

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS**

**TESIS DE GRADO**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
“MAGÍSTER EN CONTROL DE OPERACIONES Y GESTIÓN  
LOGÍSTICA”**

**TEMA**

**“REDISEÑO Y ANÁLISIS DE EXPANSIÓN DEL ÁREA DE  
ALMACENAMIENTO DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE UNA  
EMPRESA DE BEBIDAS CARBONATADAS”**

**AUTORES**

**HEIDI FERNANDA SAFADI ZÚÑIGA  
JAIRO FERNANDO SALAZAR KUFFÓ**

**Guayaquil – Ecuador**

**AÑO**

**2013**



## **DEDICATORIA**

Dedicamos esta tesis a nuestros padres y parejas por su constante apoyo y motivación que nos permitieron culminar con éxito. A los compañeros de curso que en el transcurso de la tesis nos brindaron ayuda, amistad y compartieron experiencias y conocimientos.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a nuestros padres por el apoyo constante y por ser el motor que impulsa a seguir formándonos académicamente.

También agradecemos a los profesores por el conocimiento impartido, a nuestros compañeros por la amistad, compañerismo y ayuda durante el periodo de la maestría.

## DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Graduación, nos corresponden exclusivamente; el patrimonio intelectual del mismo, corresponde exclusivamente a la **Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Departamento de Matemáticas** de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

---

## **FIRMA DEL TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**

---

**Ing. Víctor Vega Chica**  
**DIRECTOR DE TESIS**

---

**Ing. Guillermo Baquerizo Palma**  
**PRESIDENTE TRIBUNAL**

---

**Ing. Erwin Delgado Bravo**  
**VOCAL**

## FIRMAS AUTORES DEL PROYECTO

---

Ing. Heidi Fernanda Safadi Zúñiga

---

Ing. Jairo Fernando Salazar Kufo

# Índice de Contenido

<b>I. ANTECEDENTES, PLANTEAMIENTO, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS .....</b>	<b>I-1</b>
I.1 ANTECEDENTES.....	I-1
I.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	I-2
I.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	I-3
I.4 OBJETIVO GENERAL .....	I-4
I.5 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	I-4
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>II-6</b>
II.1 INVENTARIO (STOCK).....	II-6
II.1.1 COMPOSICIÓN DE LOS STOCKS .....	II-7
II.1.2 NIVEL DE STOCK .....	II-8
II.1.3 TIPOS DE STOCKS.....	II-9
II.1.4 ROTACIÓN Y COBERTURA DEL STOCK .....	II-10
II.1.5 MÉTODOS DE VALORACIÓN DE INVENTARIOS.....	II-11
II.1.6 COSTOS DEL INVENTARIO .....	II-12
II.1.7 TIPOS DE PRODUCTOS EN STOCK.....	II-13
II.1.7.1 BEBIDAS CARBONATADAS.....	II-13
II.1.7.2 BEBIDAS NO CARBONATADAS.....	II-14
II.1.7.3 BAG IN BOX.....	II-15
II.1.7.4 BEBIDAS ENERGIZANTES O HIPERTÓNICAS .....	II-15
II.1.7.5 BEBIDAS HIDRATANTES O ISOTÓNICAS.....	II-16
II.1.7.6 CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS TERMINADOS NO CONFORMES.....	II-16
II.2 SISTEMAS DE ESTANTERÍAS DE ALMACENAMIENTO (RACKS).....	II-17
II.2.1 ESTANTERÍA CONVENCIONAL .....	II-17
II.2.2 ESTANTERÍA DOBLE PROFUNDIDAD.....	II-18
II.2.3 ESTANTERÍA COMPACTA (DRIVE-IN) .....	II-19
II.2.4 ESTANTERÍA DE GRAVEDAD (FLOW RACK).....	II-20
II.2.5 ESTANTERÍA PUSH BACK .....	II-21
II.3 EQUIPOS PARA MOVIMIENTO DE CARGAS .....	II-22
II.3.1 MONTACARGAS CONTRABALANCEADOS CON MOTOR DE COMBUSTIÓN O ELÉCTRICOS..	II-23
II.3.2 MONTACARGAS TIPO PASILLO ANGOSTO.....	II-24
II.3.2.1 MONTACARGAS TIPO REACH .....	II-24
II.3.2.2 MONTACARGAS TIPO TURRET .....	II-24
II.3.2.3 MONTACARGAS TIPO ORDER PICKERS.....	II-25
II.3.3 CARRETILLAS O TRANSPALETAS .....	II-26
II.4 SISTEMA ABC .....	II-26
II.5 OPTIMIZACIÓN DEL LAYOUT.....	II-29
II.5.1 MODELOS DE GESTIÓN OPERATIVA DE LOS ALMACENES.....	II-31
II.5.2 DISEÑO INTERNO Y EXTERNO DEL LAYOUT.....	II-33
II.5.3 IDENTIFICACIÓN DE UBICACIONES.....	II-40

<b>III.</b>	<b>ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN EL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN.....</b>	<b>III—44</b>
III.1	SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO.....	III—44
III.2	IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS DEL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN.....	III—46
III.3	PRINCIPALES PROBLEMAS A RESOLVER.....	III—47
<b>IV.</b>	<b>RESOLUCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA DEL PROYECTO.....</b>	<b>IV-55</b>
IV.1	ANÁLISIS ABC DE LOS PRODUCTOS EN BASE A SU ROTACION.....	IV-55
IV.2	DETERMINACIÓN DE LA UNIDAD DE CARGA.....	IV-57
IV.3	ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y PRESENTACIÓN DE PROPUESTAS (ELECCIÓN Y DISEÑO DE PERCHAS) IV-69	
IV.4	ELECCIÓN DE MONTACARGAS (MOVIMIENTOS).....	IV-83
IV.5	COSTO BENEFICIO DE LA INVERSIÓN.....	IV-86
IV.6	DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS (DEFINICIÓN DE AREAS DE ALMACENAMIENTO) DISTRIBUCIÓN FÍSICA DE LOS PRODUCTOS.....	IV-88
IV.7	REDUCCION PRODUCTOS FUERA DE NORMA.....	IV-90
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>V-94</b>
V.1	CONCLUSIONES.....	V-94
V.2	RECOMENDACIONES.....	V-96
V.3	REFERENCIAS.....	V-97

## Índice de Figuras

Figura 2-1	FENÓMENO EFECTO RÍO.....	II—8
Figura 2-2	GRÁFICA DE LOS COSTOS DEL INVENTARIO.....	II—13
Figura 2-3	ESTANTERÍA CONVENCIONAL.....	II—18
Figura 2-4	ESTANTERÍA DOBLE PROFUNDIDAD.....	II—19
Figura 2-5	ESTANTERÍA COMPACTA (DRIVE-IN).....	II—20
Figura 2-6	ESTANTERÍA DE GRAVEDAD (FLOW RACK).....	II—21
Figura 2-7	ESTANTERÍA PUSH BACK.....	II—22
Figura 2-8	MONTACARGAS CONTRABALANCEADO.....	II—23
Figura 2-9	MONTACARGAS TIPO REACH.....	II—24
Figura 2-10	MONTACARGAS TIPO TURRET.....	II—25
Figura 2-11	MONTACARGAS TIPO ORDER PICKERS.....	II—25
Figura 2-12	TRANSPALETAS.....	II—26
Figura 2-13	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN ABC.....	II—28
Figura 2-14	EJEMPLO DEL LAYOUT DE UN ALMACÉN.....	II—30
Figura 2-15	ALMACÉN ORGANIZADO.....	II—31
Figura 2-16	ALMACÉN CAÓTICO.....	II—32
Figura 2-17	DISTRIBUCIÓN DE PISO SEGÚN CARGA FRACCIONADA.....	II—32
Figura 2-18	DISTRIBUCIÓN DE PISO SIN CARGA FRACCIONADA.....	II—33
Figura 2-19	DISTRIBUCIÓN DE FLUJO "U".....	II—36
Figura 2-20	DISTRIBUCIÓN DE FLUJO "T".....	II—36
Figura 2-21	DISTRIBUCIÓN DE FLUJO EN LÍNEA RECTA.....	II—37
Figura 2-22	DISTRIBUCIÓN DE FLUJO EN "L".....	II—38
Figura 2-23	DISTRIBUCIÓN FÍSICA DEL TERRENO ACTUAL.....	II—40

Figura 2-24 CODIFICACIÓN POR ESTANTERÍA.....	II—41
Figura 2-25 CODIFICACIÓN POR PASILLO.....	II—42
Figura 3-1 PLANO CENTRO DE DISTRIBUCIÓN ACTUAL .....	III-48
Figura 3-2 PERFIL DE INVENTARIO VS CAPACIDAD TOTAL DE ALMACENAMIENTO (QUINCENAL-CAJAS).....	III-51
Figura 3-3 PERFIL DE INVENTARIO VS CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO EN RACKS (QUINCENAL-CAJAS).....	III-52
Figura 3-4 PERFIL DE INVENTARIO VS CAPACIDAD TOTAL DE ALMACENAMIENTO (MENSUAL-PALLETS).....	III-52
Figura 3-5 PERFIL DE INVENTARIO VS CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO EN RACKS (MENSUAL-PALLETS) .....	III-53
Figura 4-1 ANÁLISIS ABC EN BASE A LA ROTACIÓN VENTAS Y PRONÓSTICO DICIEMBRE 2012-2013 .....	IV-55
Figura 4-2 ANÁLISIS ABC EN BASE A LA ROTACIÓN VENTAS TOTALES Y PRONÓSTICOS 2012-2013 .....	IV-56
Figura 4-3 VISTA SUPERIOR / INFERIOR PALLETS ESTÁNDAR .....	IV-58
Figura 4-4 VISTA LATERAL PALLET ESTÁNDAR .....	IV-58
Figura 4-5 VISTA FRONTAL PALLET ESTÁNDAR .....	IV-59
Figura 4-6 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPOS 1-2-3 .....	IV-60
Figura 4-7 CONFIGURACIÓN DE PALETIZADO GRUPO 4 .....	IV-61
Figura 4-8 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPO 5.....	IV-62
Figura 4-9 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPO 6.....	IV-62
Figura 4-10 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPO 7.....	IV-63
Figura 4-11 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPO 8.....	IV-63
Figura 4-12 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPO 9.....	IV-64
Figura 4-13 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPO 10.....	IV-64
Figura 4-14 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPO 11.....	IV-65
Figura 4-15 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPO 12.....	IV-65
Figura 4-16 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPO 13.....	IV-66
Figura 4-17 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPO 14.....	IV-66
Figura 4-18 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPO 15.....	IV-67
Figura 4-19 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPO 16.....	IV-67
Figura 4-20 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPO 17.....	IV-68
Figura 4-21 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPO 18.....	IV-68
Figura 4-22 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPO 19.....	IV-69
Figura 4-23 PLANO DE BODEGA CON LA AMPLIACIÓN .....	IV-71
Figura 4-24 PLANO DE BODEGA ESCENARIO 1.....	IV-72
Figura 4-27 PLANO DE BODEGA ESCENARIO 2.....	IV-73
Figura 4-26 PLANO DE BODEGA ESCENARIO 3.....	IV-74
Figura 4-27 PLANO DE BODEGA ESCENARIO 4.....	IV-75
Figura 4-28 PLANO DE BODEGA ESCENARIO 5.....	IV-76
Figura 4-29 PLANO DE BODEGA ESCENARIO 6.....	IV-77
Figura 4-30 PLANO DE BODEGA ESCENARIO 7.....	IV-78
Figura 4-31 PLANO DE BODEGA ESCENARIO 8.....	IV-79
Figura 4-32 ACUMULADOR DE RODILLOS .....	IV-80

Figura 4-33 PLANO DE BODEGA ESCENARIO 9.....	IV-81
Figura 4-34 MONTACARGAS ELÉCTRICO CON PANTÓGRAFO.....	IV-85
Figura 4-35 DISTRIBUCIÓN FÍSICA SEGÚN EL TIPO DE PRODUCTO ABC.....	IV-89

