a esta importancia es necesario mantener en óptimas condiciones el funcionamiento de los montacargas.

3.2.1. Diseño del programa de mantenimiento preventivo

El Centro de Distribución ha tercerizado a una empresa para que preste el servicio de mantenimiento de su flotilla de veintiocho montacargas. Al visitar las instalaciones de dicha empresa se han encontrado algunos problemas en cuanto al mantenimiento; como la falta de un plan preventivo adecuado, falta de involucramiento de los operarios al cuidado de los montacargas, instalaciones y procedimientos inadecuados para el manejo de sustancias peligrosas, así como controles de repuestos y utilización de combustible.

El estructurar un Plan de Mantenimiento Preventivo eficiente, mejorará la disponibilidad de la flotilla de montacargas para el Centro de Distribución y reducirá los costos asociados a fallas en los montacargas para la empresa subcontratada.

3.2.2. Clasificación y codificación de montacargas

Es importante clasificar, según características comunes y semejantes, el total de vehículos y se debe utilizar una codificación que permita identificar claramente cada uno de los montacargas. (Ver tabla XXII)

La primera característica con que se clasificará es la marca del vehículo, ya que se manejan de la marca Yale y TCM. El segundo término será según la familia del motor, para los cuales existen los de familia FE y H20.

Tabla XXII. **Propuesta de codificación de montacargas**

Unidad # 1	Código conocido: 42
Marca : Yale	
Motor: FE 227301	Código propuesto: Y FE 01
Serie: GP20RHA871R04334Y	
Modelo: 2001	

Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

Esta codificación por marca y familia de motor permitirá tener una concepción rápida para el personal de mantenimiento del tipo de montacargas que este en consideración. Así como del tipo de repuestos que se deben utilizar.

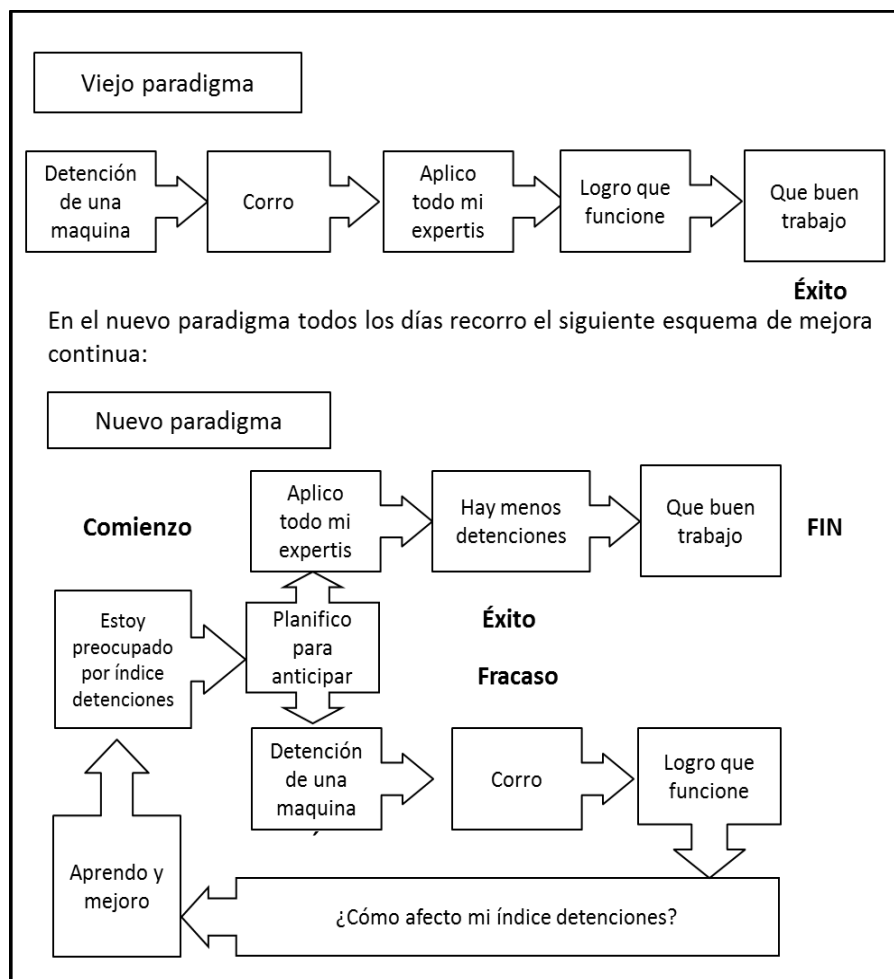
3.2.3. Indicadores de funcionamiento

Actualmente, no se mide el desempeño del mantenimiento que se realiza a los montacargas. El implementar indicadores permite evaluar la eficiencia y el impacto, positivo o negativo, de las acciones de mantenimiento que se toman. El implementar indicadores se hace con la idea de que no podemos mejorar lo que no podemos medir.

Los indicadores permiten establecer metas y evaluar, constantemente, su alcance. Utilizando indicadores es posible motivar al personal a mostrar una evolución en el momento de alcanzar los objetivos trazados.

Aplicar indicadores en la empresa subcontractada permitirá romper viejos paradigmas del personal y evolucionar a un nuevo pensamiento y forma de actuar. La figura 57 ejemplifica la diferencia entre utilizar indicadores y no utilizarlos.

Figura 57. **Diferencia entre el viejo y nuevo paradigma de mantenimiento**



Fuente: TAVARES, Lourival. Administración moderna del mantenimiento. p.158.

3.2.3.1. Horas en paro

Es importante medir el tiempo en que un vehículo no está disponible para su uso. Un incremento de este tiempo revelará que el mantenimiento toma demasiado tiempo o que las fallas en los vehículos son constantes.

La disponibilidad de equipo es el factor principal que evalúa el Centro de Distribución, por lo que utilizar esta métrica le dará a la empresa encargada del mantenimiento una medida real del su servicio al Centro de Distribución.

Este indicador se debe llevar por cada máquina a la cual se le realiza mantenimiento. Para el cual se debe realizar la sumatoria de horas utilizadas para mantenimiento y su no utilización por fallas.

La acumulación de datos para las horas en paros evidencia los siguientes puntos.

- El mantenimiento o reparación conlleva demasiado tiempo, el mecánico no posee todas las herramientas necesarias, falta de capacitación o los repuestos tardan mucho tiempo en llegar al taller.
- También puede permitir un análisis comparativo de equipos similares adquiridos con diferentes vendedores, lo cual puede mejorar la selección en la adquisición futura de nuevos equipos.
- Puede identificar los equipos que dan las mayores dificultades. Las dificultades de los equipos a menudo pueden solucionarse por medio de modificaciones en los equipos con problemas.

- Los datos pueden emplearse para adecuar de una mejor forma el inventario de repuestos para el equipo.

3.2.3.2. Horas de operación

Este indicador es importante, principalmente, para la Administración del Centro de Distribución, ya que se puede evaluar la calidad del servicio prestado por la empresa que presta los montacargas. En realidad al Centro de Distribución no le interesa qué tipos de actividades se le realizan a los montacargas, sino la disponibilidad que tengan de ellos y que no fallen en la operación. Este indicador se debe llevar por vehículo, el cual es la suma de horas continuas en operación.

3.2.3.3. Consumo de combustible

Controlar el consumo de combustible es de vital importancia para mantener bajos los costos de operación. El incremento del precio de los combustibles es un fenómeno que afecta, directamente, los costos y las operaciones del Centro de Distribución, su buena gestión permitirá ser una ventaja empresarial.

El indicador propuesto es llamado rendimiento de combustible y obtiene con la razón entre las horas totales de operación y el consumo en un tiempo determinado, generalmente, una semana, por equipo.

$$EC = \frac{\sum Hrs \text{ Operación}}{\sum Consumo}$$

El indicador se ejemplifica de la siguiente forma.

$$EC = (115 \text{ Horas}) / (132 \text{ Galones}) = 0,87 \text{ H/Gl.}$$

3.2.3.4. Frecuencia de fallo

Un indicador muy utilizado en la gestión de mantenimiento de clase mundial es el tiempo medio entre fallas. Esto es la relación entre el producto del número de vehículos por sus tiempos de operación y el número total de fallas en un periodo.

$$TMEF = \frac{NOIT * HROP}{\sum NTMC}$$

Ejemplificando:

$$TMEF = (19 \text{ Unidades} * 2,191 \text{ Horas}) / (9 \text{ Fallas}) = 4\,625,44 \text{ horas/falla.}$$

Tiempo medio para la falla es la relación entre el tiempo total de operación de la flotilla y el número total de fallas detectadas en un periodo determinado.

$$TMPF = \frac{\sum HROP}{NTMC}$$

Ejemplificando:

$$TMPF = (2.191 \text{ Horas}) / (9 \text{ Fallas}) = 243,44 \text{ horas/Falla.}$$

3.2.4. Intervalos de mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es toda actividad periódica, la cual permite conservar el óptimo funcionamiento de los distintos equipos de operación. Estas actividades deben ser bien conocidas por todo el personal y realizarse en el menor tiempo posible y costo.

Debido a su importancia se elaboró un Plan de Mantenimiento Preventivo de acuerdo a los principales sistemas mecánicos y la periodicidad en que deberán realizarse. Bien planeadas las actividades periódicas de mantenimiento, se puede identificar, efectivamente, quiénes, qué, cuándo, dónde y cómo deben ejecutarse operaciones repetitivas específicas. Las necesidades de mano de obra, materiales y piezas de recambio pueden identificarse y justificarse, detalladamente.

3.2.4.1. Clasificación en sistemas mecánicos

El conocer cada sistema del cual está compuesto el vehículo es importante para planificar, adecuadamente, las actividades de mantenimiento. Los sistemas principales son el sistema motriz, hidráulico, de frenos y motor de combustión.

3.2.5. Servicios menores

Para realizar los servicios menores, se tomaron en cuenta las actividades de inspecciones generales diarias, lubricación, cambio de aceite, cambio de filtros y otras. Para el mantenimiento preventivo se muestra lista cada actividad y su periodicidad para realizarla.

Es importante capacitar no sólo a los mecánicos de la empresa subcontratada para el servicio sino también, a los operarios, quienes son los usuarios de los montacargas, para que sepan utilizar, adecuadamente, su equipo de trabajo evitando fallas graves. Muchas de las averías en los vehículos son causa del mal uso de los usuarios. Esta situación puede mejorarse si cada operario conoce, al menos, el funcionamiento de su equipo y los servicios menores para el mantenimiento.

3.2.5.1. Inspecciones generales

Las inspecciones se deben realizar cada 10 horas de trabajo y consta de las siguientes actividades.

- Comprobar las cadenas de las horquillas
- Inspeccionar el mástil.
- Inspeccionar el varillaje de dirección
- Comprobar el giro del volante de la dirección
- Inspeccionar el cilindro de fuerza del varillaje de la dirección
- Revisar el nivel de líquido de frenos y del embrague
- Revisar el nivel de líquido del sistema hidráulico
- Revisar el nivel de aceite del motor
- Inspección del fluido de la batería
- Inspeccionar neumáticos y tuercas

Para realizar estas inspecciones se debe capacitar a cada operario para que las realicen antes de comenzar sus actividades diarias, ya que el personal de la empresa subcontratado no es el suficiente para llevar a cabo las actividades mencionadas. Como parte de un buen servicio prestado debe existir un mecánico asignado que acompañe en el día a día estas inspecciones, con el fin de reportar posibles fallas y asesorar a los operarios.

3.2.5.2. Lubricación

La lubricación es un aspecto clave para el buen funcionamiento del equipo al reducir el rozamiento, calor y desgaste en las piezas mecánicas. Las actividades de lubricación que el personal debe conocer, se presentan a continuación.

- Cadena de elevación
- Secciones corredizas de la horquilla
- Superficies corredizas de los rodillos del mástil
- El mecanismo de cambio de velocidades
- Freno de estacionamiento
- Enclavamiento del pedal del acelerador

3.2.5.3. Cambio de aceite

Los aceites son lubricantes líquidos y son el tipo de lubricante de uso más común, por sus características físicas. Por ser fluidos son excelentes para transportar y disipar el calor generado durante la operación de los equipos y recubren, uniformemente, las superficies brindando protección contra la corrosión y ayudan a remover partículas contaminantes en suspensión.

Para estos servicios se debe realizar lo siguiente.

- Cambio de aceite del motor. Utilizar SAE 30 API SD o superior
- Inspección de aceite de mecanismo de transmisión
- Inspección del aceite del engranaje diferencial
- Inspeccionar el convertidor de torsión
- Se debe revisar nivel de aceite hidráulico cada 600 horas

Para la inspección del aceite del engranaje diferencial se debe retirar el tapón del medidor de nivel y verificar el nivel del aceite. El nivel del aceite debe estar en el nivel del agujero del medidor de nivel. Si el aceite está sucio se debe cambiar. Según las recomendaciones del fabricante, es necesario sustituir el aceite por primera vez después de seis meses de uso y luego se debe sustituir cada 12 meses.

Al momento de inspeccionar el convertidor de torsión, transmisión con fuerza motriz, se debe rellenar el aceite si la cantidad es insuficiente o sustituirlo si está sucio. Al terminar la verificación se debe hacer funcionar el motor luego de haber pasado un minuto. El filtro de succión del convertidor de torsión deberá ser limpiado cada seis meses, no es necesario sustituir este filtro, mientras que el aceite se debe sustituir cada 6 meses.

3.2.5.4. Cambio de filtros

Los filtros son importantes para evitar que ingrese suciedad al motor y cualquier otro sistema. Si un filtro no funciona adecuadamente, ocasiona que exista abrasión y desgaste en los diferentes sistemas del montacargas.