## Índice de Tablas

Tabla 3-1 PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES DEL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN .....	III—46
Tabla 3-2 CAPACIDAD ACTUAL DE ALMACENAMIENTO DE LA EMPRESA.....	III-49
Tabla 3-3 DATOS ACTUALES DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO .....	III-49
Tabla 3-4 ALMACENAMIENTO PROMEDIO MENSUAL EN CAJAS .....	III-50
Tabla 3-5 ALMACENAMIENTO PROMEDIO MENSUAL EN PALLETS .....	III-50
Tabla 4-1 RESUMEN DE ANÁLISIS ABC EN BASE A LA ROTACIÓN VENTAS Y PRONÓSTICO DICIEMBRE 2012-2013 .....	IV-57
Tabla 4-2 TABLA DE TRAMADO DIVIDIDO EN GRUPOS.....	IV-60
Tabla 4-3 DATOS DE CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO CD AMPLIADO.....	IV-83
Tabla 4-4 COSTO DE INVERSIÓN DE PROPUESTA RECOMENDADA .....	IV-86
Tabla 4-5 COSTO ALQUILER POR DÉFICIT DE CAPACIDAD .....	IV-87
Tabla 4-6 NÚMERO DE POSICIONES ASIGNADAS A TIPO DE PRODUCTO ABC.....	IV-88
Tabla 4-7 ANALISIS PRODUCTO FUERO DE NORMA EN CAJAS.....	IV-91
Tabla 4-8 ANALISIS PRODUCTO FUERO DE NORMA EN \$.....	IV-91
Tabla 4-9 ANALISIS PRODUCTO FUERO DE NORMA VS INVERSION.....	IV-92



## I. ANTECEDENTES, PLANTEAMIENTO, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

### I.1 ANTECEDENTES

La empresa a la cual se analizó para realizar este estudio, está ubicada en la ciudad de Guayaquil y pertenece a la industria embotelladora del país. Su actividad económica es la producción, comercialización y distribución de bebidas carbonatadas.

Se inició en el país como una empresa familiar y con el pasar de los años ha sufrido varios cambios. Durante los años que la empresa fue manejada como un negocio familiar, muchas de las actividades importantes de la misma fueron manejadas y diseñadas de manera empírica, sin los debidos estudios y análisis pertinentes de una empresa productora y distribuidora de productos de consumo masivo, como lo son las bebidas carbonatadas.

El área de almacenaje del centro de distribución de esta empresa, fue una de las áreas afectadas por este mal manejo, área que aporta con un gran volumen en productos fuera de norma, el diseño del layout y los racks utilizados no son los más indicados para la actividad del negocio y restan productividad al almacenamiento y despacho de los productos.

Por esta razón en esta tesis se va a realizar el rediseño del área de almacenamiento del centro de distribución para cumplir con los estándares que satisfagan la demanda de los entes reguladores de buenas prácticas de manufactura, respetando las normativas y regulaciones del país.

## **I.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La capacidad de almacenamiento del centro de distribución (1) resulta insuficiente para la cantidad de producto que recibe de las líneas de producción y la demanda del mercado, incurriendo en problemáticas de almacenamiento del producto, el cual se ve afectado en términos de calidad, inocuidad, orden, productos fuera de norma, costos y oportunidad de mejoras.

La desorganización del layout y la ubicación no sistematizada de los productos hace que el almacenamiento y despacho del producto sea demasiado lento, reduciendo la productividad del centro de distribución y por ende de la compañía.

La capacidad de almacenamiento en racks es menor a la política de inventario definida de 3 días de stock de seguridad vs demanda. La capacidad actual de almacenaje en racks es de 71.232 cajas de bebidas (1.696 pallets) con un promedio de 42 cajas por pallet (2), cuando la política de inventario es de almacenar aproximadamente 193.116 cajas (4.598 pallets). Lo cual ha hecho que el producto sea almacenado en el suelo y pasillos del centro de distribución, bodega de la planta de producción y carpas externas, lo cual atenta contra las normas de seguridad y desempeño. El tipo de Racks que se utiliza es el DRIVE IN, el cual no permite mantener una política FIFO (First In First Out) ocasionando no aplicar la rotación correcta a los productos.

El tener productos mal almacenados ha provocado que la empresa tenga serios problemas con productos fuera de norma y rotura de sus envases de vidrio que son rechazados por el área de calidad por no cumplir con normas de buenas prácticas de manufactura.

El desarrollo de nuevas presentaciones de los productos ha provocado el incremento desmedido de SKUs y el exceso de inventario, aportando al incremento de sobre stock en el centro de distribución y el deterioro de ciertos productos por falta de demanda en el mercado, debido a la sobre oferta de diferentes presentaciones de un mismo producto.

(1) Índice de Capacidad de Almacenamiento cajas/m<sup>2</sup>

(2) Normativa Internacional de la Empresa en Estudio

### **I.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

Los Centros de Distribución son una pieza fundamental para el desarrollo y crecimiento de las empresas que se dedican a la venta y distribución de productos de consumo masivo; ahí su importancia en el diseño, manejo eficaz y eficiente de los mismos para reducir los costos financieros operativos y de inversión.

Una empresa multinacional con un portafolio de 83 SKUs, siendo líder de mercado en algunas de sus marcas necesita tener un centro de distribución con procesos ordenados y controlados, para así poder eliminar costos por productos caducados, deteriorados, fuera de norma, y minimizar costos de inventarios y distribución.

Con un centro de distribución con limitante para almacenar, sin una política de rotación de inventario clara, sin un análisis ABC por rotación de sus productos y que maneja millones de dólares en producto terminado de producción nacional e importados, genera un gasto en caducidades y producto fuera de norma o deteriorado de aproximadamente \$120.000 anual y una rotura de producto vidrio de \$198.000 anual. Por ende requiere de un profundo análisis, evaluación y planteamiento de nuevas políticas de inventario, rediseño de su layout obsoleto, procesos de almacenamientos basados en estudios y métodos de almacenamiento según su tipo de negocio.

El desarrollo de esta tesis permitirá que la empresa optimice los recursos mejorando el manejo de inventario, reduciendo los desperdicios por caducidad y deterioro, aumentando la capacidad de almacenaje a sus necesidades actuales y con una holgura para un futuro crecimiento.

#### **I.4 OBJETIVO GENERAL**

Rediseñar el layout del área de almacenamiento del centro de distribución considerando planes de expansión del mismo, para optimizar y mejorar la productividad, capacidad de almacenamiento, eliminar costos por caducidad y deterioro de producto, realizando un mejor manejo de la distribución para los clientes.

#### **I.5 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Realizar un análisis ABC de portafolio de productos, basados en la rotación de los mismos.
- Rediseñar y optimizar el layout actual del centro de distribución.
- Ubicar los productos sistematizadamente, según el análisis de flujo de material.
- Analizar el tipo de racks más convenientes para el giro del negocio.
- Analizar el mejoramiento del índice de almacenamiento del centro de distribución basado en cajas/m<sup>2</sup>, para necesidades futuras.
- Reducir productos fuera de norma en cajas y en \$\$.



## II. MARCO TEÓRICO

### II.1 INVENTARIO (STOCK)

El inventario es un activo tangible que incurre en costos, ata el capital de trabajo (Working Capital), utiliza espacio y debe ser gestionado tanto de entrada como de salida, es por esto que las empresas buscan minimizar la cantidad de inventario en sus bodegas.

Las empresas guardan inventario para la venta o para producir bienes y servicios para la venta. El inventario ofrece un tipo de seguridad que llenan los huecos temporales producidos entre la oferta y la demanda; un buen control y planificación del stock puede minimizar los costos del mismo y mejorar su eficiencia y eficacia.

El stock es importante puesto que nos ayuda a evitar la escasez y protegernos ante la posibilidad de que los proveedores tengan algún retraso inesperado o la demanda sea mayor de lo previsto, el stock también permite brindar un buen nivel de servicio a los clientes, ya que un motivo para almacenar es tener el artículo disponible cuando lo demande el cliente.

Las preguntas básicas con respecto a las decisiones a tomar sobre el inventario son:

¿Cuándo ordenar?

¿Cuánto ordenar?

¿Cómo controlar el inventario?

### II.1.1 COMPOSICIÓN DE LOS STOCKS

La composición de los stocks están dados de las siguientes maneras y estos dependen de la naturaleza de la compañía:

- **Materias primas:** Productos o materiales almacenados que se utilizan para la fabricación y que se encuentran a la espera de ser usados en el proceso de producción.
- **Productos semiterminados (Work-in-process):** Productos en curso o parcialmente terminados.
- **Productos terminados o mercaderías:** Productos almacenados listos para la venta, sin necesidad de algún otro proceso de producción.
- **Repuestos y materiales diversos:** Sirven para mantener las máquinas y equipos empleados por la empresa a punto.
- **Productos defectuosos u obsoletos:** Productos con defecto de fabricación o que han quedado obsoletos por permanecer mucho tiempo sin venderse.
- **Envases y embalajes:** Los envases son los recipientes que servirán para comercializar el producto que contienen. Los embalajes sirven para proteger el producto envasado durante la manipulación, el almacenamiento y el transporte.

Los tipos de inventario son identificados por su SKU, que significa Stocking Keeping Unit y es un código asociado con un producto para fines del manejo del inventario, cada SKU debe ser único ya que identifica a un producto individual.

## II.1.2 NIVEL DE STOCK

El nivel de stock o inventario es la cantidad de existencias de un artículo almacenado en un momento dado, por lo tanto es importante contar con un nivel óptimo que nos permita satisfacer la demanda de manera eficiente.

Cuando no se puede cumplir con la demanda, se dice que existe una rotura de stock y esto trae varios problemas:

- Pérdidas de ventas
- Pérdida de la confianza de los clientes
- Deterioro de la imagen de la empresa

Es muy difícil de cuantificar las pérdidas por una rotura de stock. Pero para evitarlo es necesario mantener un nivel óptimo que evite el desabastecimiento y el exceso al mismo tiempo.

Cuando una empresa reduce sus niveles de stock, puede dar a relucir el llamado efecto río: la reducción del agua deja ver las rocas que interfieren el proceso, como se puede observar en la figura 2.1.

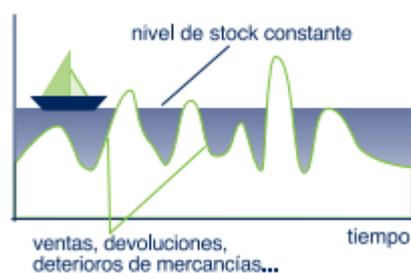


Figura II-1FENÓMENO EFECTO RÍO

Fuente: [http://pabnato.files.wordpress.com/2010/10/nivel-de-stock\\_-control-1-2\\_32474\\_3\\_1.jpg](http://pabnato.files.wordpress.com/2010/10/nivel-de-stock_-control-1-2_32474_3_1.jpg)

Al ajustar los niveles de stocks a la demanda, la empresa puede descubrir defectos de calidad, plazos de entrega excesivos, que la producción es poco flexible, que el transporte es ineficiente; problemas que desconocía antes de estos cambios o a los que simplemente no se les prestaba atención.

Al poner al descubierto los diversos problemas de ineficiencia dentro de la empresa, este fenómeno tiene un efecto beneficioso, ya que dichos problemas se encontraban ocultos por un stock excesivo.