Para un adecuado funcionamiento se deben realizar los siguientes cambios en los filtros.

- Cambio de filtro de aceite cada 600 horas de funcionamiento
- Cambio de filtro de combustible cada 600 horas
- Cambio de filtro de aire cada 600 horas
- Limpiar filtro de aspiración y retorno hidráulico cada 1 200 horas
- Cambiar filtro de aceite de transmisión cada 1 200 horas

3.2.5.5. Periodicidad

Todas las actividades de mantenimiento deben realizarse, periódicamente, para prevenir, oportunamente, futuras averías o fallas en los equipos. Se realizó un listado de las actividades para realizar los servicios menores, los cuales se presentan a continuación, para el conocimiento general del personal de mantenimiento.

- Servicio de mantenimiento de 10 horas de operación
 - Inspecciones generales

- Servicio de mantenimiento de 50 horas de operación
 - Engrasar cadena de elevación
 - Engrasar secciones corredizas de la horquilla
 - Engrasar superficies corredizas de los rodillos del mástil
 - Engrasar el mecanismo de cambio de velocidades
 - Engrasar freno de estacionamiento
 - Engrasar enclavamiento del pedal del acelerador

- Servicio de mantenimiento de 250 horas de operación
 - Cambio de bujías
 - Inspección del aceite del engranaje diferencial
 - Inspección aceite de mecanismo de transmisión
 - Inspeccionar el convertidor de torsión
 - Cambio de aceite del motor
 - Inspección filtro de aire
 - Inspección filtro de aceite
 - Inspección filtro de combustible

- Servicio de mantenimiento de 600 horas de operación
 - Cambio de filtro de aire
 - Cambio de filtro de aceite
 - Cambio de filtro de combustible
 - Revisar nivel de aceite hidráulico
 - Cambio de faja de alternador
 - Revisión de frenos (bujas, retenedores y cojinetes)

3.2.6. Servicios mayores

Este servicio consta de una serie de actividades, las cuales son más complejas y se programan cada 1 200 o 2 000 horas de operación.

3.2.6.1. Cambio de refrigerante

El sistema de refrigeración es vital para un montacargas, ya que se emplea en la carga de materiales. Esto genera una gran cantidad de calor el cual debe ser disipado de una forma rápida y eficaz.

El elemento encargado de disipar el calor recuperado al contacto con los cilindros y las cámaras de refrigeración es el radiador. El medio por el cual se recupera el calor es el líquido refrigerante. Es necesario cambiar el líquido refrigerante ya que puede mezclarse con partículas las cuales pueden corroer el motor, pues con el tiempo, sus cualidades y fluidez empiezan a alterarse. El cambio de líquido refrigerante se realizara cada 2 000 horas de operación.

3.2.6.2. Cambio de fajas y cadenas

La faja de tiempo es la encargada de sincronizar los cuatro tiempos de motor: admisión, compresión, explosión y escape, de cada pistón, a través de la apertura y bloqueo de las válvulas controladas por el árbol de levas. En el peor de los casos, es posible dañar el motor de llegar a romperse la faja de tiempo.

La faja de tiempo se debe revisar y ajustar si es necesario a las 1 200 horas o 6 meses de operación. Cada 2 000 horas o en un año de operación es necesario hacer el cambio en conjunto con el tensor.

3.2.6.3. Medición del motor

La medición del motor se refiere a medir la compresión del motor con el objetivo de conocer el estado general del motor. Esta actividad se debe realizar utilizando un manómetro, llevando a cabo los siguientes pasos.

- Poner el motor a temperatura normal de funcionamiento. Con el motor caliente y detenido se deben retirar los cables de alta tensión de las bujías.
- Luego se desenrosca una bujía y se coloca en el mismo lugar el manómetro, se debe cubrir, completamente, el orificio de la culata donde se inserta la bujía.
- Se enciende el motor de arranque, con el pedal a fondo, durante unos segundos. La misma serie de pasos se realiza para cada cilindro restante del motor. La presión tomada del manómetro debe ser igual en todos los cilindros

3.2.6.4. Revisión válvulas

Las válvulas controlan el flujo de vapor de combustible a la cámara de combustión y el flujo de los gases de escape que abandonan el motor. Las válvulas defectuosas o sucias pueden atascarse y generar grietas, las cuales ocasionan que el motor pierda potencia y eficiencia en el consumo de combustible.

Se deben examinar las válvulas, cuidadosamente, realizando las siguientes inspecciones.

- Revisar la cara de cada válvula para verificar cualquier irregularidad. Verificar si existen depósitos, si es el caso, deben removerse con un cepillo y solvente, remojando las piezas por varias horas.
- Verificar el vástago de la válvula, en caso de detectar desgaste, será necesario reemplazarlo.
- Medir el espesor de la cabeza de la válvula, se debe cambiar si mide menos de 1/64 de pulgada. Revisar los resortes de las válvulas, se deben cambiar si están doblados.
- Verificar la holgura de las válvulas. Si la holgura de válvulas es muy grande no ingresa suficiente aire y el combustible no es quemado completamente. Mientras si la holgura de válvulas es muy pequeña la cámara de combustión no cierra, correctamente, y, el combustible no se puede quemar, adecuadamente.

3.2.6.5. Ajuste de revoluciones

Un punto importante a tomar en cuenta es que se requiere que el motor esté en óptimas condiciones de funcionamiento para aprovechar el combustible al máximo. Revisar las compresiones del motor es sumamente importante, ya que el gas propano, utilizado como combustible, por sus propiedades físicas y químicas, en determinado momento es más susceptible a quemarse que la gasolina.

Si la lectura en las compresiones de un motor muestra bajas compresiones significará que no estará apto para trabajar con gas propano, en caso de utilizarlo, los daños causados serán mayores que los beneficios.

El mantenimiento debe garantizar un funcionamiento óptimo del sistema de ignición, ya que es muy importante que la chispa de la bujía cumpla al máximo su cometido para lo cual fue diseñado y, así, tener una buena combustión de gas propano en la cámara de combustión del motor.

3.2.6.6. Análisis de aceite

El análisis del aceite usado es una fuente importante para realizar un mantenimiento predictivo en los motores de los montacargas. Al realizar los análisis el laboratorio reporta en números las comparaciones con los promedios o estándares. Estos resultados son un perfecto indicador de la efectividad del mantenimiento preventivo, permite detectar las tendencias en el desgaste del motor de los montacargas y permite optimizar los periodos de cambio de aceite.

3.2.6.7. Periodicidad

Las actividades de servicio mayor se realizarán cada 1 200 y 2 000 horas de operación como se lista a continuación.

- Servicio de mantenimiento de 1 200 horas de operación
 - Limpiar filtro de aspiración hidráulica
 - Limpiar filtro de retorno hidráulico
 - Cambiar filtro de aceite de transmisión
 - Cambio líquido de frenos
 - Cambio de aceite del convertidor de torsión
 - Verificar tensión de faja de tiempo

- Servicio de mantenimiento de 2 000 horas de operación.
 - Cambio de aceite engranaje diferencial
 - Cambio de aceite de mecanismo de transmisión
 - Cambio líquido refrigerante
 - Cambio aceite para caja
 - Cambio de aceite hidráulico
 - Revisión de válvulas de admisión
 - Medición de compresiones.
 - Cambio de faja de tiempo y tensor

3.2.7. Repuestos e inventario

Para realizar un Plan de Mantenimiento Preventivo adecuado, sin pérdidas de tiempo y dinero por atrasos de falta de repuestos, es importante mantener un inventario que garantice que en el momento de cambiar una pieza o realizar una reparación se realice inmediatamente.

Se observó que la empresa de mantenimiento no cuenta con un lugar apropiado para almacenar sus repuestos. Es indispensable crear una pequeña bodega donde se almacenen ordenadamente, dichos repuestos. Se deben resguardar, en un lugar apropiado, los lubricantes, refrigerantes y aceites, a fin de mantener el orden y evitar cualquier riesgo.

Los repuestos deben estar bien identificados y separados, según cada modelo de montacargas. Es necesario crear un registro del momento en que se realiza la compra, ingresa el repuesto al taller, es utilizado y los costos utilizados.

3.2.8. Lubricación y refrigerantes a utilizar

El utilizar y realizar los cambios periódicos en los aceites lubricantes y refrigerantes contribuye a reducir el desgaste y aumentar la vida útil de la flota de montacargas.

3.2.8.1. Selección de lubricante

Para la selección de lubricante se debe prestar principal atención a dos características. Una característica del aceite es la viscosidad que es la resistencia a fluir. La viscosidad es identificada por la Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE) como Viscosidad SAE. La otra característica es la calidad o capacidad de protección que brinda el aceite al motor. Esta es determinada por el Instituto Americano del Petróleo (API) como Calidad API.

Para seleccionar el lubricante adecuado se muestra las recomendaciones del fabricante. (Ver figura 58).

Figura 58. **Lubricantes recomendados por el fabricante**

Tipo de lubricante		Especificaciones	Temperatura de trabajo
Motor	Combustible	Gasolina para automóviles Gas LPG-HD-5 Diésel	
Motor	Lubricante Gasolina/ Diésel	SAE 10W-30 SAE 30 API SD/SE/SF API CC/CD	De -20 a 30 °C De 5 a 40 °C
Aceite manual	de transmisión	SAE 90 SAE 140 API GL-4	Menos de 30 °C 30 °C o más
Fluido de freno		DOT 3	
Aceite de convertidor de torsión		Dexron II o equivalente	
Fluido hidráulico		Aceite de turbina	
Grasa		Grasa	
Grasa especial		Grasa de di-sulfuro de molibdeno	
Refrigerante de larga vida		Tipo etileno glicol -Sin boro	-24 °C o más (Con 40 % LLC)

Fuente: UNIVERSIDAD YALE, Manual de operaciones de montacargas Yale. p. 80.

3.2.8.2. Característica de lubricante

Es importante conocer las características y propiedades del lubricante a utilizar para el motor. En este caso se propone utilizar un aceite multigrado SAE 20W50 de categoría SL, SJ o SM (ver anexo IV). Según su ficha técnica, este lubricante está recomendado para motores a gasolina de cuatro tiempos y puede ser utilizado en vehículos con combustibles a gas natural comprimido (GNC) y gas licuado de petróleo (LPG).

Este lubricante proporciona una máxima limpieza del motor y de los sistemas de emisión de gases, manteniendo el motor libre de depósitos en operaciones severas, como a las que son sometidas diariamente los montacargas. También proporciona una rápida lubricación en el arranque, excelente protección al desgaste y bajo consumo de aceite.

3.2.8.3. Análisis programado de aceite

Como se mencionó, el análisis de aceite puede ser un indicador muy efectivo no sólo del funcionamiento del motor si no del programa de mantenimiento. El procedimiento para realizar el análisis programado de aceite es el siguiente:

- Selección de equipos a monitorear: se debe realizar un muestreo en la flotilla de montacargas y darles un seguimiento a cada muestra para obtener una evaluación correcta.
- Tiempo de respuesta del laboratorio: se debe tener conocimiento del servicio prestado por el laboratorio que llevará a cabo el análisis. Un tiempo de respuesta prudente puede ser de una semana.
- Manejo de los resultados: una buena práctica para detectar oportunidades de mejora en el mantenimiento preventivo, es mantener un orden y control en todos los resultados obtenidos.
- Manteniendo estadísticas confiables es posible detectar tendencias en cuanto al desgaste de los equipos y posibles acciones correctivas a tomar.

Los aspectos que detecta el análisis de aceite es la presencia de contaminantes en partes por millón (ppm), degradación del aceite, presencia de hollín en el motor y desgaste de piezas mecánicas.

3.2.8.4. Control de combustible

El combustible es un recurso clave para el funcionamiento de toda la flotilla de montacargas. Es clave para la gestión de la empresa ya que es un recurso costoso y de alto consumo para llevar a cabo las actividades dentro del Centro de Distribución. Para evitar costos por encima de lo necesario es importante un mantenimiento preventivo eficiente a los motores de los montacargas. En este apartado se muestran aspectos a aplicar en el mantenimiento preventivo para mantener en óptimas condiciones los motores de combustión y por consiguiente eficiencia en el uso del combustible.

3.2.8.4.1. Combustión

Los montacargas utilizados en el Centro de Distribución están diseñados para trabajar tanto con gasolina como con gas propano. El gas propano no altera los mecanismos del motor, ya que es un combustible hidrocarburado con casi los mismos compuestos que la gasolina. La diferencia principal entre ambos es que el gas propano se vaporiza con más facilidad, debido a que sus ingredientes tienen un punto de ebullición más bajo que los de la gasolina.

3.2.8.5. Características de combustibles

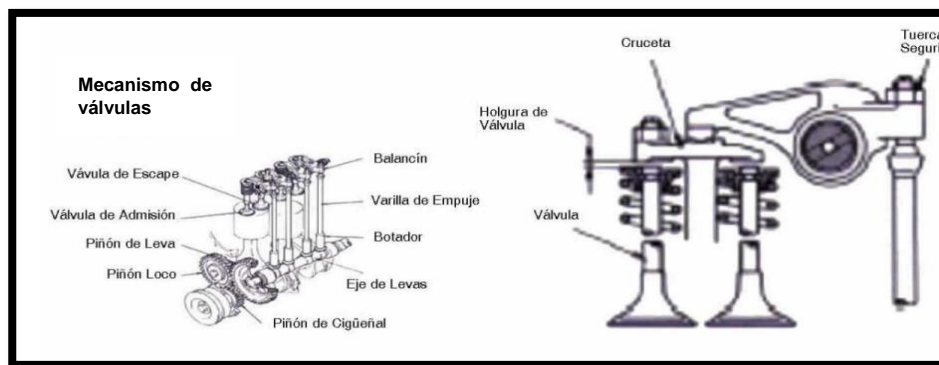
Debido a las características del combustible se deben implementar las recomendaciones de fabricantes de montacargas y otros vehículos de uso industrial. Se deben dar a conocer al personal de mantenimiento los siguientes puntos:

- Detener el motor, tanto como sea posible y no dejar el motor en mínimo durante tiempos de espera o pausas; estas deben ser una práctica implementada con los operadores. Es fácil detectar en el Centro de Distribución que muchos operarios mantienen sus vehículos encendidos, incluso, en la hora de receso.
- Revisar filtro de aire: si el filtro de aire está obstruido e ingresa un volumen menor de aire, el color de los gases de escape se vuelven más oscuros, la potencia del motor disminuye y el consumo de combustible aumenta aproximadamente 3 %.
- Verificar la sincronización de la inyección: una buena combustión del combustible no se lleva a cabo a menos que el combustible sea suministrado en el momento correcto, sincronizado con la velocidad de motor. Cuando baja la potencia del motor o los gases de escape se tornan más oscuros, acompañado por un mayor consumo de combustible, en el mantenimiento de 600 horas debe verificarse que la sincronización del tiempo de inyección es la correcta.

- Verificar la holgura de las válvulas: es importante verificar el funcionamiento de las válvulas ya que si en el momento de abrir y cerrar, la holgura es muy grande no ingresará suficiente aire y el combustible no será quemado completamente. El síntoma se presenta con gases de escape oscuro y baja potencia del motor.

Si la holgura es muy pequeña, la cámara de combustión no cierra, adecuadamente y el combustible no se quema apropiadamente la potencia del motor se reduce. En la figura 59 se muestran los componentes del mecanismo de válvulas.

Figura 59. **Componentes del mecanismo de válvulas**



Fuente: KOMATUS CORP. *Guía de ahorro de combustible*. p. 40.

- Reemplazar el elemento del filtro de combustible periódicamente ya que este protege al motor de daños al remover humedad, polvo y suciedad.
- Llenar el tanque de combustible al final del día en el caso de utilizar gasolina, el operario debe estar consciente de dejar el tanque lleno. Cuando una máquina está estacionada con el tanque de combustible casi vacío, el aire dentro del tanque se enfría y se condensa en gotas de agua, las cuales se mezclan con el combustible, reduciendo su rendimiento.

3.2.8.5.1. Gases de escape

Debido a que la combustión en el motor nunca es completa, se obtienen diversos gases y productos tales como:

3.2.8.5.2. CO₂

El dióxido de carbono (CO₂) es resultado del proceso de combustión, no es tóxico a bajos niveles. El motor funciona, correctamente, cuando el dióxido de carbono está en su nivel más alto, entre un valor porcentual del 12 % al 15 %.

3.2.8.5.3. Partículas en suspensión PM

Este compuesto representa las partículas de hidrocarburos que salen del motor sin quemar. Su unidad de medida es en partes por millón (ppm).

3.2.8.5.4. Óxidos de nitrógeno NO_x

Los óxidos de nitrógeno (NO_x) son perjudiciales para los seres vivos. Surgen de la combinación del oxígeno y el nitrógeno del aire y se forman a altas temperaturas y alta presión.

3.2.8.6. Equipo y accesorios de medición de motor

Debido a razones como optimización del combustible, funcionamiento de la flotilla de montacargas y mantenimiento de los mismos, es necesario mantener el motor en sus mejores condiciones de funcionamiento.

Estas condiciones son el punto en que el motor brinda la mayor cantidad de trabajo con la menor cantidad de velocidad, en otras palabras, la mayor economía. Por este motivo se propone realizar distintas pruebas que son necesarias para mantener en óptimas condiciones de funcionamiento los motores de los montacargas.

Será necesario, tomar una muestra de la flotilla de montacargas, tomando en cuenta la marca y tipo de motor más común. Se deberá comparar un montacargas de modelo y adquisición más reciente y compararlo con otros de mayor kilometraje. Realizar estas pruebas brindará a la empresa de mantenimiento, manejar un mejor control de la eficiencia de los montacargas.

3.2.8.7. Dinamómetro

Para medir la potencia y par de un motor es necesario utilizar un dinamómetro. Se propone utilizar un dinamómetro hidráulico, el cual mide la potencia en el volante del motor, debido a que presenta las ventajas de menor costo, tamaño reducido, baja inercia y permite realizar ensayos por tiempos largos.

El dinamómetro consta de una entrada y una salida de agua, además de una celda de carga, que es la que recibe dicha carga y a través de un fluido que hace mover las agujas del manómetro que indica las revoluciones y potencia del motor en ese momento.

Para aumentar la carga, simplemente, se deja pasar más agua a la cubierta. Como la potencia se disipa por fricción con el agua, esta se calentará alternando su viscosidad y, por lo tanto, la fricción y la medición de la fuerza; este problema se resuelve haciendo fluir, constantemente, el agua dentro de la cubierta.

Para obtener la potencia desarrollada por el motor se utiliza la siguiente ecuación:

$$HP = \frac{T * r. p. m}{5. 250}$$

- T es el par de rotación en libras-pie tomado directamente del medidor
- R.P.M es la velocidad angular leída en el tacómetro
- 5 250 es la constante utilizada para unidades en sistema inglés. Para el sistema internacional la constante es 726

Con los ensayos realizados se deben realizar las curvas de par de rotación y potencia, con las cuales se obtienen el par máximo y la potencia máxima cada una a velocidad determinada. Este análisis debe ser comparado con los del fabricante o el montacargas para conocer el desempeño del motor. Un menor rendimiento puede ser provocado si el motor posee algún tipo de desgaste, desajustes en las válvulas de admisión, desajustes en el sistema de ignición, entre otros.

Realizar un análisis de par y potencia de los motores de la flotilla de montacargas con dinamómetro, es una actividad de mantenimiento predictiva que ayudará a la empresa que presta el servicio a los montacargas, mejorar la gestión de repuestos y afinar los intervalos de mantenimiento preventivo.

3.2.8.8. Rotámetro

El consumo del combustible se mide a través de un rotámetro, el cual se encuentra colocado entre el depósito de combustible y la entrada al carburador, conforme baja el combustible levanta una aguja del rotámetro que indica la cantidad que está circulando con determinada potencia y número de revoluciones.

El rotámetro consiste en un tubo de vidrio cónico, graduado, con una esfera interior con diámetro igual al diámetro menor del cono. Cuando el combustible empieza a pasar, la esfera se debe levantar para dejar una holgura entre ella y el tubo, que crecerá, proporcionalmente, a la rapidez del flujo. La ventaja de este medidor es que las graduaciones son lineales, calibradas en galones/hora, por ser el caudal proporcional al área. Se puede utilizar para una gran variedad de flujos con buena aproximación. El rotámetro se acopla en el sistema de combustible entre el tanque de combustible y el carburador.

3.2.8.9. Aparato de Orsat

Este aparato se utiliza para analizar los gases de escape producto de la combustión. El volumen del gas es medido antes y después de la absorción donde la disminución en el volumen del gas representa la cantidad del componente presente.

El aparato de Orsat consta, fundamentalmente, de una bureta medidora, recipientes de absorción en número por lo menos igual al de los gases que se desean determinar y de un dispositivo de tubos capilares para conducir el gas a analizar entre la bureta medidora y los recipientes de absorción. La bureta medidora es graduada, lo que permite leer, directamente, y sin cálculos la disminución del volumen de gas en porcentaje.

Un correcto análisis de los gases puede dar lugar a un diagnóstico del funcionamiento del motor, los principales gases analizados deberán ser:

- Dióxido de carbono: el motor funciona correctamente cuando el dióxido de carbono está en su nivel más alto, entre el 12 y 15 por ciento. Es un excelente indicador de la eficiencia de la combustión, por tanto, lecturas bajas indican un proceso de combustión deficiente.
- Monóxido de carbono: es un gas tóxico, inoloro e incoloro, se forma cuando la combustión es incompleta.

Realizar análisis de los gases de escape de los motores es importante no solo para mejorar la planificación del mantenimiento sino para seguir con la política de respeto al medioambiente de la compañía de bebidas.

3.2.8.9.1. Relación aire-combustible

La relación aire combustible es el número que expresa la cantidad de aire aspirado por el motor para una cantidad de combustible. El concepto de la relación aire combustible es importante porque indica posibles problemas en el motor como un encendido defectuoso, combustiones disparejas por mala carburación, mala calidad del combustible, entre otros.

Para determinar una adecuada mezcla airecombustible se utiliza la relación lambda. Una relación lambda menor que uno significa que la mezcla aire combustible está produciendo una condición de riqueza. Una relación mayor a uno significa una condición de pobreza. Una relación igual a uno significa que el aire y combustible han sido mezclados en proporción exacta.

3.2.8.10. Medidor de flujo de aire

El aire se mide a través de un medidor de flujo, el cual se instala en la entrada de aire del carburador, dicho medidor consta de un manómetro el cual indica el flujo de aire que ingresa.

3.2.9. Manejo de peligros en montacargas

Una situación notoria en las instalaciones de la empresa que presta el servicio de mantenimiento de montacargas es la falta de infraestructura adecuada para manejar productos dañinos a la salud y la falta de procedimientos correctos para prevenir accidentes dentro del taller. En este apartado se presentan las recomendaciones en el momento de realizar un mantenimiento

3.2.9.1. Información general sobre peligros

Es importante que el personal conozca los riesgos inherentes en la manipulación de los distintos sistemas del montacargas. Las reglas generales presentadas al personal deben involucrar su vestimenta y equipo de seguridad, comportamiento, precauciones en la manipulación de aire comprimido, fluidos y desechos.

Es necesario y debe ser una regla que el personal de mantenimiento utilice ropa cómoda y tela gruesa, no se debe usar ropa suelta ni artículos de joyería que se puedan enredar en los controles o alguna pieza del montacargas. En todo momento se debe utilizar gafas y calzado industrial.

Debe ser una regla y se debe prohibir, estrictamente, el fumar dentro del taller, ya que puede haber presencia de gas refrigerante, lubricantes o aceites los cuales son altamente inflamables. Es importante dar a conocer que la inhalación del gas refrigerante del aire acondicionado en contacto con la llama del cigarrillo, puede ocasionar lesiones físicas o la muerte.

3.2.9.2. Aire y agua a presión

El aire comprimido es utilizado en la limpieza de los equipos dentro del taller, sin embargo, una mala manipulación puede ocasionar lesiones al personal. El aire y el agua a presión pueden causar que la basura o el agua caliente salgan despedidos. Se debe utilizar vestimenta de protección, especialmente, en los ojos y nariz. La presión máxima de aire para propósitos de limpieza se debe reducir a 30 lb/pulg².

3.2.9.3. Presión atrapada

En el momento de realizar mantenimiento al sistema hidráulico del montacargas debe ser consciente que quede alguna presión atrapada. De descargarse la presión atrapada se puede provocar que un accesorio, sea lanzado bruscamente provocando algún accidente grave.

Se debe reglamentar a los mecánicos mantener el más minucioso cuidado en el mantenimiento de este sistema, especialmente, al momento de desconectar tuberías o conexiones. No se debe desarmar ningún componente o pieza hasta que se haya aliviado la presión del sistema. El aceite a alta presión que se descarga puede causar rociadura. La penetración de fluidos en el cuerpo puede ocasionar lesiones graves.

3.2.9.4. Penetración de fluidos

En el momento de realizar un mantenimiento en el montacargas se debe mantener el mayor cuidado para manipular los fluidos. La penetración de fluidos en el cuerpo puede ocasionar lesiones graves y la posibilidad de muerte. Una fuga del tamaño de un agujero de alfiler puede ocasionar graves lesiones. Si el fluido se inyecta dentro de la piel se debe enviar, inmediatamente, a la persona a tratamiento médico.

3.2.9.5. Contener derrames de fluidos

Al momento de visitar el taller de la empresa subcontratada, se observó que no se manipulan adecuadamente los fluidos. En el momento de realizar el mantenimiento o reparación al montacargas, se debe asegurar que los fluidos a remover sean posteriormente contenidos en un recipiente adecuado.

Se debe crear una bodega específica para el almacenamiento de aceites y lubricantes, se debe utilizar recipientes específicos e identificados para prevenir contaminación entre fluidos y prevenir derrame. Los recipientes utilizados para drenar fluidos deben ser de plástico resistente, del tipo polímero de alta densidad (HDPE) y nunca se debe utilizar de vidrio.

3.2.9.6. Eliminar desechos, apropiadamente

El correcto almacenaje y manipulación de los fluidos ayuda a que las tareas de lubricación sean más sencillas, seguras y limpias. Es muy importante separar e identificar los aceites nuevos de los desechados en el mantenimiento. El utilizar aceites y lubricantes contaminados ocasiona gastos extra en mantenimiento y mayor desgaste de las piezas del montacargas.

3.2.9.7. Prevención de quemaduras

Las quemaduras son un peligro muy alto al que están expuestos los mecánicos al momento de realizar cualquier tipo de mantenimiento. Para evitar cualquier quemadura el mecánico debe aliviar toda presión en los sistemas antes de desconectar cualquier tubería o conexión. Los elementos que pueden causar quemaduras son: los refrigerantes, aceites y sustancias contenidas en las baterías.

Cualquier contacto de aceites, refrigerante caliente o vapor puede causar quemaduras graves. Cuando el motor está a la temperatura de operación estos fluidos están calientes por lo que al realizar mantenimiento al sistema de enfriamiento se debe dejar que los componentes se enfríen antes de drenar cualquier sistema.