### II.1.3 TIPOS DE STOCKS

Los tipos de stocks se pueden clasificar por su funcionalidad y su gestión:

- Stock de ciclo: Sirve para atender la demanda normal de los clientes.
- Stock de seguridad: Sirve para cubrir la demanda cuando existan retrasos inesperados de los proveedores o demandas inesperadas de los clientes. Es un colchón que ayuda a evitar las roturas de stock.
- Stock de presentación: Sirve para atender las ventas más inmediatas y están a la vista del consumidor.
- Stock estacional: Su objetivo es estar preparado para aquellas ventas esperadas que se producen en una determinada estación o temporada.
- Stock en tránsito: Es el que está circulando por las diferentes etapas del proceso productivo o de comercialización.
- Stock de recuperación: Son productos que han sido usados, pero que pueden ser reutilizados en parte o en su totalidad para otros nuevos.
- Stock muerto. Son los artículos obsoletos que deben ser descartados ya que no sirven para ser reutilizados.

- Stock especulativo. Si se cree que la demanda de un producto determinado bien va a aumentar en gran manera, se acumula stock cuando aún no hay tal demanda.

#### II.1.4 ROTACIÓN Y COBERTURA DEL STOCK

Se entiende por rotación de stock el número de veces que un artículo se ha vendido en un determinado periodo de tiempo, recuperando así la inversión realizada.

Las ventajas de tener una alta rotación son:

- Una menor inversión en stock, ya que los productos pasan menos tiempo en la bodega.
- Menos pérdidas por productos obsoletos.
- Menos costos de almacenamiento.

Las desventajas de tener una alta rotación son:

- Mayor probabilidad de sufrir rotura de stock.
- Mayores costos en el departamento de compras.
- Los descuentos por grandes volúmenes de compra se pueden perder al realizar pedidos más pequeños, aunque más frecuentes.

El índice de rotación relaciona las ventas anuales con el stock medio, es decir es el número de veces que un artículo rota a lo largo de un año, tal y como lo demuestra la ecuación (1).

$$\text{Índice de Rotación} = \frac{\text{Ventas por Año}}{\text{Stock Medio}} \quad (1)$$

El stock medio es el volumen promedio de productos que almacenamos en una bodega durante un periodo de tiempo, expresa la inversión en existencias que en promedio, realiza la empresa.

La cobertura del stock nos indica el número de días que el stock promedio pueda cubrir la demanda, lo podemos observar en la ecuación (2), este es un parámetro muy utilizado para el control de la gestión logística de una empresa.

$$\text{Cobertura} = \text{Stock Medio} / \text{Venta Diaria} \quad (2)$$

### II.1.5 MÉTODOS DE VALORACIÓN DE INVENTARIOS

Existen varios métodos para valorar los inventarios, entre los más importantes tenemos:

- Método FIFO (First In First Out): Este método se basa en que lo primero que entra es lo primero en salir. Su apreciación se adapta más a la realidad del mercado, ya que emplea una valoración basada en costos más recientes.
- Método LIFO (Last In Last Out): Contempla que toda aquella mercancía que entra de último es la que primero sale. Su ventaja se basa en que el inventario mantiene su valor estable cuando ocurre algún alza en los precios.
- Método del costo promedio aritmético: El resultado lo dará la media aritmética de los precios unitarios de los artículos.
- Método del promedio ponderado: Este promedio se calculará ponderando los precios con las unidades compradas, para luego dividir los importes totales entre el total de las unidades.
- Método del costo promedio móvil: Calcula el valor de la mercancía, de acuerdo con las variaciones producidas por las entradas y salidas (compras o ventas) obteniéndose promedios sucesivos.

## II.1.6 COSTOS DEL INVENTARIO

Los costos más relevantes en la administración de los inventarios son:

- Costo de pedido: Es el costo generado por las actividades efectuadas en una orden de pedido para reponer las existencias. Está dado por la ecuación (3).

$$\text{Costo de Pedido} = DC_o/Q \quad (3)$$

D = Demanda anual de artículos en unidades/año

C = Costo del artículo en \$/unidad

o = Costo de adquisición en \$/pedido

Q = Tamaño del pedido en unidades

- Costo de almacenaje: Comprende todos los procesos y actividades efectuadas para mantener en buen estado, de forma ordenada y un stock suficiente del inventario dentro del almacén. Esto incluye el costo de inversión en tener el producto sin vender, costo de limpieza, costo de espacio. Está dado por la ecuación (4).

$$\text{Costo de Almacenaje} = QCh/2 \quad (4)$$

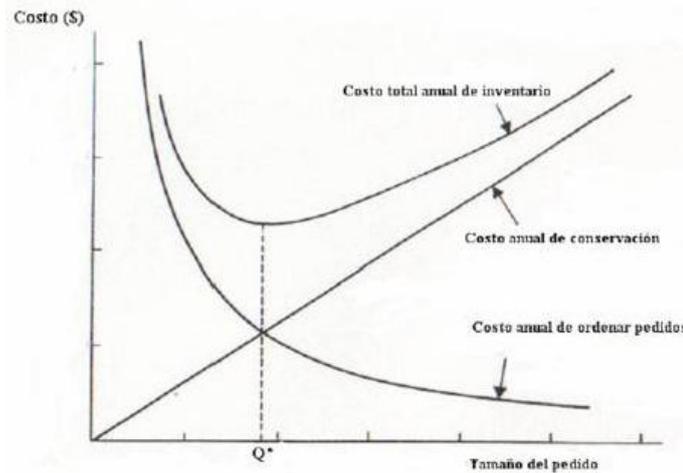
Q = Tamaño del pedido en unidades

C = Costo del artículo en \$/unidad

h = Costo de manejo en porcentaje/pedido

- Costo total del inventario: Es la suma de los costos anteriores, tal y como podemos observar en la ecuación (5). Además en la figura 2.3 podemos apreciar la representación gráfica de los costos del inventario.

$$\text{Costo Total del Inventario} = DC_o/Q + QCh/2 \quad (5)$$



**Figura II-2GRÁFICA DE LOS COSTOS DEL INVENTARIO**

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos65/gestion-inventario/gestion-inventario2.shtml>

### II.1.7 TIPOS DE PRODUCTOS EN STOCK

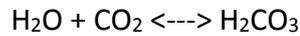
Para esta tesis en particular los productos a manejar son los siguientes:

- Bebidas carbonatadas.
- Bebidas no carbonatadas.
- Bag in box
- Bebidas energizantes o hipertónicas.
- Bebidas hidratantes o isotónicas.

#### II.1.7.1 BEBIDAS CARBONATADAS

La gaseosa es una bebida saborizada, efervescente (carbonatada) y sin alcohol. Estas bebidas suelen consumirse frías, para ser más refrescantes y para evitar la pérdida de dióxido de carbono, que le otorga la efervescencia.

El agua con dióxido con carbono produce un equilibrio químico con el ácido carbónico, cuya fórmula hace que una gaseosa tenga la sensación refrescante:



H<sub>2</sub>O: Fórmula molecular del agua.

CO<sub>2</sub>: Fórmula molecular del dióxido de carbono.

H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>: Fórmula molecular del ácido carbónico.

En las bebidas carbonatadas se cuenta con varias presentaciones o tamaños, clasificados en:

- Tamaños personales:
  - 237ml Vidrio
  - 400ml Vidrio
  - 250ml Plástico
  - 400ml Plástico
  
- Tamaños familiares:
  - 1600ml Plástico
  - 2000ml Plástico
  - 2250ml Plástico
  - 3000ml Plástico

### II.1.7.2 BEBIDAS NO CARBONATADAS

Es una bebida sin gas o refresco sin gas, cuya fórmula es un refresco con concentrado de fruta, mezclado con agua desairada. Sus presentaciones solo vienen en tamaño personal de 250ml Vidrio.

### II.1.7.3 BAG IN BOX

El sistema de envasado bag in box consiste fundamentalmente en colocar un producto líquido dentro de una bolsa cerrada con una válvula para su dosificación, y dicha bolsa se introduce dentro de una caja cerrada. La principal característica del envase bag in box es que permite conservar el producto envasado con todos sus atributos de calidad ya que la bolsa se contrae a medida que se vacía, impidiendo de esta manera el contacto del producto con el aire. Además aísla y protege el producto envasado de la luz que también puede alterarlo. El envase bag in box se compone de tres elementos:

- La bolsa, cerrada y hermética, tiene por finalidad contener y proteger al producto hasta el momento de su uso. Se fabrican en función al producto a envasar y el modo de consumición del mismo, pudiendo seleccionar materiales de alta, media o baja barrera, y capacidades de: 1 galón, 5 galones.
- La válvula de descarga que permite el vaciado de la bolsa. Existen varios tipos de válvulas, totalmente herméticas, que se adaptan al tipo de producto a envasar y al modo de vaciado. Estas válvulas se encuentran en el interior de la caja hasta la primera utilización, de modo que no pueden ser accionadas de manera accidental, ni sufrir daños durante el transporte o almacenamiento.
- La caja contenedora que tiene como función contener y proteger la bolsa y la válvula, ofreciendo a su vez una superficie apta para la impresión de marcas, publicidad, etc. Los materiales empleados son cartón ondulado o microondulado, ya que se trata de materiales fuertes, ligeros y estables.

### II.1.7.4 BEBIDAS ENERGIZANTES O HIPERTÓNICAS

Son bebidas sin alcohol y con algunas virtudes estimulantes que desde hace más de una década han salido al mercado mundial ofreciendo al consumidor supuestas

virtudes regeneradoras de la fatiga y el agotamiento, además de aumentar la habilidad mental y desintoxicar el cuerpo.

Están compuestas principalmente por cafeína, varias vitaminas, y otras sustancias naturales orgánicas, que eliminan la sensación de agotamiento de la persona que las consume. No se deben confundir con bebidas re-hidratantes ni con otro tipo de bebidas como las gaseosas, ya que inclusive en los mismos envases se advierte que no se considera una bebida hidratante. Por contener altas dosis de cafeína pueden producir dependencia. Viene en una sola presentación en envase plástico de 365ml.

#### **II.1.7.5 BEBIDAS HIDRATANTES O ISOTÓNICAS**

Una bebida hidratante está definida como aquella bebida con capacidad de devolverle la energía y reponer las pérdidas de agua y sales minerales al cuerpo, después de hacer ejercicio físicos de más de una hora de duración, para mantener el equilibrio metabólico suministrando fuentes de energía de rápida absorción. En vista de que la ingesta de agua no es efectiva para producir una hidratación eficiente, ya que la absorción del agua disminuye la os molaridad plasmática, suprimiendo la sed e incrementando la producción de orina. Teniendo en el mercado las presentaciones de 473ml vidrio, 500ml plástico, 591ml plástico, 750ml plástico y 1 litro plástico.

#### **II.1.7.6 CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS TERMINADOS NO CONFORMES**

Los productos terminados pueden presentar varios problemas antes de salir a la venta para el público en general, estos son los más comunes:

- **Producto caducado:** Se considera un producto caducado a aquel producto que deja de ser apto para el consumo, especialmente un alimento envasado, que pasa su fecha de límite de consumo.
- **Producto deteriorado:** Disminución con el tiempo de la vida útil de un producto, por razones de uso o efectos ambientales.
- **Producto fuera de norma:** Se considera producto fuera de norma aquellos productos que no cumplen las normativas internacionales de llenado de gaseosas.

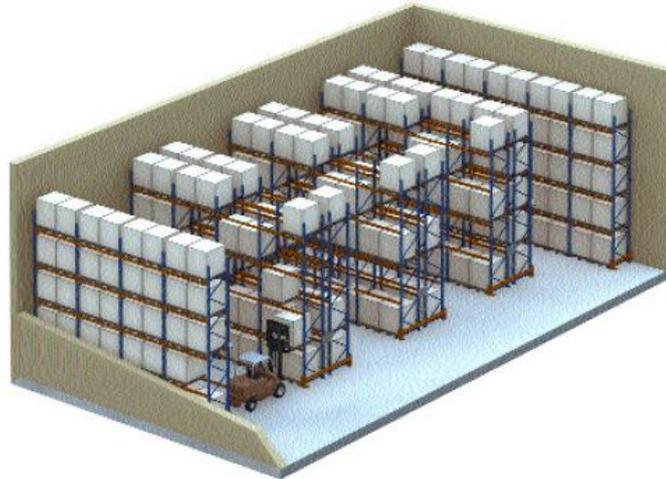
## II.2 SISTEMAS DE ESTANTERÍAS DE ALMACENAMIENTO (RACKS)

Existen varios diseños de estanterías para el almacenamiento de pallets. Entre las más comunes tenemos:

- Estantería convencional.
- Estantería de doble profundidad.
- Estantería compacta (Drive-in).
- Estantería de gravedad (Flow rack).
- Estantería push back.