El electrólito de la batería es un ácido, el cual puede causar lesiones graves. Se deben utilizar gafas de protección y guantes para dar servicio a las baterías y evitar lesiones graves a la salud. Como parte del procedimiento el mecánico debe lavarse las manos después de tocar las baterías y los conectores.

3.2.9.8. Prevención de incendios

En su mayoría los fluidos utilizados para el mantenimiento de los montacargas son inflamables. Las principales acciones para la prevención de incendios son, la correcta manipulación y resguardo de los fluidos inflamables. Dentro del taller, se observó que en ciertas estaciones existía aceite derramado lo cual pone en alto riesgo la seguridad de todo el personal.

Crear una bodega exclusiva para aceites y lubricantes, preverá cualquier incendio. Se debe mantener un extintor ABC por lo menos a 5 metros de la bodega y capacitar a un grupo para su correcta utilización.

3.3. Capacitación y desarrollo del personal

El talento humano es el recurso que más se debe cuidar y motivar para lograr los mejores resultados. El ser humano por naturaleza rechaza el cambio, por lo tanto, es necesario capacitar al personal respecto del funcionamiento del nuevo sistema. Se les debe informar que los cambios realizados son para el beneficio, no sólo de la empresa sino de ellos.

Los puestos que debe comprender a la perfección el sistema logístico son: los operadores de montacargas, controladores de bodega, coordinadores operativos y coordinador administrativo. Se les debe capacitar en las actividades que deben realizar para mantener un funcionamiento integral del sistema.

Se propone aplicar los llamados círculos de calidad. Los cuales deben favorecer que los trabajadores compartan, con la Administración, la responsabilidad de definir y resolver problemas de coordinación, productividad, administración y calidad. Los círculos de calidad propician la integración y el involucramiento del personal con el objetivo de corregir y mejorar, las actividades dentro del Centro de Distribución. La tarea de cada uno de ellos, encabezada por un supervisor, consiste en estudiar cualquier problema del sistema que se encuentre dentro del ámbito de su competencia y buscar la solución en conjunto.

Es importante desarrollar aún más la capacitación cruzada, la cual es la práctica de preparar a los operarios a trabajar diversas áreas del Almacén. Este tipo de capacitación se trabaja actualmente, sin embargo, es necesario fortalecerla y adaptarla a la parte de coordinación y gestión del Centro de Distribución.

3.4. Análisis financiero

A través del análisis financiero se emplearán las herramientas que permitirán conocer la viabilidad de las mejoras a implementar. Para aplicar dichas herramientas se deben conocer los costos de inversión, costos de operación y los beneficios obtenidos. Los valores utilizados fueron proporcionados por el jefe de Centros de Distribución de la compañía.

Para el Centro de Distribución la inversión es muy baja y se comprenden, principalmente, de señalización, capacitación, elaboración del software de acomodo dirigido y equipo de comunicación interna.

Los costos de instalación de la nueva maquinaria están a cargo del Departamento de Proyectos y Producción de la compañía, debido a la confidencialidad de la información no se proporcionan, por lo que no se utilizan en los cálculos.

- La señalización se realiza por parte de una empresa subcontratada, no necesitará contratar mano de obra ni compra de materiales, donde el valor cotizado es de Q 61 520,52.
- Adicionalmente, se utilizarán accesorios de visualización y señalización como espejos, semáforos para el circuito, pancartas, entre otros. Con un valor de Q 19 225,89.
- Para el acomodo dirigido, será necesario la elaboración del software por parte de un ingeniero de la compañía con un costo aproximado de Q 15 388,17, valor cotizado en el mercado.
- El equipo de comunicación consta de la compra de nuevos radios intercomunicadores con *handsfree* incluidos para los operadores de montacargas con un valor total de Q 38 450,00.
- Para cubrir gastos generales en la capacitación del personal se estiman Q 4 614,00.

Los costos de operación constan, únicamente, del mantenimiento que se debe realizar a la señalización y la depreciación de equipo. Los beneficios son los de aumento en capacidad de almacenaje, aumento en la productividad y optimización en los recorridos de los operarios para acomodo y despacho. Sin embargo, se utilizará el beneficio tangible para el almacén el cual se obtiene por el incremento en almacenaje.

Actualmente, el costo promedio por almacenar una tarima de producto terminado es de \$ 5, 83. Con un aumento en la capacidad de almacenaje de 1 700 tarimas a una tasa de cambio de 7,69 Quetzales por dólar, el beneficio obtenido es de Q 76 215,59.

El flujo de efectivo utilizado para el análisis financiero se muestra en la siguiente tabla:

Tabla XXIII. **Flujo de efectivo anual**

Flujo de efectivo anual		
Inversión	Q -139 198,58	
Costos operación	Costos	Beneficios
año 1	Q -9 275,00	Q 76 215,59
año 2	Q -6 875,00	Q 76 215,59
año 3	Q -6 875,00	Q 76 215,59
año 4	Q -6 875,00	Q 76 215,59
año 5	Q -6 875,00	Q 76 215,59

Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

3.4.1. VAN

El valor actual neto (VAN) es el método más conocido para determinar si un proyecto cumple con el objetivo de generar valor en un período de tiempo determinado. Para su cálculo se utilizó una tasa anual de inflación del 5,17 % y una tasa pasiva del 5,50 %, según datos actualizados al mes de marzo de 2012 en el Banco de Guatemala.

3.4.2. TIR

La tasa interna de retorno (TIR) se define como la tasa con la cual el valor actual neto es igual a cero. En cuanto se tenga mayor TIR se obtiene mayor rentabilidad.

3.4.3. Análisis costo-beneficio

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tasa ponderada	16,21 %
VAN	Q 72 844,74
TIR	40 %

Al observar que la TIR es mucho mayor que la tasa ponderada y el VPN es positivo y con un monto atractivo se concluye que el proyecto, no solo es necesario para garantizar el funcionamiento del Centro de Distribución, sino, también es rentable.

4. IMPLEMENTACIÓN

Las acciones necesarias para implementar las mejoras en el sistema logístico se presentan a continuación.

4.1. Puesta en marcha de la redistribución del almacén

La implementación requiere de grandes cambios en la distribución del inventario y en la comunicación de coordinadores y operarios. Del compromiso de la Dirección del Centro de Distribución y la buena comprensión del personal dependerá el buen funcionamiento del sistema logístico propuesto.

4.1.1. Actividades para redistribución de inventario

Para poder llevar a cabo el plan de redistribución es necesario movilizar la ubicación actual de los materiales y señalar cada área identificada, según el *layout* propuesto. La reubicación del producto terminado se realizará en la marcha en un ciclo de demanda baja.

Las actividades tomadas en cuenta para redistribuir el inventario son las siguientes.

- Antes de realizar los movimientos, se debe señalar el circuito interno para las rastras y las estaciones de carga y descarga de materiales.

- Se debe señalar el espacio en piso del almacén por sectores, en zonas de alta, media y baja de rotación de producto terminado. Para ello se debe utilizar el *layout* propuesto del capítulo 3. La utilización de colores es muy útil para identificar las distintas aéreas.
- Previo a que los pilotos han reconocido la nueva forma de ingresar al Centro de Distribución, se realiza el movimiento de producto terminado al sector de almacenaje central.
- Al mantener en funcionamiento el circuito central, se deberán redistribuir todas las áreas, según el *layout* propuesto y señalar por códigos cada fila disponible para almacenar producto terminado en todo el almacén.

4.1.2. Comunicación del nuevo sistema

La comunicación es lo más importante en el proceso de implementación del sistema. Se deberán explicar las ventajas y beneficios que generarán los cambios. Es importante no sólo comunicar, sino hacer participar a personal operativo en el proceso de redistribución, ya que son los afectados directos de la nueva implementación y porque eleva la comprensión del nuevo sistema.

Para comunicar los distintos aspectos del sistema, se realizará primero con el coordinador administrativo y con los tres coordinadores operativos. Luego se deberán realizar grupos de reunión informativas entre 10 y 15 operarios donde un coordinador será el encargado. Dichas reuniones se realizarán dos meses antes de implementar el proyecto y una cada semana durante su implementación con el fin de recabar información acerca de fallas, problemas, beneficios y situaciones de mejora.

4.1.3. Pruebas piloto

Antes de validar completamente el funcionamiento del sistema, se deberán realizar pequeñas pruebas piloto para recopilar las impresiones del personal y detectar posibles aspectos de mejora.

Una vez señalizadas todas las áreas del almacén, se deberán realizar prácticas de ingreso de rastras, despacho y acomodo. Con las pruebas piloto se podrán recolectar dudas y problemas suscitados para resolverlos en conjunto y obtener una mayor rapidez en la asimilación del nuevo sistema.

4.2. Plan para la identificación de áreas de acomodo de producto

Debido al alto dinamismo en las actividades del Centro de Distribución, la correcta asignación del sitio en que se almacenará un producto debe ser, continuamente, controlada, realizando los perfiles por actividad del artículo, a través del análisis de los planes de abastecimiento y producción semanal y diarios. Con este análisis, el coordinador operativo podrá asignar las ubicaciones del producto terminado y realizar la hoja de acomodo y despachos.

4.2.1. Hoja de acomodo o *slotting*

El *slotting* o acomodo inteligente determina la ubicación apropiada de almacenamiento de un producto, por lo tanto, esta decisión incide, directamente, en el desempeño general del almacén. Para realizar el *slotting* se deberán identificar, priorizar y distribuir los distintos SKU, según los perfiles de distribución por popularidad del artículo.

El acomodo del producto deberá ser dirigido diariamente, por el coordinador operativo en turno, tomando en cuenta el plan de abastecimiento y producción. El coordinador operativo puede asignar los espacios apropiados del producto terminado proveniente de las líneas de producción y realizar las hojas de acomodo para cada tipo de SKU y lote de producción, las cuales serán comunicadas al controlador de bodega asignado a cada línea de producción.

Las hojas de acomodo mostrarán el tipo de SKU producido, su cantidad, la categoría de rotación y el código del sector en que se ubicará, según se muestra en la tabla XXIV.

Tabla XXIV. **Hoja de acomodo**

Hora	SKU		Cantidad (en tarimas)	Categoría de rotación	Código de ubicación
	Sabor	Presentación			

Fuente: realización propia, programa Microsoft Excel 2007.

Con estas hojas el operario tendrá una bitácora diaria con la cual podrá conocer el lugar exacto a dónde dirigirse eliminando la discrecionalidad y optimizando los recorridos del operario.

4.2.2. Hoja de rutas y despachos

Los verificadores del transporte serán los encargados de comunicar a los operadores de los SKU que deben despachar. Las rutas de los operadores de despacho estarán dirigidas, según la distribución del producto, optimizando la actividad de despacho, debido a que este es acomodado, según su rotación.

El *layout* diario de distribución del producto será enviado por el coordinador operativo al verificador. El verificador incluirá en la boleta despacho el código de ubicación de cada SKU para que los operarios líderes conozcan las rutas que deberán tomar durante la jornada. Con el código de ubicación el operario podrá encontrar rápidamente el SKU requerido, además de tener asistencia por parte del verificador utilizando comunicación por radio.

4.2.3. Asignación de ubicaciones y control de la rotación del inventario

La asignación de ubicaciones y acomodo dirigido, se realizará según la siguiente metodología.

- Analizar los planes semanales de abastecimiento y producción.
- Realizar el perfil por actividad del artículo.
- Categorizar los SKU por rotación alta, media o baja.
- Revisar ubicaciones ocupadas y disponibles.
- Realizar plan de distribución de SKU al asignar las ubicaciones a cada SKU.
- Comunicar a los operadores las ubicaciones exactas por SKU.
- Retroalimentación y corrección de fallas.

El control de la rotación de inventario se realizará mediante la realización de los perfiles por actividad del artículo. Cada *pallet* es identificado con la fecha de producción, por lo que los controladores de bodega deberán advertir de aquellos productos que permanecen más de 2 días en la zona de alta rotación, entre 2 y 4 días en la zona de media rotación y más de una semana en la zona de baja rotación.

4.2.4. Manejo y políticas de suministros dañados

Los suministros dañados son identificados y recolectados en las líneas de producción. Donde luego se llevan al área de lavado. El Centro de Distribución deberá establecer una política de no tolerancia al ingreso de suministros dañados. Los envases dañados deben ser clasificados antes de ingresar al Centro de Distribución para evitar reprocesos en el área de Producción.

4.3. Implementación de indicadores de desempeño

El primer paso para implementar los indicadores de desempeño es conocer, exactamente, qué se está midiendo. Los indicadores deben ser conocidos por todo el personal y, semanalmente, deben ser presentados no solo a los directivos sino, principalmente, al personal operativo.

Como estrategia de motivación es importante dar a conocer al personal operativo el desempeño en los cuatro indicadores propuestos. A través de los indicadores, el personal podrá conocer si su desempeño ha sido bueno o malo. Al implementar indicadores, se podrán identificar aspectos de mejora, al medir las actividades y las oportunidades de mejora resaltan a simple vista.

El método propuesto se compone de los siguientes pasos: establecimiento de metas, registro del desempeño y evaluación.

Metas: se establecerán como porcentaje de efectividad, según el tipo de indicador. Según el resultado se calificará la efectividad de servicio como buena, regular o mala.

Registro: el coordinador operativo y/o el verificador de transporte realizarán el registro diario de cada indicador. El resultado obtenido del día anterior, así como el acumulado del mes se publicará en un tablero en la entrada de los operarios al Centro de Distribución.

Evaluación: al concluir la semana y el mes, el coordinador administrativo y los coordinadores operativos deberán evaluar el desempeño de cada indicador. En caso se obtenga un resultado negativo deberán realizar planes de acción mediante la metodología PHVA (planear, hacer, verificar y actuar).

4.4. Actividades para el mantenimiento de los montacargas

Para implementar el plan de mantenimiento de montacargas es necesario realizar un listado de las actividades a realizar en cada servicio por los mecánicos. La finalidad es que las actividades de mantenimiento preventivas sean conocidas por el personal y se realicen sin ninguna demora.

4.4.1. Hoja de inspección diaria

Como se mencionó en el capítulo anterior, es clave para la buena implementación del mantenimiento a los montacargas, que el personal conozca las actividades que se deben realizar. Un mecánico encargado de realizar las rondas de inspección de los montacargas, antes de iniciar la jornada, debe llevar consigo un *check list* de actividades de mantenimiento diaria (ver anexo III).

El mecánico asignado debe revisar cada ítem de inspección junto con el operario encargado del equipo. Este procedimiento proveerá un mayor orden y seguridad al realizar el programa de mantenimiento preventivo. El *check list* incluye inspecciones visuales simples, pero muy importantes para la prevención de accidentes y fallas mecánicas. Algunas de las inspecciones son la revisión de fugas de aceite de motor, hidráulico y radiador. Revisión de frenos, llantas y batería. También se revisan los accesorios relacionados con la seguridad como indicadores, luces, bocina y señalización.

4.4.2. Check list de inspecciones

El concepto de *check list* de inspecciones es similar al realizado para la inspección diaria, sin embargo, en este procedimiento se llevará el historial de actividades de mantenimiento a lo largo de la vida útil de cada equipo. El *check list* de inspecciones deberá llevar una hoja de chequeo para cada servicio que se realice, en el cual el mecánico deberá anotar cualquier aspecto fuera del programa. Al realizar un historial detallado de las actividades de mantenimiento, la administración del taller se asegura de la buena implementación del plan de mantenimiento y podrá encontrar con mayor facilidad aspectos de mejora.

4.5. Actividades para el manejo de repuestos de los montacargas

Para obtener un eficiente manejo de repuestos se debe crear una base de datos, con historial de sus costos, proveedores y frecuencia en realización de pedidos.

Se debe codificar cada repuesto que ingrese y el jefe del taller debe analizar la base de datos para encontrar las fallas más frecuentes y generar un plan para minimizarlas. También, se deberá llevar un control de los costos de los repuestos para determinar, mes a mes, el rendimiento económico del taller.

En todo momento se debe mantener el orden en el almacenaje de repuestos y se deben resguardar, adecuadamente, los aceites y lubricantes para mantener sus propiedades y evitar cualquier accidente.

4.6. Informe para el control de consumo de combustible

Para poder conocer la correcta utilización del combustible y si el mantenimiento es efectivo se deberá llevar un registro diario de consumo por cada montacargas. Los datos se obtendrán al momento que el operario llega a abastecerse y deben ser tomados por el encargado asignado. Se deberán anotar las horas recorridas desde el último abastecimiento para obtener el rendimiento del combustible.

Luego, el jefe de taller deberá comparar los datos históricos del rendimiento de combustible para detectar el momento en que este empieza a descender. De suceder esto se debe dar la orden de enviar el equipo a realizarse mediciones con un rotámetro.

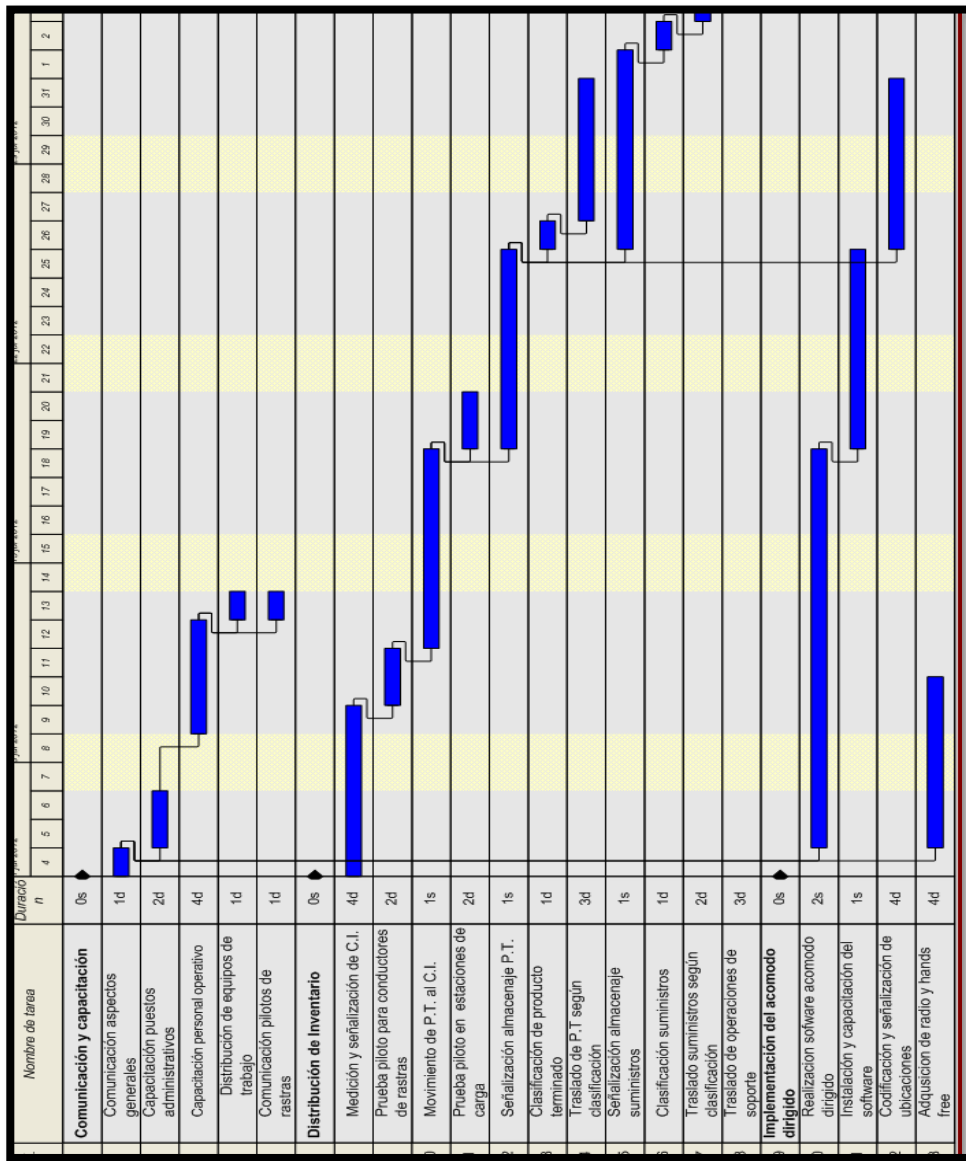
Las acciones de mantenimiento que podrán realizarse serán las siguientes:

- Revisión o cambio de filtro de aire
- Revisión o cambio de filtro de combustible
- Verificar la sincronización de la inyección
- Verificar la holgura de las válvulas

4.7. Cronograma de actividades

El cronograma para implementar las mejoras al sistema de logística se muestran en la figura 60.

Figura 60. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Project 2007.

5. MEJORA CONTINUA

La mejora continua debe ser un objetivo permanente dentro del Centro de Distribución. Mantener un seguimiento a las operaciones, con indicadores de desempeño claros, proveerá información sobre la dirección y desempeño de las propuestas implementadas.

5.1. Auditoría de las operaciones del almacén y base de datos

El propósito de la auditoría es revelar el desempeño del Centro de Distribución para las operaciones de distribución, acomodo, almacenaje y despacho. Se deberá evaluar la correcta aplicación de cada mejora propuesta. Dicha evaluación deberá realizarse en un equipo conformado por el jefe de Centros de Distribución, el coordinador administrativo y un coordinador operativo del Centro de Distribución.

El proceso que se debe llevar a cabo es el siguiente:

- **Comunicación:** Se le informa al personal los aspectos a evaluar con un mes de anticipación.
- **Personal Auditoría:** El coordinador administrativo selecciona al equipo que realizará la auditoría.
- **Registro:** Al terminar la auditoría se registran en un informe todas las observaciones relevantes.
- **Evaluación:** El coordinador administrativo analiza los resultados de la auditoría. Selecciona los aspectos negativos para realizar planes de acción según la metodología PHVA (planear, hacer, verificar y actuar)

Durante la auditoría se deberán realizar las siguientes actividades:

- Revisar la correcta identificación de las zonas de almacenamiento de producto terminado.
- Verificar la correcta señalización y codificación visible de ubicaciones de producto terminado.
- Realizar test de evaluación a operarios y controladores de bodega sobre la ubicación de las zonas de almacenaje.
- Toma de tiempos en las estaciones de carga y despacho.
- Revisión del correcto almacenaje de SKU de envases retornables frente a líneas de producción.
- Revisar la disponibilidad y correcta actualización de datos.
- Revisión de perfiles de actividad del artículo.
- Comparación de la distribución física del inventario con los perfiles.

5.2. Estándares de desempeño y análisis de brechas

Los estándares de desempeño se realizan con el objetivo de monitorear constantemente el desempeño del almacén. Al comparar los estándares de desempeño, a lo largo del tiempo, mostrará brechas en las cuales se podrán realizar acciones correctivas u otras propuestas de mejora que lleven a cumplir con las metas establecidas.

Las metas establecidas deben fijarse a un nivel alto para avanzar hacia un alto desempeño. Si las metas se fijan con bajos estándares, seguramente, cuando se alcancen el Centro de Distribución, estará en la misma situación actual. Las brechas son la diferencia entre el estándar propuesto y el resultado obtenido mes con mes.

5.2.1. Desempeño de la productividad del almacén

Los estándares establecidos, según los indicadores propuestos para el desempeño de la productividad deberán ser los siguientes:

- Almacenamiento: 25 cajas por m²
- Acomodo: 18 metros por caja desplazada
- Despacho: 18 metros por caja desplazada
- Despacho: 0,8 rastras por hora –hombre

5.2.2. Calidad del desempeño del almacén

Según Edward H. Frazelle en su libro, *logística de almacenamiento y manejo de materiales de clase mundial*, en Estados Unidos se mantiene la calidad del desempeño del almacén en 99,9 %, por lo que se propone este estándar para el Centro de Distribución, el cual es bastante exigente y beneficioso a largo plazo.

5.2.3. Desempeño del tiempo de ciclo

El desempeño del tiempo de ciclo del almacén se mantiene en 3 días piso. Sin embargo, como se propuso en el capítulo 3 se establecerá un estándar para el tiempo de despacho de las rastras, el cual debe ser de 35, 2 minutos por rastra equivalente a 5,1 rastras por hora.

5.2.4. Desempeño de utilización del almacén

El estándar de utilización del almacén se dividirá según la zona de rotación. Como en el sistema se busca maximizar el número de viajes a la zona de alta rotación el estándar de utilización debe ser del 95 %. Mientras para la zona de rotación media será de 85 % y para baja rotación el 70 %.

El detectar un mayor porcentaje de utilización en una zona de menor rotación indicará una mala ubicación del producto, lo que, seguramente, ocasionará un bajo desempeño en la productividad del Centro de Distribución.

5.2.5. Indicadores de desempeño del Programa de Mantenimiento en montacargas

Al implementar indicadores de desempeño en el Programa de Mantenimiento permitirá evaluar, constantemente, su avance y establecer metas al personal. El jefe de taller deberá establecer metas en cada indicador para mantener un excelente servicio al Centro de Distribución. Los indicadores son los mostrados a continuación.

5.2.5.1. Horas en paro

Las horas en paro revelan si el mantenimiento toma demasiado tiempo. El tiempo en que un equipo está en mantenimiento y no está disponible para su utilización debe ser acorde al tipo de servicio que se realiza. El jefe de taller deberá monitorear, constantemente, el tiempo que toma realizar cada servicio con el objetivo de reducirlo y mantener una mayor disponibilidad hacia el Centro de Distribución.

5.2.5.2. Horas de operación

Idealmente, para el cliente el tiempo de operación de un montacargas debe ser ininterrumpido. Sin embargo, existen averías o situaciones en que el equipo estará fuera de operación. Se deberá velar porque este tiempo sea el mínimo y que el único motivo por que el equipo no estén en operación sea un mantenimiento preventivo programado.

5.2.5.3. Consumo de combustible

Para este indicador se deberá levantar un registro diario, por montacargas y por operario. El estándar se deberá establecer, según las mediciones realizadas con el rotámetro y previo a validar que el motor esta en óptimas condiciones. El registro diario revelará si el motor contiene algún desperfecto o si el operario no sigue las recomendaciones para mantener el consumo bajo de combustible.

5.2.5.4. Frecuencia de fallo

Para determinar un desempeño global de Plan de Mantenimiento se debe realizar, mensualmente, el indicador de tiempo medio para la falla. Este indicador es la relación entre el tiempo total de operación de la flotilla y el número total de fallas detectadas en un periodo determinado.

6. LOGÍSTICA VERDE PARA LA REDUCCIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA EMPRESA

La promoción de la conservación y recuperación del medio ambiente es un tema, cada vez, de mayor interés entre las empresas, a nivel mundial. Dentro de los temas relacionados con la responsabilidad ambiental se encuentra la logística verde. En este capítulo se describirán los aspectos y metodología utilizados para gestionar, responsablemente y, a través de la cadena logística, la gran cantidad de residuos producto de las actividades productivas y comerciales.