### II.2.1 ESTANTERÍA CONVENCIONAL

También conocida como estantería selectiva, ya que toda la carga siempre da hacia un pasillo, este sistema es clásico y actualmente es el más utilizado en la industria, ya que provee un uso eficiente del espacio y además permite el acceso inmediato a toda la mercadería. En la figura 2.3 podemos observar un ejemplo.



**Figura II-3 ESTANTERÍA CONVENCIONAL**

Fuente: <https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQX90t4MKqjXukbzRVGqieUi3zVm29vdY1J29H56mUkl3Nt7rPvMw>

La altura de este sistema de estanterías está determinada por las dimensiones del edificio, el equipo de montacargas disponible y las consideraciones de uso; los pasillos también se los determina en base al equipo de montacargas. Pueden ser de pasillo ancho, angosto o muy angosto.

Este sistema de estanterías es ideal para productos que requieren menos de 6 meses de almacenamiento y que se necesiten estar separados para una selección individual e inmediata. Es apta para cualquier tipo de producto A, B o C. El costo promedio por posición oscila entre \$50 - \$60.

## II.2.2 ESTANTERÍA DOBLE PROFUNDIDAD

Este sistema es casi igual al anterior, la diferencia es que tienes dos posiciones de carga de profundidad, su ventaja es requiere de menos pasillos y por ende hay un mayor uso del espacio del suelo, su desventaja es menos accesibilidad a la carga, es decir si requiero algo del pallet ubicado en la parte más profunda, primero necesito mover el pallet que da hacia el pasillo, además de que se necesita de un aditamento especial en el montacargas para alcanzar el pallet más profundo.

Este tipo de estantería se utiliza preferiblemente para productos tipo A y B, aunque también puede ser usada para productos tipo C, el costo promedio por posición es igual al de la simple, pero se debe invertir en el pantógrafo que es una especie de acordeón que permite que los montacargas puedan acceder al pallet de la posición trasera. Una gráfica de este tipo estantería lo podemos observar en la figura 2.4.

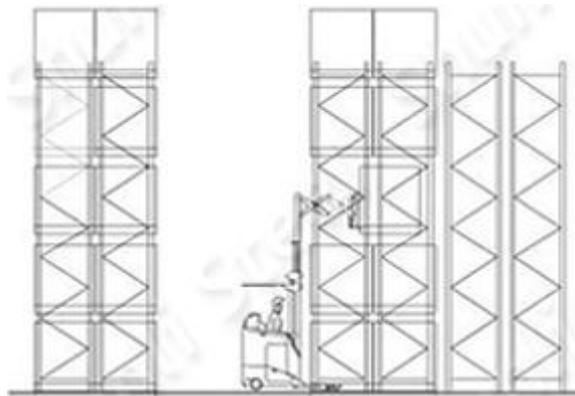


Figura II-4 ESTANterÍA DOBLE PRODUNDIDAD

Fuente: <https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSYMM1vkNipBsa8mIU-IoEC3Seh4KeKYggvPi-u7YnSuAQgaQ3I>

### II.2.3 ESTANterÍA COMPACTA (DRIVE-IN)

Este sistema se utiliza cuando no existen una gran variedad de SKUs o referencias, también se la utiliza para los productos de mayor venta, ya que de estos hay una gran cantidad de inventario. La figura 2.5 nos demuestra esta clase de estantería.



**Figura II-5 ESTANTERÍA COMPACTA (DRIVE-IN)**

Fuente: <https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRH2VzAPNZWqxbXuGPZOI55Wp1ij2MjzsuWS044R4aR0Gq1XPUZ>

Para seguir un sistema FIFO hay que asignar 2 o más calles a un mismo artículo, primero se realizan el despacho de una calle hasta que esta quede vacía y luego se continúa con la siguiente, luego en las calles vacías se procede a introducir los nuevos productos. De esta manera se evita que los productos caduquen o caigan en obsolescencia su principal ventaja es la gran cantidad de espacio de almacenamiento; su desventaja es la poca cantidad de SKUs con los que puede trabajar. Se utiliza para almacenar productos tipo A, el costo promedio por posición oscila entre \$90 - \$100.

#### **II.2.4 ESTANTERÍA DE GRAVEDAD (FLOW RACK)**

Este tipo de estantería consiste de elementos que son una estructura de estantería estática y un sistema de rodillos ubicados con un cierto ángulo de declive a lo largo del rack, estos rodillos permiten que gracias a la gravedad se muevan desde la posición de carga hasta la posición de descarga ideal para productos tipo A, aunque también pueden ser usados para productos tipo B. Un ejemplo de este tipo de estantería lo podemos ver en la figura 2.6.

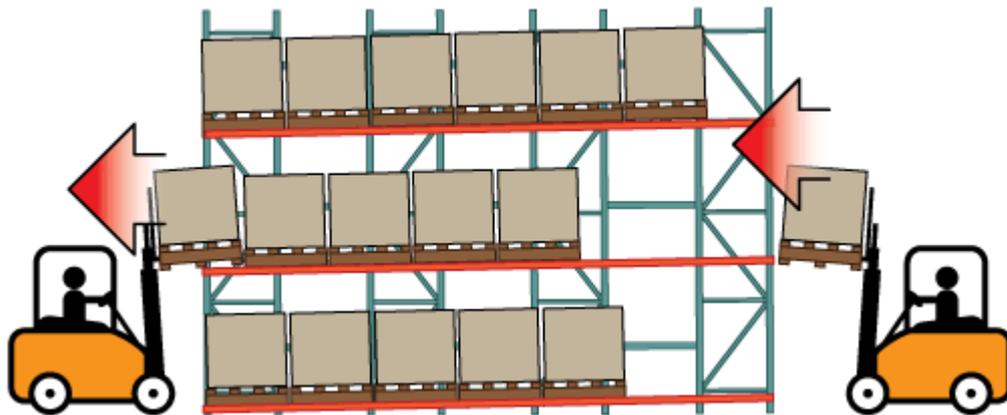


Figura II-6 ESTANTERÍA DE GRAVEDAD (FLOW RACK)

Fuente: [https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSlm9wDOcpZoXpYS\\_yfbkuNANtzww7fH9MOj\\_OSH-x0tyK2fO00](https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSlm9wDOcpZoXpYS_yfbkuNANtzww7fH9MOj_OSH-x0tyK2fO00)

Este sistema se usa principalmente en bodegas donde la densidad de almacenaje y la rotación es una prioridad, por ende funcionan bien para un control de inventario con sistema FIFO, reduce los costos de manejo ya que minimiza la labor de los montacargas, el tráfico es más ordenado, se incrementa la productividad y ahorra espacio. El costo promedio por posición de este tipo de estantería es de \$250 - \$260 debido a los rodillos, que encarecen bastante los costos.

### II.2.5 ESTANTERÍA PUSH BACK

Sistema de almacenaje por acumulación o push back que permite almacenar pallets que se asientan sobre un conjunto de carros que se desplazan, por empuje, sobre los carriles de rodadura, este tipo de sistema es ideal para productos de media rotación o sea productos tipo B, con dos o más paletas por referencia y que utilicen el sistema LIFO, ya que la última paleta que entra es la primera que sale. El costo promedio por posición es de \$230 - \$240 debido a los carros que se utilizan para desplazar los pallets y que hacen que suban los costos. La figura 2.7 nos enseña cómo funciona este otro tipo de estantería.

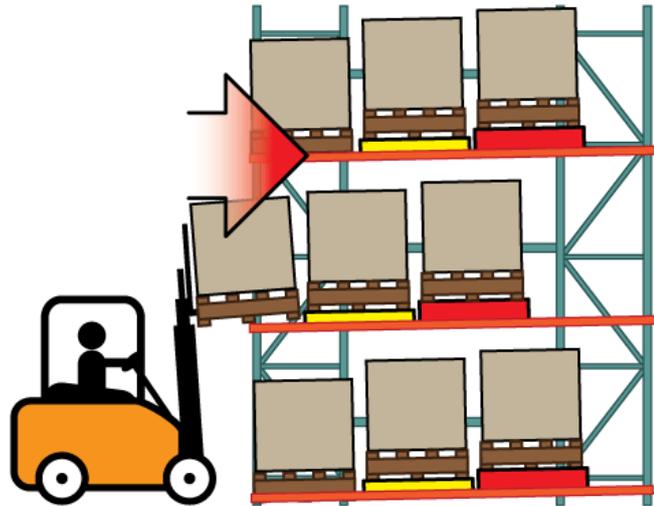


Figura II-7 ESTANTERÍA PUSH BACK

Fuente: <http://www.mecalux.com.ar/racks-para-pallets/racks-push-back>

### II.3 EQUIPOS PARA MOVIMIENTO DE CARGAS

La manipulación y movimiento de cargas dentro del interior de los almacenes se lo realiza con la ayuda de maquinaria especialmente diseñada para el manipuleo pallets. La máquina de manipulación de pallets más utilizada es el montacargas contrabalanceado. Sobre este concepto inicial se han desarrollado varias adaptaciones para las diversas necesidades y usos al que esté destinado.

Los principales tipos de montacargas que podemos encontrar dentro de los almacenes son los siguientes:

- Montacargas contrabalanceados con motor de combustión o eléctricos.
- Montacargas tipo pasillo angosto. (Reach, Turret, Order Pickers)
- Carretillas o transpaletas con o sin mástil.

### II.3.1 MONTACARGAS CONTRABALANCEADOS CON MOTOR DE COMBUSTIÓN O ELÉCTRICOS

Estos montacargas pueden ser equipados con motores a gasolina, diésel o GLP, el GLP se usa en ambientes internos por su baja contaminación, según la ITA (Industrial Truck Association) estos tipos de montacargas pertenecen a la clase 4 si vienen con llantas sólidas y clase 5 si vienen con llantas neumáticas. En la figura 2.8 se puede apreciar un ejemplo de esta clase de montacargas.

También los montacargas pueden ser eléctricos, que utilizan baterías para su funcionamiento, ideal para ambientes cerrados, aunque estos montacargas requieren de una mayor inversión inicial, tiene un menor costo operativo. Estos a la clase 1, según la ITA.



Figura II-8 MONTACARGAS CONTRABALANCEADO

Fuente: <http://www.leer-mas.com/lallave/news7/info2.php>

Estos tipos de montacargas necesitan de un pasillo de 3.60 metros para girar, pueden alcanzar hasta una altura de 4 metros y cuentan con una capacidad de carga de entre 1.4 y 5.5 toneladas.

## II.3.2 MONTACARGAS TIPO PASILLO ANGOSTO

Según la ITA estos montacargas son considerados clase 2.

### II.3.2.1 MONTACARGAS TIPO REACH

Estos montacargas pueden girar en pasillos de 3.2 metros, que son más angostos que los anteriormente revisados, no usan grandes contrapesos y obtienen su estabilidad gracias al uso de bastidores delanteros, utilizan un mecanismo de extensión de las horquillas tipo pantógrafo, conocido también como Reach.

Estos equipos cuentan con una capacidad de carga de 2 toneladas y pueden alcanzar alturas de hasta 10 metros sin perder capacidad de carga importante. La figura 2.9 nos enseña como lucen este tipo de montacargas.

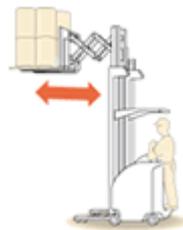


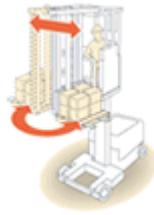
Figura II-9 MONTACARGAS TIPO REACH

Fuente: <http://www.leer-mas.com/lallave/news7/info2.php>

### II.3.2.2 MONTACARGAS TIPO TURRET

Este tipo de montacargas son capaces de usar pasillos aún más angostos que el anterior, de 2 metros, cuentan con horquillas que giran en 90° para alcanzar los racks, el operador asciende con el carro porta horquillas de manera que pueda tener buena

visión de la manipulación de la carga. Estos equipos pueden elevarse hasta 14 metros y cuentan con una capacidad de carga de 1.5 toneladas; este tipo de montacargas lo podemos ver a continuación en la figura 2.10.

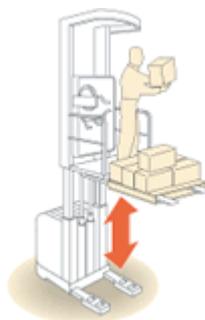


**Figura II-10 MONTACARGAS TIPO TURRET**

Fuente: <http://www.leer-mas.com/lallave/news7/info2.php>

### II.3.2.3 MONTACARGAS TIPO ORDER PICKERS

Todos los montacargas nombrados anteriormente manipulan pallets con carga, sin embargo cuando se necesita manejar ítems individuales o cajas de manera manual, se utilizan este tipo de equipos. El operador sujeto a un arnés de seguridad sube con el carro, se acerca al rack a la altura requerida y recoge la mercadería, tal y como lo podemos apreciar en la figura 2.11.



**Figura II-11 MONTACARGAS TIPO ORDER PICKERS**

Fuente: <http://www.leer-mas.com/lallave/news7/info2.php>

Este tipo de montacargas se pueden elevar hasta una altura de 14.5 metros, cuenta con un radio de giro de 1.8 metros y una capacidad de carga de hasta 2.5 toneladas.

### II.3.3 CARRETILLAS O TRANSPALETAS

Estos equipos a la clase 3 según la ITA. La más simple de todas las carretillas es la hidráulica de arrastre manual, aunque también existen motorizadas eléctricas, fáciles de manipular y pueden ser con hombre caminando o tripulada. Estos varios ejemplos los podemos observar en la figura 2.12. Se suelen utilizar en picking horizontal, su radio de giro es de 1.4 metros, su altura media es entre 8 y 25 centímetros y cuenta con una capacidad de carga de hasta 2.2 toneladas.



Figura II-12 TRANSPALETAS

Fuente: <http://www.leer-mas.com/lallave/news7/info2.php>

### II.4 SISTEMA ABC

El método ABC es utilizado por la mayoría de las empresas para decidir el grado de atención y control que se presta a los diferentes tipos de productos, este método se deriva de la famosa ley de Pareto, según la cual se observa que una pequeña parte de un conjunto de aproximadamente el 20%, le corresponde la mayor parte del valor de otro conjunto que es casi el 80%, esto se aplica en muchas situaciones económicas.

Esta correspondencia del 20%-80% no es exacta, indica la desproporción que se da el reparto de un determinado conjunto entre un grupo de elementos, esta misma desproporción suele presentarse en el caso de los inventarios; razón por el cual se

impulsó el uso del método ABC, este método tiene varios criterios de clasificación que pueden ser:

- Valor invertido en stock de los artículos existentes.
- Beneficios o utilidades que representan para la empresa los artículos existentes.
- Rotación o ventas en unidades de los artículos existentes.

Para esta tesis la clasificación a utilizar será la rotación o ventas en unidades de los artículos existentes.

El método ABC consiste en dividir las existencias totales en tres categorías:

- Categoría A: Está formado por un número reducido de artículos (5-20%), pero que representa un gran porcentaje en cuanto al valor total del stock o ventas (60- 80%).
- Categoría B: Suponen un número mayor de artículos (20-40%) y representan el 30-40% del valor total del stock o venta.
- Categoría C: Representa el mayor número de artículos almacenados (50-60%), pero sólo representan el 5-20% del valor total del stock o venta.

A continuación podemos observar un gráfica que ilustra el sistema de clasificación ABC. Ver figura 2.13.

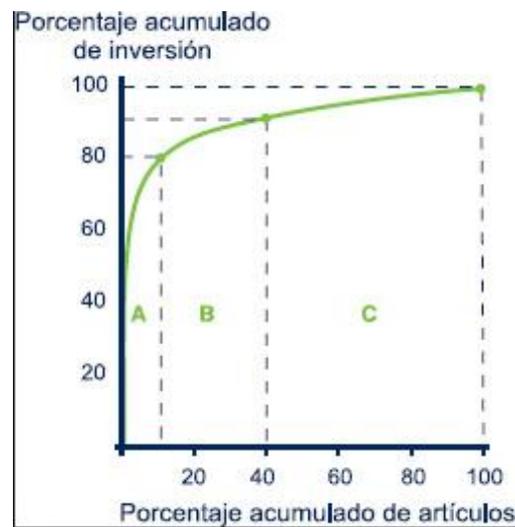


Figura II-13 SISTEMA DE CLASIFICACIÓN ABC

Fuente: <http://www.mailxmail.com/curso-gestion-stock-almacen-logistica-comercial/inventario-stock-sistema-abc-2-2>

Gracias a este método podemos identificar los productos que necesitan una mayor atención en cuanto a tiempo y control.

Los productos de categoría A necesitan un control máximo, requieren un sistema de revisión continua y la elaboración de inventarios periódicos para minimizar posibles diferencias, para los productos de categoría B y C la atención es menor, los productos categoría B el sistema de revisión puede ser continuo o periódico, eso depende de la empresa, los productos categoría C se convierte en el grupo al que menos importancia hay que darle, su revisión es periódica.

Gracias al método ABC podemos ordenar los productos que una empresa almacena en base a su rotación y además establecer los diferentes controles para cada una de las categorías de los diferentes productos.

## II.5 OPTIMIZACIÓN DEL LAYOUT

La eficacia de un centro de distribución y su área de almacenamiento tiene una importancia fundamental en el éxito de la cadena logística de las empresas, su ubicación es estratégica y de ser ubicada en un sitio óptimo, su diseño debe estar de acuerdo con la función que realiza y los productos que almacena y distribuye, también debe contar con los equipos necesarios para su correcto funcionamiento y además contar con un sistema y organización adecuada.

Los objetivos principales del diseño y optimización del layout de los almacenes son los siguientes:

- Minimizar el tiempo de operación
- Minimizar los gastos de tiempo en la realización de una orden o pedido
- Facilitar la precisión de la preparación de una orden o pedido
- Maximizar el uso del espacio
- Maximizar el uso de los equipos
- Maximizar el uso de la mano de obra
- Maximizar la accesibilidad a todos los artículos
- Colocación más eficiente de las existencias

Todos estos objetivos ayudan a la empresa a conseguir una ventaja competitiva, mejorando el nivel de servicio hacia el cliente.

En un área almacenamiento el objetivo principal se enfoca en la optimización del espacio y en abastecer de equipos de manipulación de cargas a gran altura y con volúmenes de trabajo medio, mientras que en un centro de distribución la optimización se enfoca en un rápido flujo de materiales y en la optimización de la mano de obra, especialmente en las labores de picking.

El layout de un área de almacenamiento y un centro de distribución corresponde a la ubicación y disposición de los artículos dentro de los mismos, el layout de un almacén debe estar basado en los productos que en él se depositan para asegurar el modo más eficiente a la hora de manejar dichos artículos; un almacén de producto terminado, o de materia prima, o de partes y piezas, tendrá unos objetivos de layout diferentes.

Al momento de realizar el layout de un almacén, hay que considerar y el tipo de almacenamiento que es más efectivo para los productos ahí depositados (Ver figura 2.14), además de definir el mejor método de transporte dentro del almacén, tener en cuenta la rotación de los productos, el nivel de inventario a mantener, el tipo de embalaje y las normas en la preparación de los pedidos. Finalmente también es importante definir la estrategia de entradas y salidas del almacén.

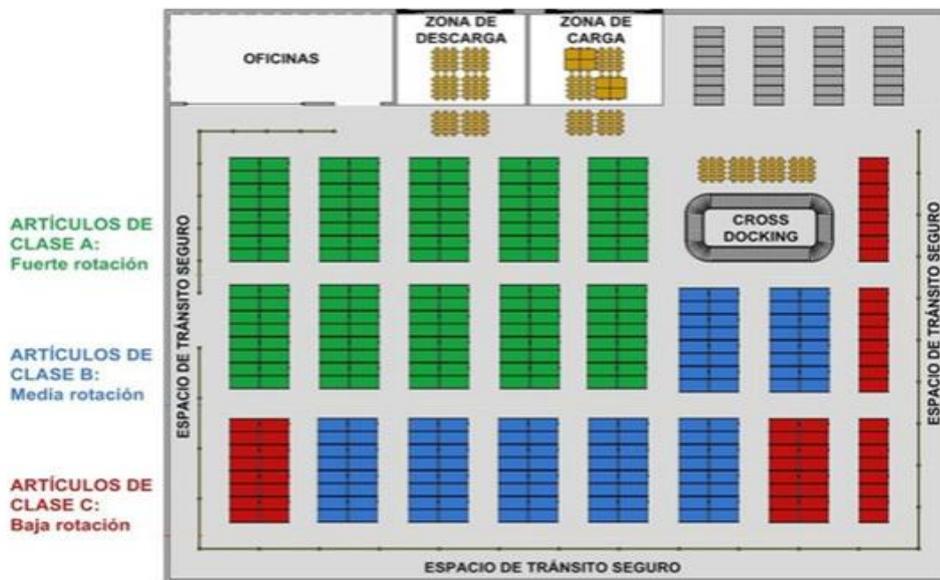


Figura II-14 EJEMPLO DEL LAYOUT DE UN ALMACÉN

Fuente: [http://descuadrando.com/Estrategia\\_de\\_layout](http://descuadrando.com/Estrategia_de_layout)

## II.5.1 MODELOS DE GESTIÓN OPERATIVA DE LOS ALMACENES

Existen dos modelos de gestión operativa de los almacenes:

- Gestión de almacén organizado o dedicado: Cada SKU o referencia tiene un número de ubicación pre-asignada y a su vez cada ubicación tiene pre-asignada referencias específicas, como lo enseña la figura 2.15. Esto facilita la gestión manual del almacén, pero necesita de la pre-asignación de espacio.



Figura II-15 ALMACÉN ORGANIZADO

Fuente: <http://u.jimdo.com/www11/o/s075f076504dfea8d/img/ibf3f8870cbe799c1/1338391245/std/image.jpg>

- Gestión de almacén caótico o aleatorio: No existen ubicaciones pre-asignadas para ningún SKU. Los productos se almacenan según la disponibilidad del espacio o el criterio del almacenista, la figura 2.16 explica este tipo de gestión, esto optimiza la utilización del espacio, acelera el almacenamiento de mercadería recibida, aunque dificulta el control manual del almacén y además requiere de un sistema de información electrónico.



Figura II-16 ALMACÉN CAÓTICO

Fuente: <http://u.jimdo.com/www11/o/s075f076504dfea8d/img/ibf3f8870cbe799c1/1338391245/std/image.jpg>

Al momento de realizar la distribución del piso o la planta de un almacén se debe considerar lo siguiente:

- Los productos de mayor rotación se deben ubicar cerca de la salida para acortar el tiempo de desplazamiento, en el caso de que se fraccione la carga. Ver figura 2.17.