6.1. Clasificación de materiales

Las actividades productivas y comerciales de la empresa generan una gran cantidad de desechos. El primer aspecto a tomar en cuenta para la recuperación de los mismos es su clasificación. Se deben clasificar los materiales para agruparlos y destinarlos a un uso común y adecuado.

Solo conociendo el material se podrán tomar decisiones de eliminación, reciclaje o reutilización. Los materiales a clasificar en la cadena de distribución son: PET (Polietileno Tereftalato), aluminio, cartón y vidrio. En la empresa y c Centro de Distribución el reciclaje es el principal destino de los desechos de estos materiales.

6.1.1. Residuos plásticos

Los plásticos se producen a través de un proceso llamado polimerización: unión química de monómeros para formar polímeros, lo cual significa que, al igual que en una cadena, se van uniendo pequeños eslabones idénticos. El tipo de eslabón, el tamaño y la estructura, ya sea lineal o ramificada, de cada cadena o molécula de polímero determinan las propiedades del material plástico.

Los plásticos, al contrario del papel u otros materiales, no se degradan fácilmente por la acción del tiempo y microorganismos. Por ejemplo, una bolsa de plástico puede tardar alrededor de 240 años en degradarse.

De acuerdo con el documento *Desechos Sólidos Especiales en Guatemala*, existen siete categorías de plástico encontramos en los residuos sólidos urbanos. Estas categorías y sus códigos utilizados internacionalmente son los siguientes.

- Polietileno tereftalato (PET)
- Polietileno alta densidad (PE-HD)
- Polietileno de vinilo (PVC)
- Polietileno baja densidad (PE-LD)
- Polipropileno (PP)
- Poliestireno (PS)

El abandono de los envases en diversos lugares, ya sea en la vía pública como en vertederos a cielo abierto de diverso tipo, contribuye a incrementar diversos tipos de contaminaciones, no sólo químicas sino también patogénicas. Los envases pueden contener restos de sustancias alimenticias que se pudren y son medios apropiados para la proliferación de bacterias, insectos y roedores que produzcan enfermedades.

6.1.2. Residuos de taller mecánico

Dentro del taller de mantenimiento de montacargas se utilizan materiales tóxicos y dañinos a la salud humana, los cuales, es necesario almacenarlos adecuadamente, para luego enviarlos a una empresa de reciclaje especializada. Algunos de los materiales son el aceite, refrigerante, baterías y filtros. Estos materiales no se deben derramar en el drenaje ni tirar a la basura. Por lo contrario, deben almacenarse, aislarse e identificarse, adecuadamente, para ser enviados posteriormente a su reciclado.

6.2. Fuentes de recolección de materiales

Las fuentes de recolección son el punto en que se recuperan los desechos del producto o materiales utilizados para fabricarlo. Las fuentes de recolección se convierten del final de la cadena logística al principio de la cadena de logística verde. Las principales fuentes detectadas son las siguientes.

6.2.1. Internas

Las fuentes internas se encuentran dentro del área de Producción, Centro de Distribución y oficinas. Los principales desechos son cartón corrugado, plástico y vidrio. La recolección debe hacerse a través de basureros clasificados, según el material. Es clave capacitar al personal para que reconozca los tipos de materiales, el impacto dañino y que realice, correctamente, la recolección y clasificación del desperdicio.

6.2.2. Externas posconsumo

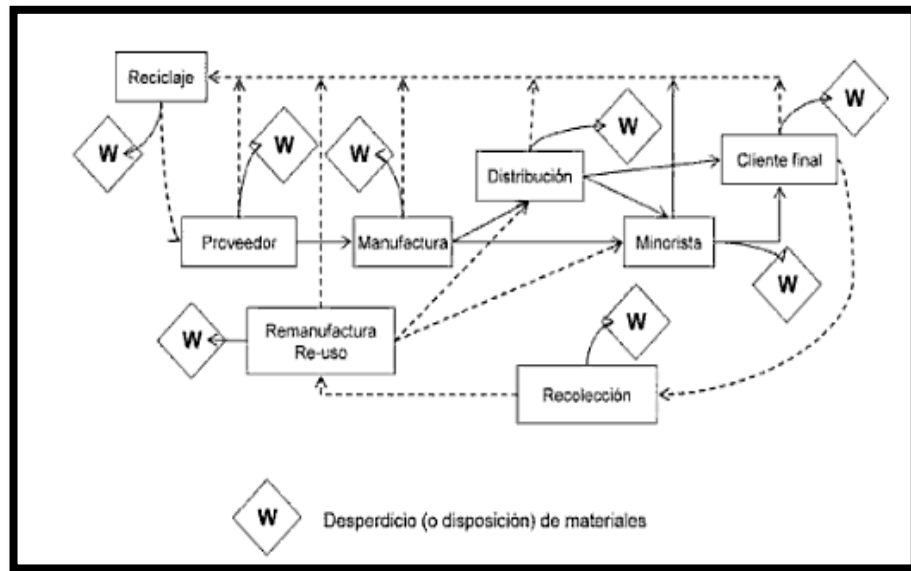
En las fuentes externas la recolección y clasificación de materiales es posible realizarlas en centro de acopio. El principal material a recolectar es el PET, proveniente de envases para bebidas. Los centros de acopio pueden realizarse en colonias o comunidades a través de tiendas de abarrotes o pequeñas bodegas.

6.3. Cadena de logística verde

Los elementos fundamentales de la cadena de logística verde son la gestión de residuos, el reciclaje, la reutilización, recuperación, refabricación, eliminación de desechos o residuos integrando la cadena de suministro.

La recuperación de desechos a través de la cadena de suministro se muestra en la figura 61.

Figura 61. **Recuperación de desperdicio en la cadena de suministro**



Fuente: GARCÍA, Arnulfo. *Implementar un programa de logística inversa*. p.12.

6.4. Metodología del sistema de logística verde

La metodología de logística verde incluye los siguientes aspectos:

6.4.1. Estrategia del canal de suministro

La estrategia del canal de suministro se refiere a utilizar el mismo sistema e infraestructura que se utiliza para llevar el producto terminado al consumidor final, para recuperar los materiales a reciclar. La empresa utiliza los mismos recursos y se facilita la tarea de recolectar materiales, como las botellas de plástico PET, para su reciclaje. El proceso que lleva a cabo es el siguiente:

- Evaluación de potencial
- Evaluación de la población
- Educación y capacitación
- Recolección y clasificación de materiales
- Transporte
- Reciclaje
- Medición y control

A continuación se describe cada una de las fases del proceso.

6.4.2. Evaluación del potencial

Debido a que es impráctico y costoso para la empresa, la tarea de recuperar desechos en todos los sitios en que existan desperdicios, es necesario realizar una evaluación del potencial de recuperación. Esta evaluación debe ser realizada por cada agencia de distribución hacia las distintas comunidades y destinos a los que se distribuye el producto terminado. Los aspectos a tomar en cuenta deben ser los siguientes:

- Número de unidades vendidas
- Cobertura de la agencia
- Cercanía de la comunidad
- Accesibilidad

6.4.3. Elección de la población

La elección de la población se realizará con base en la evaluación del potencial, únicamente se seleccionarán aquellas comunidades que sean atractivas y rentables para la empresa.

6.4.4. Educación y capacitación medioambiental

La educación medioambiental debe realizarse hacia las comunidades para que se tome conciencia del daño que ocasionan los residuos provenientes de las bebidas. El objetivo debe ser prevenir que las personas tiren los envases de las bebidas en su entorno y lograr que dichos envases sean recolectados en los centros de acopio.

La educación ambiental debe incluir pláticas de conciencia ambiental, así como, seminarios donde se capacite a líderes comunitarios respecto de la importancia del reciclaje, las actividades que se deben planificar se muestran a continuación.

Tabla XXV. **Actividades planificadas para capacitación ambiental**

Actividad	Tiempo duración (Semana)
Identificar las áreas con mayor consumo.	4
Identificar y contactar alcaldías y/o COCODE.	2
Realizar plática de concientización.	1
Identificar y capacitación de líderes.	
A) Conocimiento de materiales contaminantes.	1
B) Focos de materiales contaminantes.	2
C) Efectos de materiales contaminantes en el entorno.	2
D) Conceptos del Reciclaje.	1
E) Beneficios del reciclaje y utilización de materiales reciclados.	1
Comunicación por parte de líderes a pequeñas comunidades.	14
Retroalimentación de capacitaciones (encuestas).	2

Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

6.4.5. Recolección y clasificación de materiales

La recolección se realizará en centros de acopio localizados estratégicamente, en las comunidades seleccionadas. Dichos centros de acopio deben ser bien promocionados y fáciles de identificar, con el fin de que las personas se sientan motivadas a acudir.

Los centros de acopio deben contar con una balanza y una compactadora manual. La empresa debe aprovechar su personal de ventas quienes recorren, diariamente, los puntos de venta e informar la cantidad de material recolectado. Con dicha información, el planificador de rutas asigna el vehículo y momento apropiado para recoger el material recolectado.

Luego que la agencia ha recolectado un volumen apropiado, deberá asignar una rastra que retorne al Centro de Distribución. En el Centro de Distribución se recolectan todos los residuos donde son compactados y enviados a una empresa de reciclaje.

6.4.6. Transporte

El transporte será el utilizado actualmente para la distribución del producto. Como se ha mencionado, anteriormente, la utilización de la infraestructura y sistema de abastecimiento actual de la empresa es un factor clave para la recolección de los residuos.

6.4.7. Reciclaje de materiales

Los plásticos seleccionados y limpiados de etiquetas, papeles y residuos de material biodegradable, pasan por un molino o una trituradora. La preparación final del producto empieza con el lavado y la separación de sustancias contaminantes, proceso que se puede repetir, si es necesario. Después, el material pasa por una centrífuga y secadora y se almacena en un silo intermedio. En el caso ideal, este silo sirve, también, para homogeneizar más el material, al fin de obtener una masa homogénea.

El producto triturado, limpio, seco y homogéneo se ingresa a una extrusora de donde se obtienen finas escamas, las cuales quedan listas para ser procesadas por diferentes técnicas. Un ejemplo gráfico se puede observar en la siguiente figura.

Figura 62. Proceso reciclaje PET



Fuente: Ecolde4c. <http://ecolde4c201.blogspot.com/2013/03/basura-fase-experimental.html>. [Consulta: noviembre 2012.]

6.4.8. Medición y control

Finalmente se tiene la fase de medición y control, la cual es una evaluación *expost* que permite evaluar la eficiencia del sistema y el avance hacia los objetivos. Para la medición y control se deben establecer un indicador y establecer metas por agencia. El indicador propuesto será llamado tasa de retorno de residuos y relacional el volumen de material recolectado con el volumen de material vendido. Una forma de motivar a la recolección, es hacer competir a las agencias con base en el cumplimiento de este indicador.

CONCLUSIONES

1. El rediseño en la distribución del almacén obtuvo un incremento en almacenaje de 1 670 tarimas, a pesar de la reducción de espacio de 1 500 m². El aumento equivale al 28,6 % sobre la capacidad actual.
2. La capacidad de despacho, por parte del Centro de Distribución, en el área de abastecimiento nacional, aumenta de 4,0 a 5,1 rastras por hora. Esto se logró redistribuyendo los equipos de trabajo del personal de montacargas.
3. Modificando el *layout* y distribuyendo el inventario según su rotación se disminuye un 13,1 % la distancia promedio recorrida por los operadores de montacargas en el acomodo de producto terminado. Esto da como resultado mayor cantidad de volumen movilizado en distancias menores.
4. Modificando el *layout* y distribuyendo el inventario según su rotación se disminuye un 16,4 % la distancia promedio recorrida por los operadores de montacargas en el despacho de producto terminado. El resultado es mayor volumen despachado con menor desplazamiento por parte de los operarios.

5. Al disminuir el tiempo de despacho, la productividad de los operarios de montacargas, utilizados para la carga de rastras, se incrementa de 0,67 a 0,85 rastras por hora-hombre. Lo que representa un 26,9 % de incremento en la productividad de despacho.
6. Se estableció un programa de mantenimiento adecuado para la flotilla de montacargas, el cual es sencillo de comunicar a los mecánicos y personal operativo. Se propusieron las bases para mantener un control y establecer indicadores de los mantenimientos realizados a cada montacargas con el fin de evaluar la eficiencia del plan de mantenimiento y evitar la filosofía del taller actual basada en reparaciones correctivas.
7. Se dieron a conocer los aspectos a aplicar en el mantenimiento preventivo, así como la base de registro para la implementación de controles. Con el fin de mantener en óptimas condiciones los motores de combustión y, por consiguiente, eficiencia en el uso del combustible. Estos conceptos no son conocidos al cien por ciento por todos los mecánicos y el personal operativo. Los aspectos más importantes fueron: evitar el funcionamiento del motor en mínimo durante pausas prolongadas, revisar y cambiar, periódicamente, filtros de aire, verificar sincronización de inyección, mantener el tanque de combustible lleno al terminar la jornada.

RECOMENDACIONES

1. Aplicar el diagrama Pareto semanalmente, en cada planificación de abastecimiento y producción, ya que los cambios en la demanda de los productos se mantiene en constante cambio. El análisis deberá ser comunicado y entendido por el personal administrativo y operativo para una mejor ejecución. Con ello se asegura almacenar los productos con mayor rotación en las áreas con mayor cercanía a las operaciones diarias así como la optimización del espacio.
2. Medir periódicamente el tiempo de despacho de rastras realizado por los operadores. También se recomienda aplicar y comunicar metas y realizar premiaciones cuando se mantienen los resultados deseados por dos o tres periodos consecutivos.
3. Para la implementación del nuevo sistema y distribución de los materiales se recomienda utilizar como herramienta un diagrama *layout*, tal como se muestra en este trabajo de graduación. A través de esta herramienta hace más sencillo visualizar los cambios realizados y explicar el funcionamiento del sistema al personal involucrado.
4. La capacitación es muy importante para llevar a cabo, correctamente, las mejoras propuestas. La nueva metodología para ubicar y acomodar el producto, según su grado de popularidad, puede ser compleja si el personal no conoce el funcionamiento del nuevo sistema. Es necesario involucrar al todo el personal.