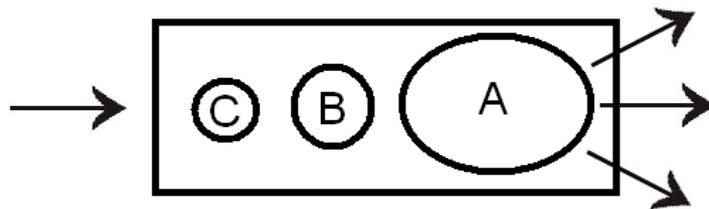
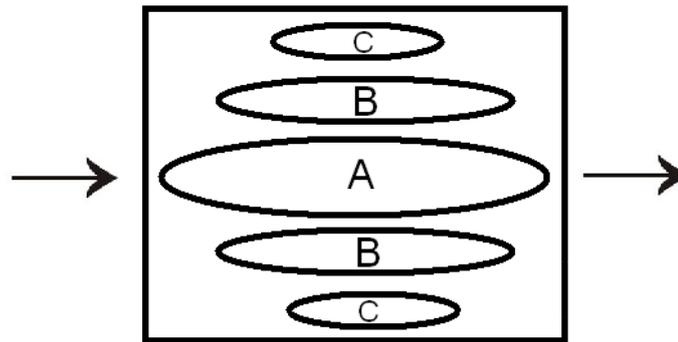


Figura II-17 DISTRIBUCIÓN DE PISO SEGÚN CARGA FRACCIONADA

Fuente: <https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSMoaSND-Jyf0XldmeD0NvWV8Rlvju2LLVYOFGRus2UpYpiv1Kn>

- Si la carga no se fracciona, los productos de mayor rotación deben ir en el centro, para minimizar los desplazamientos laterales. Ver figura 2.18.



**Figura II-18 DISTRIBUCIÓN DE PISO SIN CARGA FRACCIONADA**

Fuente: <https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSMoaSND-Jyf0XldmeD0NvWV8Rlvju2LLVYOFGRus2UpYpiv1Kn>

- Los artículos más pesados y difíciles de transportar deben ubicarse de una manera que se minimice el trabajo que se efectúa al almacenarlos y desplazarlos.
- Los espacios altos deben usarse para artículos predominantemente ligeros y protegidos.
- Los elementos de seguridad y contra incendios deben estar situados adecuadamente en relación a los productos almacenados.

## II.5.2 DISEÑO INTERNO Y EXTERNO DEL LAYOUT

El diseño interno de un almacén debe permitir los siguientes objetivos:

- Aprovechar eficientemente el espacio disponible.
- Reducir al mínimo la manipulación de materiales.
- Facilitar el acceso a la unidad logística almacenada.
- Conseguir el máximo índice de rotación de la mercadería.
- Tener la máxima flexibilidad para la ubicación de productos.
- Facilitar el control de las cantidades almacenadas.

Estos objetivos nacen de estos principios básicos del flujo de materiales:

- Unidad máxima: Cuanto mayor sea la unidad de manipulación, menor número de movimientos se deberá de realizar.
- Recorrido mínimo: Cuanto menor sea la distancia, menor será el tiempo del movimiento.
- Espacio mínimo: Cuanto menor sea el espacio requerido, menor será el costo del suelo y menores serán los recorridos.
- Tiempo mínimo: Cuanto menor sea el tiempo de las operaciones, menor es la mano de obra empleada.
- Mínimo número de manipulaciones: Cada manipulación debe de añadir el máximo valor al producto o el mínimo de costo. Se deben de eliminar todas aquellas manipulaciones que no añadan valor al producto.
- Agrupación: Si se logra agrupar las actividades en conjuntos de artículos similares, mayor será la unidad de manipulación y la eficiencia obtenida.

El layout de un almacén y de un centro de distribución debe evitar zonas de congestión, facilitar las tareas de mantenimiento y facilitar los medios para obtener la mayor velocidad de movimiento; de esta forma se reduce el tiempo de trabajo. Es por esto que antes de organizar los espacios se debe analizar lo siguiente:

- Carga máxima de los medios de transporte externo, así como el equipo de transporte interno (carretillas, elevadoras, montacargas) y el tiempo necesario para cada operación.
- Características de las unidades a almacenar, tales como forma, peso, tamaño, propiedades físicas.

- Cantidad que se recibe de mercadería y la frecuencia de la misma: diario, semanal, quincenal, mensual.
- Cantidades máximas y mínimas a almacenar de cada uno de los SKUs, en función de las necesidades y la capacidad de almacenamiento.

En todo almacén y centro de distribución existen cinco zonas que son:

- Recepción: Área de control de calidad, área de clasificación, área de adaptación.
- Almacenaje: Zona de baja rotación, zona de alta rotación, zona de productos especiales, zona de selección, zona de reposición.
- Preparación de pedidos: Zonas integradas (Picking en estanterías), zonas de separación (Picking manual).
- Expedición: Área de consolidación, área de embalajes, área de control de salidas.
- Auxiliar: Área de devoluciones, área de envases, área de materiales obsoletos.

Respecto al flujo de materiales, se puede implementar las siguientes distribuciones:

- Distribución del flujo de “U”: La unificación de muelles permite una mayor flexibilidad en la carga y descarga de vehículos, y a su vez permite una mayor utilización del equipo y el personal (Ver figura 2.19). Además da una mayor facilidad en la ampliación y adaptación de las instalaciones interiores.

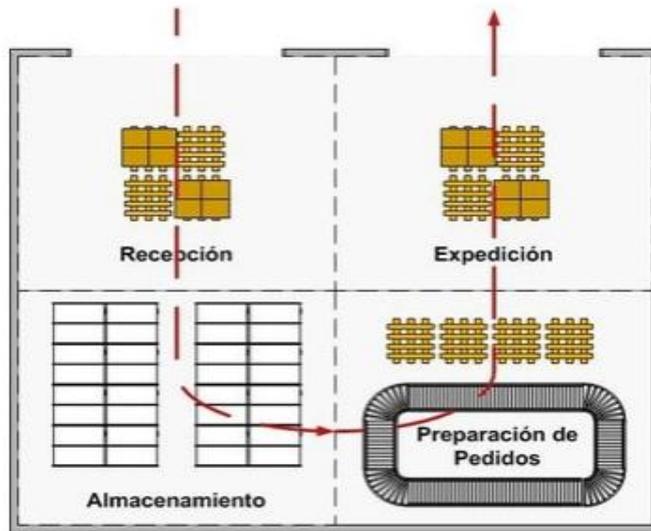


Ilustración II-19 DISTRIBUCIÓN DE FLUJO "U"

Fuente: <http://logisticayabastecimiento.jimdo.com/almacenamiento/dise%C3%B1o-y-layout-de-almacenes-y-centros-de-distribuci%C3%B3n/>

- Distribución del flujo de "T": Este layout es una variante del sistema en forma de U, permite utilizar muelles independientes, tal y como lo muestra la figura 2.20.

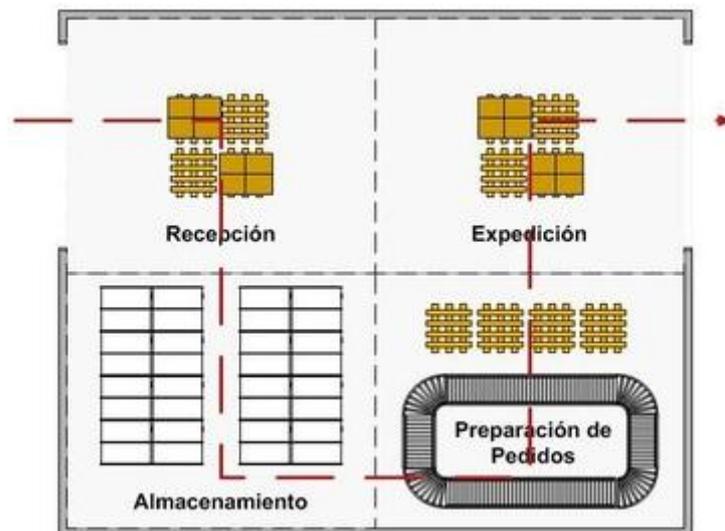


Figura II-20 DISTRIBUCIÓN DE FLUJO "T"

Fuente: <http://logisticayabastecimiento.jimdo.com/almacenamiento/dise%C3%B1o-y-layout-de-almacenes-y-centros-de-distribuci%C3%B3n/>

- Distribución del flujo en línea recta: La característica más importante es la especialización de muelles. Puede haber uno para camiones de gran tonelaje tipo tráiler y otro para vehículos ligeros tipo furgonetas. Este sistema también limita la flexibilidad y obliga a una división funcional tanto del personal como del equipo destinado a la carga y descarga de vehículos. La figura 2.21 nos muestra su flujo.

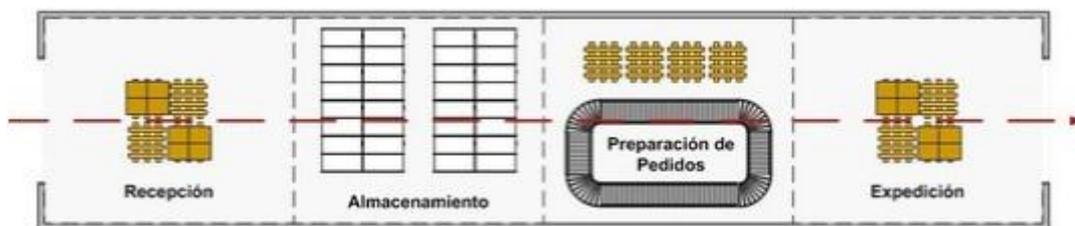


Figura II-21 DISTRIBUCIÓN DE FLUJO EN LÍNEA RECTA

Fuente: <http://logisticayabastecimiento.jimdo.com/almacenamiento/dise%C3%B1o-y-layout-de-almacenes-y-centros-de-distribuci%C3%B3n/>

- Distribución del flujo en “L”: Este flujo es una variación del flujo en línea recta y tiene sus mismas características. Se opta a trabajar de esta manera por la distribución física del espacio o del terreno. Este tipo de flujo lo podemos observar en la figura 2.22.

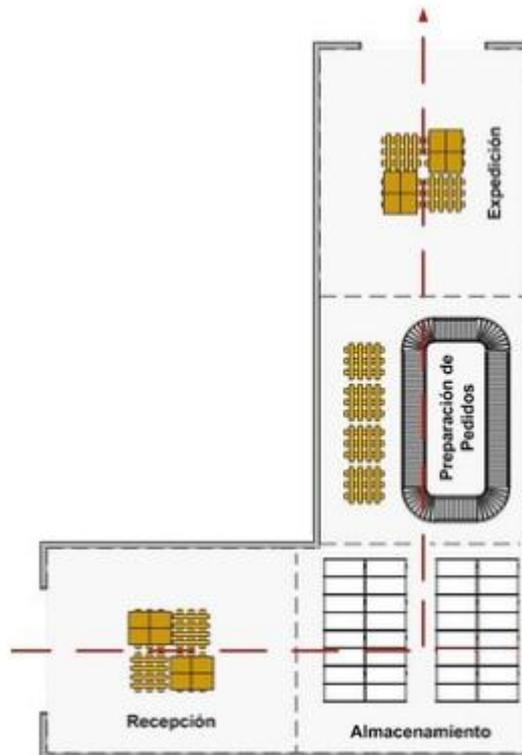


Figura II-22 DISTRIBUCIÓN DE FLUJO EN "L"

Fuente: <http://logisticayabastecimiento.jimdo.com/almacenamiento/dise%C3%B1o-y-layout-de-almacenes-y-centros-de-distribuci%C3%B3n/>

Al momento de realizar el diseño externo de un área de almacenamiento y un centro de distribución hay que considerar los muelles y las zonas de carga y descarga.

Los muelles son plataformas de hormigón adyacentes al almacén, cuyo propósito es que el suelo de este quede a la misma altura de la caja del camión. Para decidir dónde situarlos es necesario contemplar lo siguiente:

- Utilización del almacén: Tipos de carga, frecuencia de ingresos, la necesidad de espacio para los camiones.

- Camiones de gran capacidad: La zona junta a los muelles debe ser de hormigón para evitar que los semirremolques se hundan cuando están suspendidos sobre las patas de apoyo.
- Rampas y pendientes de acceso: Son necesarias para que las carretillas puedan acceder al interior de los camiones. Para camiones de gran volumen es necesario contar con dispositivos especiales como muelles hidráulicos.
- Ubicación de muelles: La mejor ubicación de los muelles es en la calle lateral del edificio, lo cual permite un diseño funcional en forma de "U", combinando en una misma área la recepción y la expedición, permitiendo una mayor utilización del personal y del equipo. También existen diseños en forma de "T" y en línea recta, cuya necesidad de aplicarlos la indicará el flujo de los materiales.
- Cantidad de muelles: Esta depende del volumen de entregas, del tiempo que se requiere para efectuar las descargas y el traslado de las mercancías recibidas, además de los equipos de manipulación existentes.

La ubicación de las zonas de carga y descarga está condicionada por la orientación del edificio y los edificios contiguos, si el almacén o centro de distribución cuenta con acceso desde varias calles, se pueden ubicar las zonas de carga y descarga en cualquiera de los frentes, pero si solo se cuenta con una entrada por una calle, la apertura será en una sola dirección, otro factor que influye en el diseño es el flujo deseado de la mercadería. Según el flujo conveniente se puede optar un flujo en "U", en "T", en línea recta o en "L".

Debido a la distribución física del terreno y la ubicación del centro de distribución y la planta de producción se recomienda trabajar con el flujo en "L" ya que este es el flujo que mejor se adapta al terreno.

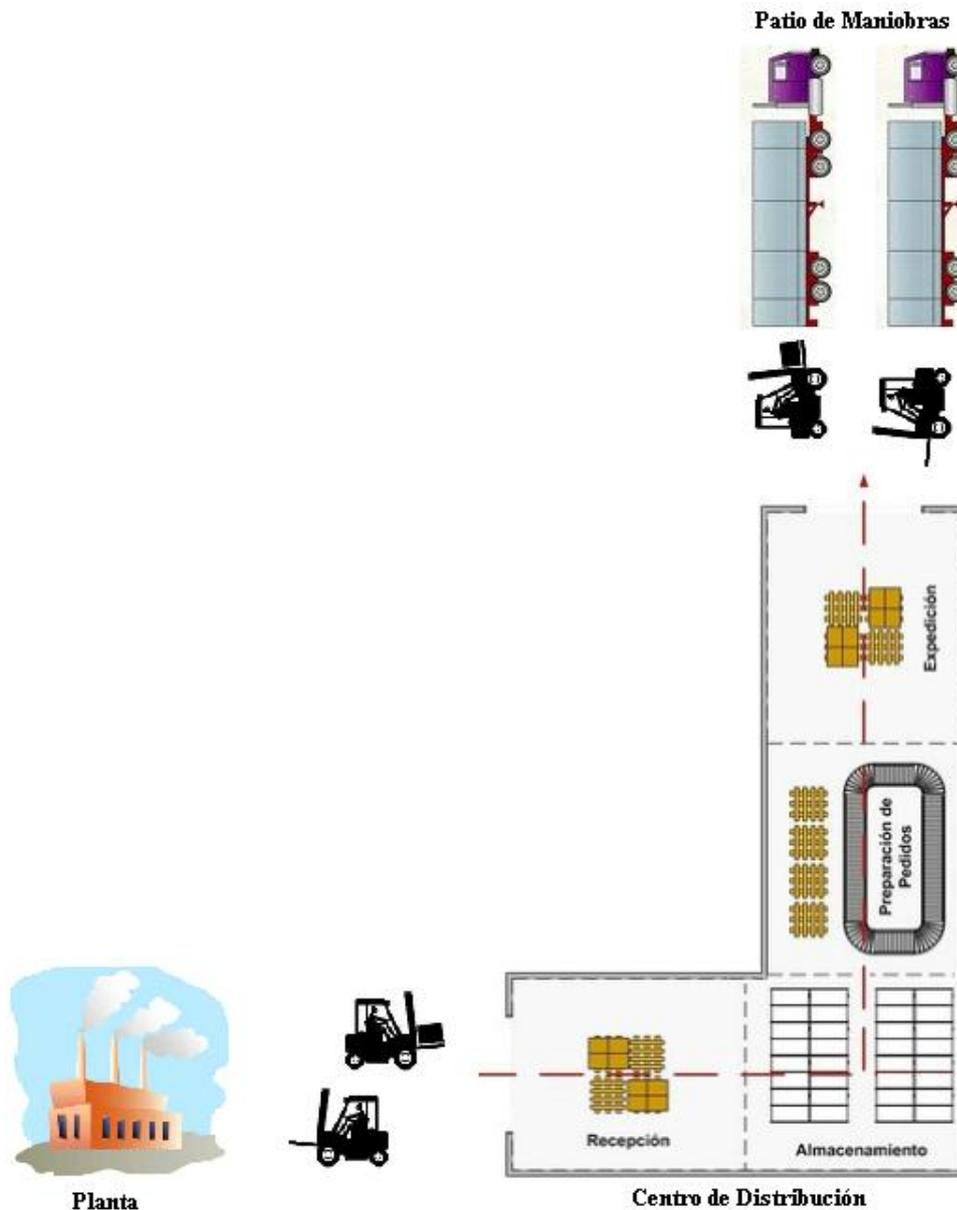


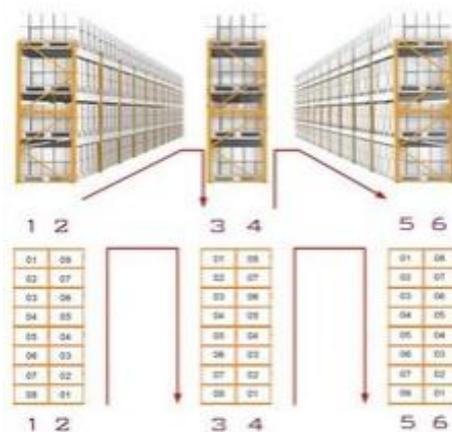
Figura II-23 DISTRIBUCIÓN FÍSICA DEL TERRENO ACTUAL

Fuente: <http://logisticayabastecimiento.jimdo.com/almacenamiento/dise%C3%B1o-y-layout-de-almacenes-y-centros-de-distribuci%C3%B3n/>

### II.5.3 IDENTIFICACIÓN DE UBICACIONES

Todas las zonas que componen el almacén o el centro de distribución deben de permanecer bien identificadas, toda ubicación debe poseer su respectiva codificación única que la diferencie de las restantes. Las ubicaciones pueden codificarse tanto por:

- Codificación por estantería: Cada estantería está asociada una codificación correlativa, sus bloques también estarán identificados con numeración correlativa, así como las alturas de la estantería, empezando por el nivel inferior. La figura 2.24 demuestra gráficamente como funciona este tipo de codificación.



**Figura II-24 CODIFICACIÓN POR ESTANTERÍA**

Fuente: <http://logisticayabastecimiento.jimdo.com/almacenamiento/dise%C3%B1o-y-layout-de-almacenes-y-centros-de-distribuci%C3%B3n/>

- Codificación por pasillo: Los pasillos se codifican con números consecutivos. La profundidad de las estanterías se codifica con numeraciones de abajo hacia arriba, asignando números pares a la derecha y los impares a la izquierda, empezando por el extremo opuesto en el siguiente pasillo. Gracias a la figura 2.25 podemos entender de manera más clara como funciona este otro tipo de codificación.

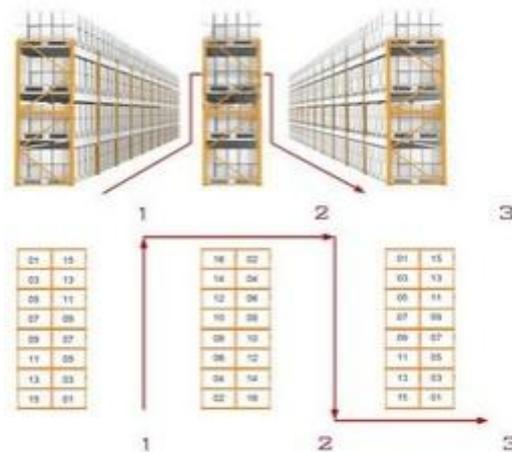


Figura II-25 CODIFICACIÓN POR PASILLO

Fuente: <http://logisticayabastecimiento.jimdo.com/almacenamiento/dise%C3%B1o-y-layout-de-almacenes-y-centros-de-distribuci%C3%B3n/>

Con todos estos datos se procede a realizar varios tipos de layouts y se procede a evaluar cada uno de ellos, lo primero que se evalúa es el costo, se compara el costo inicial y el costo operacional, un tipo de layout puede tener un mayor costo inicial pero un costo operacional bajo; estos costos se deben comparar a lo largo del tiempo de vida propuesto para el centro de distribución, lo segundo que se evalúa son los procesos operacionales, es importante determinar qué tipo de layout nos permite el mejor flujo del producto a través del centro de distribución.

Una vez analizado todos los tipos de layouts propuestos se debe seleccionar el mejor diseño y proceder con el paso final que es la implementación.



### III. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN EL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN

#### III.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

Actualmente el centro de distribución cuenta con un área total de 2.176 m<sup>2</sup> los cuales resultan insuficientes para poder almacenar toda la cantidad de productos que se requiere, que en promedio anual son de 193.116 cajas (4.598 pallets), en su mes más alto son 256.956 cajas (5.747 pallets) y en su pico más alto hasta 286.400 cajas (6.471 pallets).

La cantidad de racks también es deficiente, razón por la cual una gran cantidad de productos se almacena en el suelo y los pasillos dentro del centro de distribución, causando molestias en flujo de almacenamiento y despacho, e inclusive pueden llegar a causar algún tipo de accidente, aún a pesar de esto el espacio resulta insuficiente, forzando a la empresa a almacenar producto terminado en la bodega de la planta de producción y en carpas improvisadas al aire libre, con todos los riesgos que esto implica para las normas de calidad, seguridad y desempeño.

También existen otros factores importantes de analizar dentro de la infraestructura del centro de distribución:

- Racks o estanterías: Se encuentran deterioradas y con más de 15 años de antigüedad, algunas secciones se encuentran en muy mal estado con las vigas rotas o golpeadas.
- Tipo de estanterías: Actualmente se utilizan estanterías Drive-In, que no son el tipo de racks más apropiado para los productos almacenados, esto se debe a que los lotes producción no son tan grandes para llenar una sección de la estantería,

lo que no permite un correcto almacenamiento del producto, ni la correcta implementación de la política FIFO y además dificulta la tarea de los montacarguistas, como resultado de esto se incurre en altos costos de productos caducados y deteriorados que al año ascienden a \$120.000.

- Piso del patio de maniobras: Se encuentra en mal estado y con huecos, lo que dificulta la circulación de los montacargas y se maltratan los productos, ocasionando roturas de envase.
- Montacargas: Se cuentan con 10 montacargas de combustión que tienen una altura máxima de 4 metros y con una capacidad de carga de 2500 kg. Los pasillos que necesitan estos equipos para girar son demasiados anchos, desperdiciando espacio importante y tampoco permite maximizar la utilización del espacio de la bodega ya que no se aprovecha la altura máxima del centro de distribución.
- Distribución del layout de la bodega: Es poco funcional y desorganizado haciendo que el almacenamiento y despacho del producto terminado sea lento, reduciendo productividad.
- Picking: No existe un área determinada para el picking.

Debido a los problemas de infraestructura del centro de distribución, la empresa incurre en otro costo alto que es la rotura de envases de vidrio, que son de aproximadamente \$198.000 anuales. Todo esto por el mal estado de los racks, la capacidad reducida de almacenamiento, el layout obsoleto de la bodega y el mal estado del piso de patio de maniobras.