5. Es importante que los controladores de bodega realicen una retroalimentación diaria acerca de la ubicación de los productos ya que el análisis de rotación de inventario pueda no ser el correcto. Esto puede aumentar las distancias recorridas o estropear las operaciones de los montacargas. Mantener la comunicación entre el personal es clave para la ejecución adecuada y alcance de los objetivos.

6. Para lograr con éxito las actividades de mantenimiento se recomienda capacitar no solo al equipo de mecánicos sino a los operarios que utilizan los montacargas. Se recomienda mantener un registro de los mantenimientos, evaluaciones y reparaciones realizadas a cada montacargas. Estos registros serán de apoyo a la Administración del taller para la toma de decisiones.

7. Para anticiparse a una falla en el motor se recomienda utilizar como referencia un registro del consumo de combustible de cada vehículo montacargas. Un motor en óptimas condiciones de funcionamiento propicia un eficiente consumo de combustible.

BIBLIOGRAFÍA

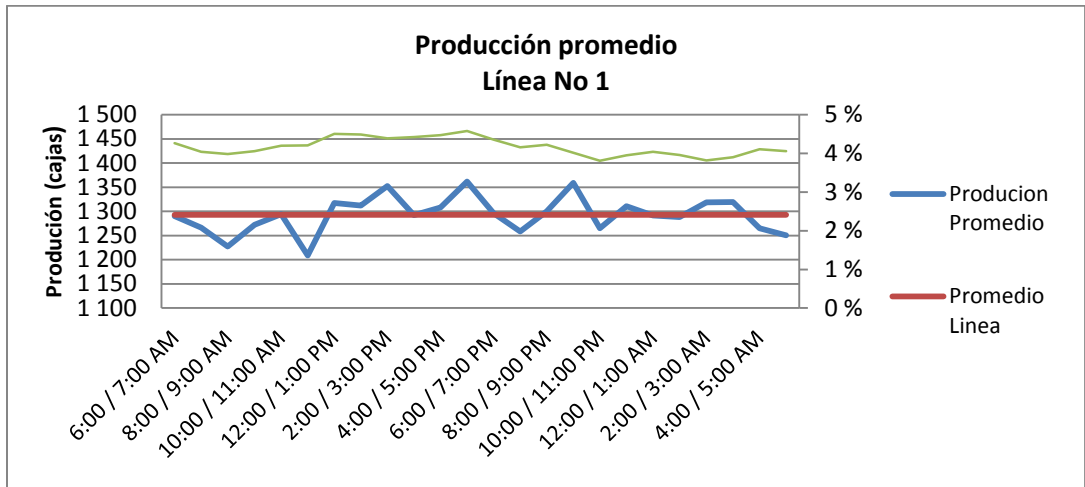
1. ALCALÁ GONZÁLEZ, José Luis. *Estudio técnico de mantenimiento a vehículos montacargas*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Instituto Politécnico Nacional de México, 2010. 91 p.
2. CASTAÑO, Diego Alberto. *Estudio de los factores que inciden en el desempeño de motores de encendido provocado*. Trabajo de grado para optar a especialista en combustibles gaseosos. Universidad de Antioquia, Facultad de Ingeniería, 2003. 289 p.
3. FRAZELLE, Edward H; SOJO Ricardo. *Logística de almacenamiento y manejo de materiales de clase mundial*. 3a ed. México: Norma, 2006. 334 p.
4. GARCÍA OLIVARES, Arnulfo Arturo. *Implementar un programa de logística inversa*. España: Editor Martínez Coll Juan Carlos. 2010. 134 p.
5. GARZA QUIROZ, Fernando. *Enciclopedia de mantenimiento industrial*. México: CECSA, 1986. 248 p.
6. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto; COLLADO FERNÁNDEZ, Carlos; BAPTISTA LUICIO, Pilar. *Metodología de la investigación*. 4a ed. México: McGraw-Hill, 2008. 850 p.

7. MULLER, Max. *Fundamentos de administración de inventarios*. México: Norma, 2004. 264 p.
8. PICABEA ZUBIA, Alfonso; ORTEGA OLIVA, José. *Mantenimiento mecánico preventivo de vehículo*. España: Arán Ediciones, 2010. 293 p.
9. ROUX, Michel. *Manual de logística para la gestión de almacenes*. 4a ed. España: Gestión 2000, 2009. 255 p.
10. SORET LOS SANTOS, Ignacio. *Logística y marketing para la distribución comercial*. 3a ed. España: ESIC, 2006. 332 p.

ANEXOS

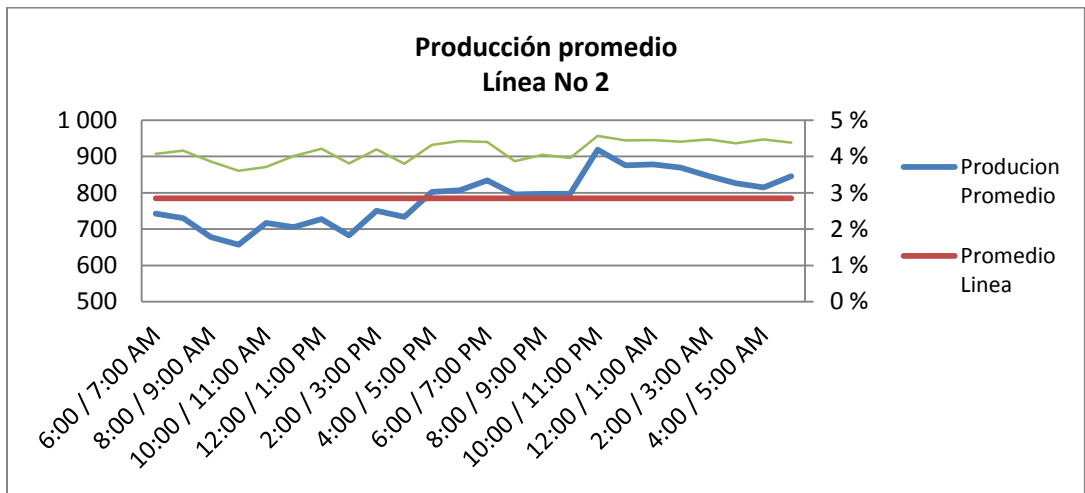
Anexo I. Desempeño de líneas de producción

Desempeño línea de producción No.1



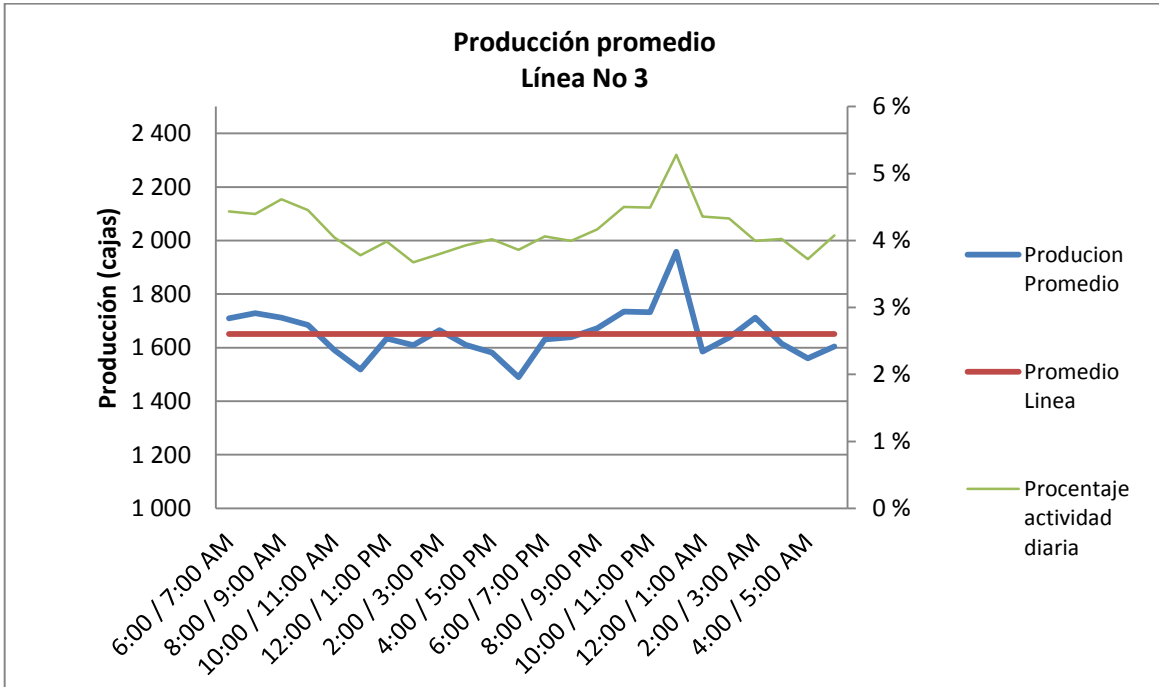
Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

Desempeño línea de producción No. 2



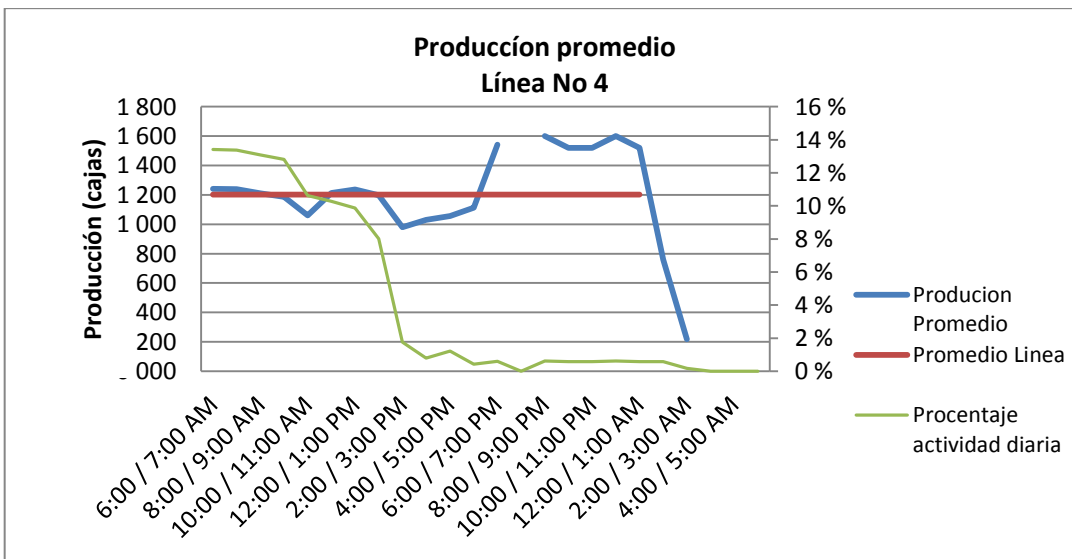
Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

Desempeño línea de producción No.3



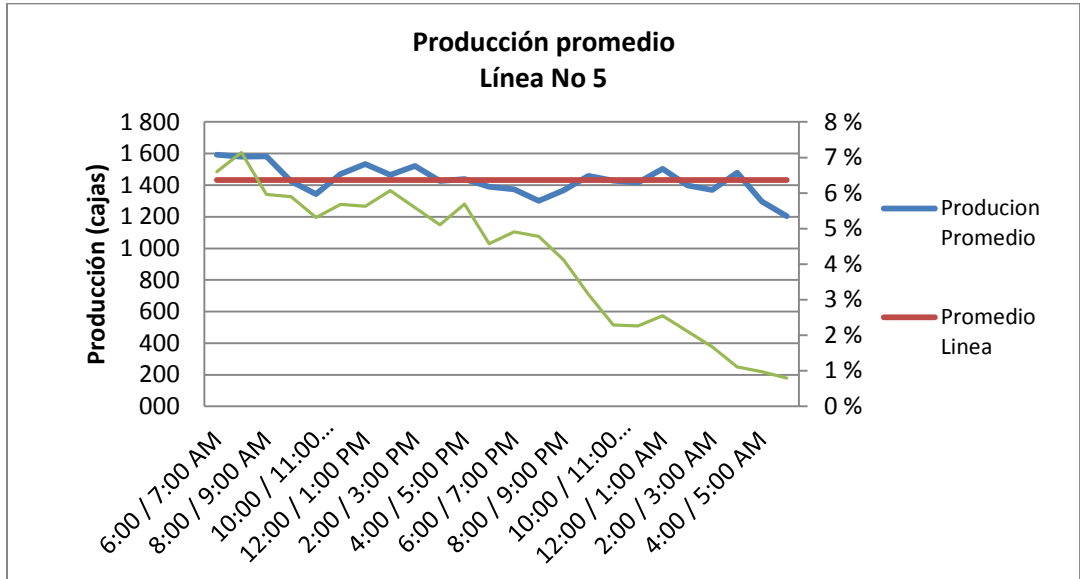
Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

Desempeño línea de producción No.4



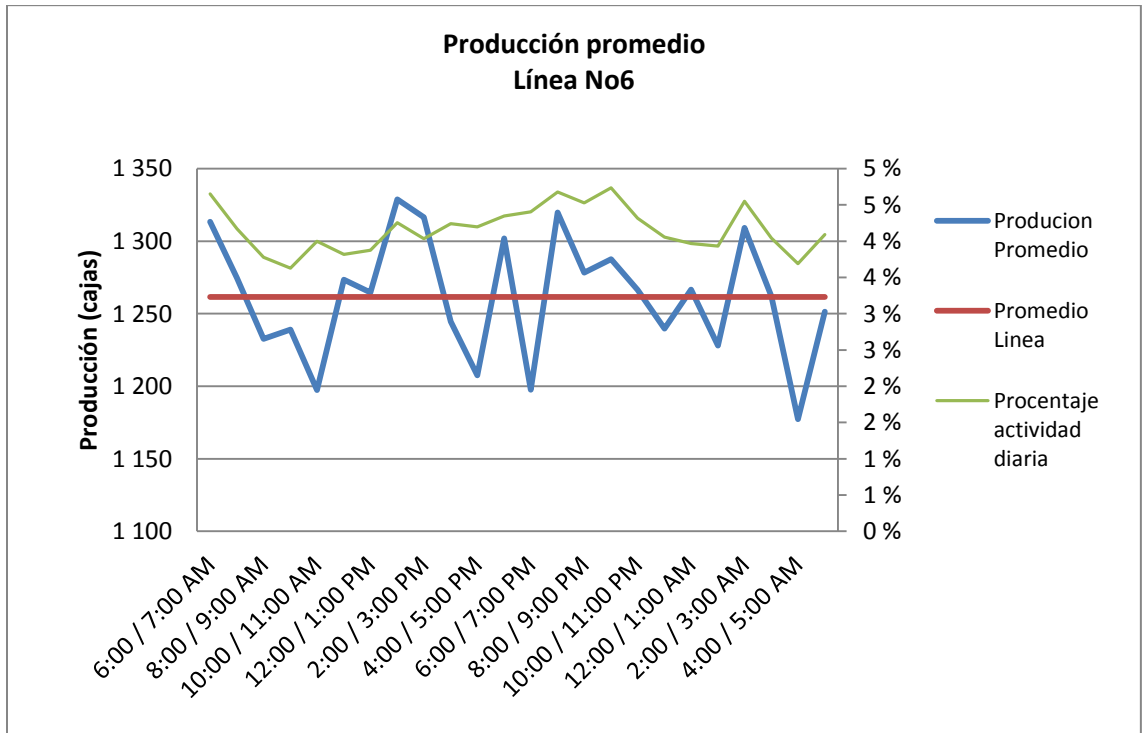
Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

Desempeño línea de producción No.5



Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

Desempeño línea de producción No.6



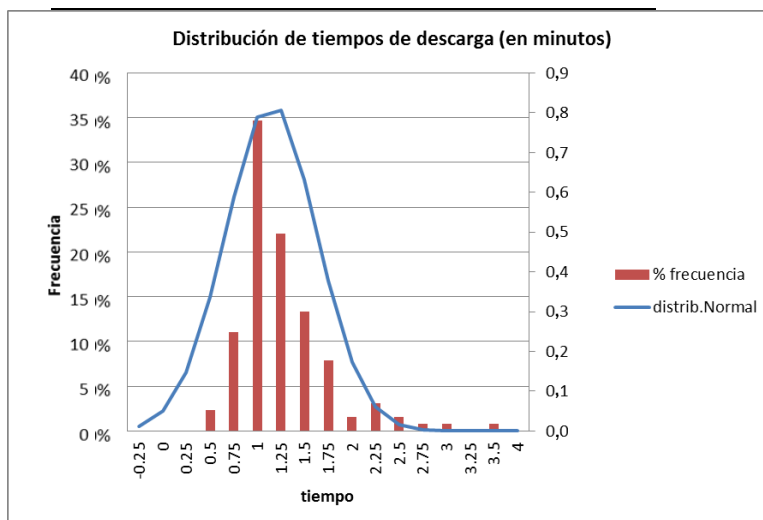
Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

Tiempos cronometrados para la descarga de rastras

Distribución de tiempos de descarga (en minutos)

Media **1,15 min**
 Desv Estand **0,48 min**

Clase	Frecuencia	% frecuencia	distrib.Normal
-0,25	0	0,00 %	0,0127
0,00	0	0,00 %	0,0496
0,25	0	0,00 %	0,1480
0,50	3	2,36 %	0,3376
0,75	14	11,02 %	0,5897
1,00	44	34,65 %	0,7882
1,25	28	22,05 %	0,8064
1,50	17	13,39 %	0,6315
1,75	10	7,87 %	0,3785
2,00	2	1,57 %	0,1736
2,25	4	3,15 %	0,0610
2,50	2	1,57 %	0,0164
2,75	1	0,79 %	0,0034
3,00	1	0,79 %	0,0005
3,25	0	0,00 %	0,0001
3,50	1	0,79 %	0,0000
4,00	0	0,00 %	0,0000
Total	127	100,00 %	



Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

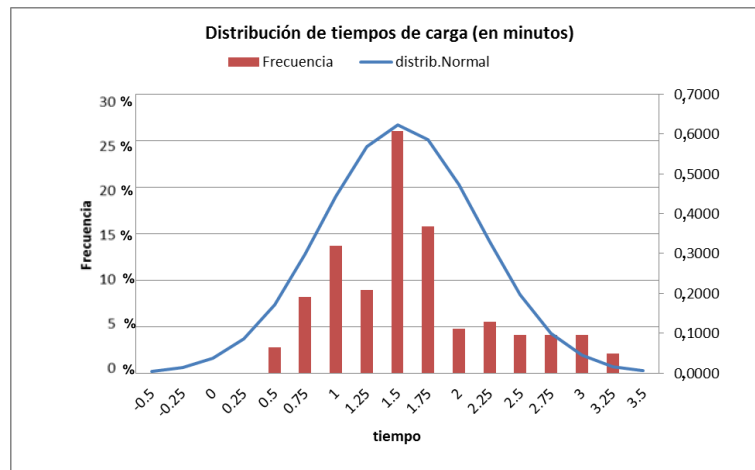
Tiempos cronometrados para la carga de rastras

Distribución de tiempos de carga (en minutos)

Media **1,53 min**

Desv Estand **0,64 min**

Clase	Frecuencia	%	
		frecuencia	distrib.Normal
-0,50	0	0,00 %	0,0041
-0,25	0	0,00 %	0,0132
0,00	0	0,00 %	0,0363
0,25	0	0,00 %	0,0853
0,50	4	2,74 %	0,1723
0,75	12	8,22 %	0,2987
1,00	20	13,70 %	0,4445
1,25	13	8,90 %	0,5679
1,50	38	26,03 %	0,6228
1,75	23	15,75 %	0,5864
2,00	7	4,79 %	0,4740
2,25	8	5,48 %	0,3289
2,50	6	4,11 %	0,1959
2,75	6	4,11 %	0,1002
3,00	6	4,11 %	0,0440
3,25	3	2,05 %	0,0166
3,50	0	0,00 %	0,0054
Total	146	100,00 %	



Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Excel 2007.

Guía de selección de viscosidad SAE y servicio API

Guía API de aceite para motores

GUÍA DE GRADOS DE VISCOSIDAD SAE DEL ACEITE PARA MOTORES DE VEHÍCULOS PARA PASAJEROS	
El uso de los aceites multigrado como SAE 5W-30 y 10W-30 está ampliamente difundido, dado que bajo todas las condiciones climáticas, ya sean extremadamente cálidas o frías, son lo suficientemente delgados para fluir a bajas temperaturas y espesos para rendir correctamente a altas temperaturas. Tenga en cuenta que los requerimientos del vehículo pueden variar. Siga las recomendaciones del fabricante del vehículo en cuanto al grado de viscosidad SAE del aceite.	
Si la temperatura exterior esperada más baja es de	Grados de viscosidad SAE típicos para automóviles de pasajeros
0°C (32°F)	5W-20, 5W-30, 10W-30, 10W-40, 20W-50
-18°C (0°F)	5W-20, 5W-30, 10W-30, 10W-40
Inferior a -18°C (0°F)	5W-20, 5W-30

Las categorías de servicio API actuales y anteriores aparecen en la lista que sigue. Los propietarios de vehículos deben consultar sus manuales del propietario antes de referirse a estas tablas. Los aceites pueden tener más de un nivel de desempeño.

Para motores de gasolina de uso automotriz, la categoría más reciente de servicio de aceite para motor incluye las propiedades de desempeño de cada categoría anterior. Si un manual de propietario de automóvil indica un aceite API SJ o SL, un aceite API SM le brindará una protección completa. Para motores diesel, la categoría más reciente generalmente – aunque no siempre – incluye las propiedades de desempeño de una categoría anterior.

MOTORES DE GASOLINA		
Categoría	Estado	Servicio
SM	Actual	Para todos los motores de automóvil en uso en la actualidad. Los aceites SM, introducidos en el año 2004, están diseñados para brindar una mayor resistencia contra la oxidación, una mejor protección contra la formación de depósitos, una mejor protección contra el desgaste, y un mejor desempeño a baja temperatura durante la vida del aceite. Algunos aceites SM pueden cumplir además con la especificación ILSAC más reciente y/o calificar como Energy Conserving.
SL	Actual	Para motores de automóvil del año 2004 y anteriores.
SJ	Actual	Para motores de automóvil del año 2001 y anteriores.
SH	Fuera de circulación	Para motores del año 1996 y anteriores.
SG	Fuera de circulación	Para motores del año 1993 y anteriores.
SF	Fuera de circulación	Para motores del año 1988 y anteriores.
SE	Fuera de circulación	ADVERTENCIA: No adecuados para uso en motores de automóvil de gasolina fabricados después del año 1979.
SD	Fuera de circulación	ADVERTENCIA: No adecuados para uso en motores de automóvil de gasolina fabricados después del año 1971. Su uso en motores más modernos puede causar un desempeño no satisfactorio o dañar el equipo.
SC	Fuera de circulación	ADVERTENCIA: No adecuados para uso en motores de automóvil de gasolina fabricados después del año 1967. Su uso en motores más modernos puede causar un desempeño no satisfactorio o dañar el equipo.
SB	Fuera de circulación	ADVERTENCIA: No adecuados para uso en motores de automóvil de gasolina fabricados después del año 1951. Su uso en motores más modernos puede causar un desempeño no satisfactorio o dañar el equipo.
SA	Fuera de circulación	ADVERTENCIA: No contiene aditivos. No adecuados para uso en motores de automóvil de gasolina fabricados después del año 1930. Su uso en motores más modernos puede causar un desempeño no satisfactorio o dañar el equipo.

Fuente: Instituto americano de petróleo. www.api.org. [Consulta: junio de 2012].

Relación problemas – soluciones debido al alto consumo de combustible

Problemas relacionados al alto consumo de combustible

Problema	Solución
Filtro de aire taponado	Verificar y sustituir, si es necesario
Reglaje de riqueza al ralentí incorrecta	Controlar y reglar al valor prescrito por el fabricante.
Abertura del starter insuficiente	Controlar funcionamiento y reglar si es necesario.
Nivel de gasolina demasiado alto.	Controlar nivel de punzón, verificar flotador.
Surtidor principal demasiado grande.	Controlar la conformidad.
Surtidor principal de automaticidad demasiado grande.	Poner en conformidad.
Presión y caudal de bomba demasiado elevada.	Ajustar presión, verificar circuito de retorno al depósito.

Fuente: ALCALÁ GONZÁLEZ, José. *Estudio técnico de mantenimiento a vehículos montacargas*. p 91.

Hoja de inspección diaria a montacargas

Nombre Operador _____

Fecha y Hora

Lectura Horómetro

Inicio _____

Fin _____

Check	Chequeo Visual
	Llantas están infladas y sin desgaste o daño excesivo. Tuercas están bien apretadas.
	Horquillas y mástil no están doblados, gastados, o resquebrados. Límites de contención superiores están bien.
	Ampliación del respaldo de la carga está en su lugar y no está doblado, resquebrado o suelto.
	Guarda de Protección Superior está en su lugar y no está doblada, resquebrada o suelta.
	Accesorios operan bien y no están dañados.
	Carrocería del Montacargas está sin grasa o aceite en exceso.
	Aceite del motor está lleno y sin fugas.
	Aceite hidráulico está lleno y sin fugas.
	Radiador está lleno y sin fugas.
	Nivel del combustible está bien y sin fugas.
	Conexiones de la batería están apretadas.
	Cobertores sobre la batería y otras partes peligrosas están en su lugar y asegurados.
	Placa de capacidad de carga se ve y se lee con facilidad.
	Calcomanías de Advertencia y manuales del operador se ven y se leen con facilidad.
	Cinturón de seguridad o sujetadores están accesibles y sin daños, aceitosos o sucios.
	Motor funciona suave y silencioso, sin fugas o chispas del tubo de escape.
	Bocina (claxon) funciona.
	Señal de dirección (si está equipado) funciona con facilidad.
	Luces (delanteras, traseras y de advertencia) funcionan y están apuntadas correctamente.
	Indicadores e instrumentación están funcionando.
	Levantamiento y descenso funcionan sin dificultad y sin desvío excesivo.
	Inclinación funciona sin dificultad, desvío excesivo o "sonaja".
	Palancas de control están marcadas, no están sueltas o pegadas y fáciles de colocarse en neutral.
	Maniobramiento es fácil y responde sin juego excesivo.
	Frenos trabajan y funcionan sin dificultad y sin restricción. Sin fugas de aceite.
	Freno de Mano detiene al montacargas en una inclinación.
	Alarma de retroceso (si está equipado) funciona.

Fuente: LAVIN, Jack, *Seguridad con los montacargas*. p 34.