Con respecto a los montacargas cabe mencionar que de acuerdo a lo indicado por la empresa y el personal del centro de distribución, resultan suficientes para necesidades actuales, de estos 10 montacargas, 6 se utilizan para el almacenamiento del producto terminado que proviene de la planta y 4 son utilizados para el despacho de la mercadería hacia los camiones abiertos que se encuentran en el patio de maniobras, la razón por la cual se utiliza un mayor número de montacargas para el almacenamiento del producto

terminado, es la velocidad de las líneas de producción que demanda una mayor tarea, mientras que en el despacho necesita de menos equipos ya que esta tarea se realiza más rápido, el cargar un camión completo de 32 pallets toma 30 minutos en promedio.

### III.2 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS DEL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN

Los problemas que el centro de distribución actualmente tiene son varios, como los pudimos leer anteriormente, la falta de políticas de inventario y almacenamiento hacen que no se cumpla con la norma básica de almacenamiento de productos alimenticios.

Basados en la observación, análisis y entrevistas al personal del centro de distribución se ha podido identificar las siguientes causas que afectan a esta área. Ver Tabla 3.1.

Problemas	Causas	Soluciones
Alto porcentaje de caducidad de productos	Tipos de racks (Drive In)	Cambio del tipo de racks
	Política FIFO no implementada	Cambio del tipo de racks y rediseño de layout
	No existe una clasificación ABC	Definir una clasificación ABC de productos
Dificultad para movilizar la mercadería	Mercadería en los pasillos	Rediseñar los espacios de almacenamiento y de acceso
	Espacios limitados	Ampliación del área del centro de distribución
Manejo de Picking	No existe área definida para el picking	Incluir en el layout área de picking
Tiempos lentos de almacenamiento y despacho	Se almacena en desorden	Reubicar mercadería mediante un ABC
	No sabe donde esta el producto de despacho	Sistema de almacenamiento por códigos de ubicación
El manipuleo de la mercadería es malo y dificultoso	Piso del patio de maniobra en mal estado, con grietas y huecos	Reparar los piso del patio de maniobra
	No se cumple con norma de apilamiento de productos	Mayor cantidad de racks, capacitación de estibaje y almacenamiento
	No existe andén para los vehículos de cajón	Construir andenes
Poco espacio para almacenamiento	Cantidad de producto a almacenar VS Capacidad del almacenamiento (Colapso de centro de distribución)	Análisis de capacidad de almacenamiento
		Ampliación del centro de distribución y compra de mas racks

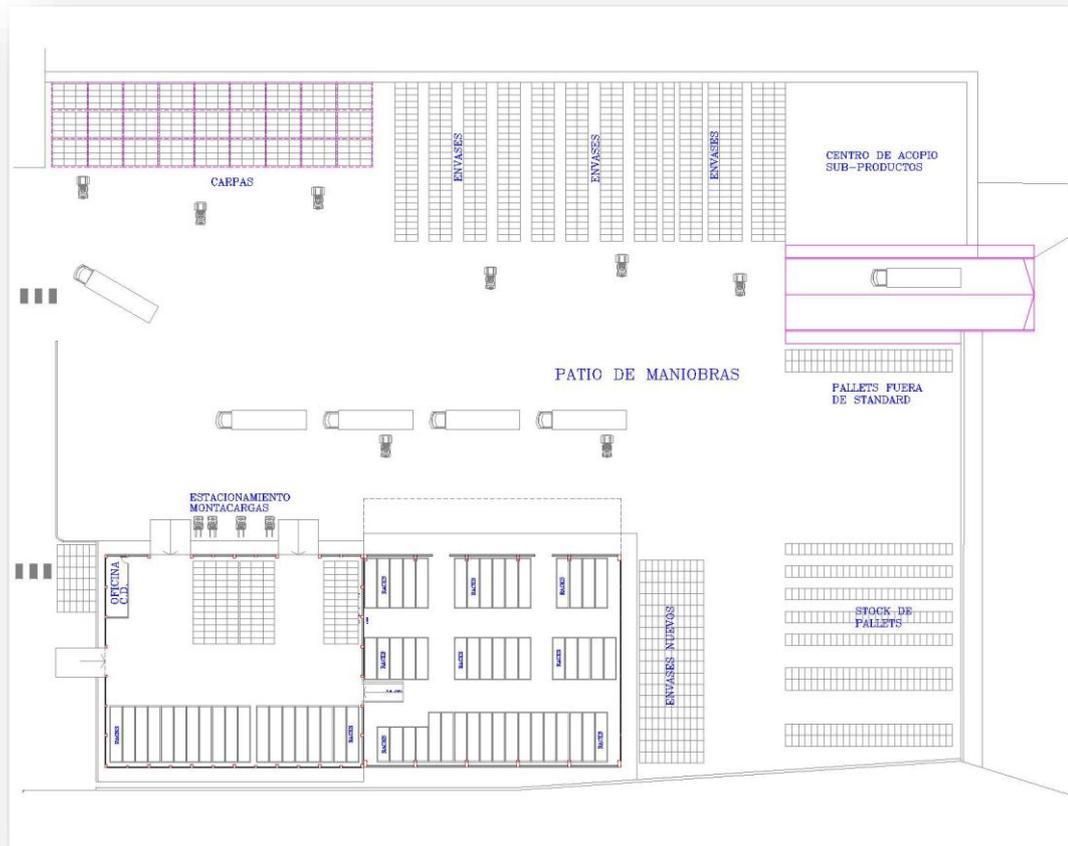
**Tabla III-1 PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES DEL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN**

**Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar**

### III.3 PRINCIPALES PROBLEMAS A RESOLVER

El centro de distribución cuenta con varias problemáticas, sin embargo la de mayor impacto es la limitante de almacenamiento de producto terminado, que consigo trae otros factores que agudizan los problemas de la empresa. A continuación los vamos a analizar:

- **Capacidad de Líneas de Producción:** La cantidad de producto que se recibe de las líneas de producción es superior a la capacidad de almacenamiento de las bodegas. Al contar con 7 líneas de producción que producen de manera simultánea y que funcionan las 24 horas del día, la cantidad de producto terminado a almacenar es bastante grande.
- **Análisis ABC de productos:** La falta de un análisis ABC por rotación, que permita identificar los productos de mayor movimiento en el centro de distribución, hace que no se optimicen los espacios y que este sea un desorden.
- **Racks Drive In:** El tipo de racks que actualmente hay en centro de distribución son obsoletos y viejos, tampoco son funcionales para el tipo de producto almacenado, no permite optimizar espacios ya que no se aprovechan alturas, son estructuras viejas, sin un diseño que permita llevar un mejor control de producto y cumplir con la política FIFO.
- **Diseño e Infraestructura de las Bodegas:** Las bodegas no cuentan con planos arquitectónicos que permita un mejor estudio, su layout no es el más funcional ni sigue las normas del correcto almacenamiento de un producto alimenticio. Se cuenta actualmente con 2 bodegas que tienen diferencia en alturas de piso, rampas poco funcionales y mucho espacio desperdiciado en pasillos. Ver Figura 3.2.
- **Historial de productos fuera de norma y rotura por mal almacenamiento en el centro de distribución.**



**Figura III-1 PLANO CENTRO DE DISTRIBUCIÓN ACTUAL**

**Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar**

A continuación podemos ver la Tabla 3.2 y 3.3 que explican de mejor manera la capacidad actual de almacenamiento de la empresa:

<b>CAPACIDAD ACTUAL DE ALMACENAMIENTO DE LA EMPRESA</b>			
<b>RACKS</b>	<b>PALLETS X RACKS</b>	<b>ALTURA</b>	<b>TOTAL PALLETS</b>
19	8	3	456
4	5	4	80
14	7	4	392
16	6	4	384
16	6	4	384
Piso (Fuera de Norma)	-	-	516
<b>CAPACIDAD TOTAL (Dentro del CD)</b>			<b>2212</b>
<b>CARPAS</b>			
Piso (Fuera de Norma)	-	-	1008
<b>PLANTA</b>			
Bodega de Producción (Fuera de Norma)	-	-	1382
<b>CAPACIDAD TOTAL (En Racks)</b>			<b>1696</b>
<b>CAPACIDAD TOTAL (Fuera de Norma)</b>			<b>2906</b>
<b>CAPACIDAD TOTAL</b>			<b>4602</b>

Tabla III-2 CAPACIDAD ACTUAL DE ALMACENAMIENTO DE LA EMPRESA

Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar

<b>Área Actual Total del Centro de Distribución</b>	2,176 m2	<b>Capacidad de Almacenamiento Actual (En Racks)</b>	71,232 Cajas
<b>Cajas Promedio por Pallet</b>	42 Cajas	<b>Capacidad de Almacenamiento Actual Total</b>	193,284 Cajas
<b>Pico Cajas Almacenadas</b>	286,400 Cajas	<b>Índice de Almacenamiento Actual (En Racks)</b>	32.74 Cajas/m2
<b>Pico Pallets Almacenados</b>	6,471 Pallets		

Tabla III-3 DATOS ACTUALES DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO

Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar

En la tabla 3.4 y 3.5 podemos observar el almacenamiento promedio mensual en cajas y pallets respectivamente:

Julio 2012	Agosto 2012	Septiembre 2012	Octubre 2012	Noviembre 2012	Diciembre 2012	Enero 2013	Febrero 2013	Marzo 2013	Abril 2013	Mayo 2013	Junio 2013
Promedio Cajas											
209.536	222.497	224.658	256.956	252.061	244.720	199.425	159.422	137.183	93.969	153.195	216.107
Producto fuera de norma											
7.931	4.891	9.090	9.562	7.142	6.846	7.445	5.660	3.500	7.060	9.281	9.361
%											
4%	2%	4%	4%	3%	3%	4%	4%	3%	8%	6%	4%

**Tabla III-4 ALMACENAMIENTO PROMEDIO MENSUAL EN CAJAS**

**Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar**

Julio 2012	Agosto 2012	Septiembre 2012	Octubre 2012	Noviembre 2012	Diciembre 2012	Enero 2013	Febrero 2013	Marzo 2013	Abril 2013	Mayo 2013	Junio 2013
Promedio Pallets											
4,910	5,213	5,264	5,747	5,638	5,473	4,610	3,801	3,322	2,319	3,808	5,077

**Tabla III-5 ALMACENAMIENTO PROMEDIO MENSUAL EN PALLETS**

**Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar**

Tomando en cuenta los problemas anteriores y la información actual de la capacidad de almacenamiento, se realizó un análisis del inventario que se almacena versus la capacidad real de almacenamiento de la bodega. Para este análisis se realizaron 4 gráficos (Ver Figura 3.2 a la 3.5).

En los primeros 2 gráficos se realizó el análisis de capacidad basado en el número de cajas promedio quincenalmente y se tomó el comportamiento de los inventarios desde la semana 48 correspondiente a la primera semana del mes de Diciembre del 2012 hasta la semana 26 que corresponde a la última semana del mes de Junio del 2013.

En la Figura 3.2 se grafica la capacidad total de almacenamiento que incluye las cajas que se almacenan en los racks, pisos y pasillos del centro de distribución más la bodega de la planta de producción y las carpas. Donde la mayor parte del tiempo se cumple con necesidad de almacenamiento pero no se cumple con las normas de almacenamiento, donde todo el producto debe ser almacenado en estanterías. En cambio en la Figura 3.3 se grafica la capacidad de almacenamiento del centro de distribución en racks, que es como se debería almacenar el producto terminado y donde se puede evidenciar la falta de espacio constante que tiene el centro de distribución.

En los otros 2 gráficos se realizó el análisis basado en el número de pallets y se tomó los inventarios promedios de cada mes, desde Julio del 2012 hasta Junio del 2013. Como se hizo anteriormente, en la Figura 3.4 se graficó la capacidad total de almacenamiento y en la Figura 3.5 se graficó la capacidad de almacenamiento del centro de distribución en racks, y se puede apreciar que el resultado es muy similar a los gráficos anteriores.

El hecho de almacenar el producto en lugares inapropiados y la falta de espacio dentro del centro de distribución afecta la calidad del producto, dificulta las actividades de almacenamiento y despacho e incumple con las normas básicas de almacenamiento.



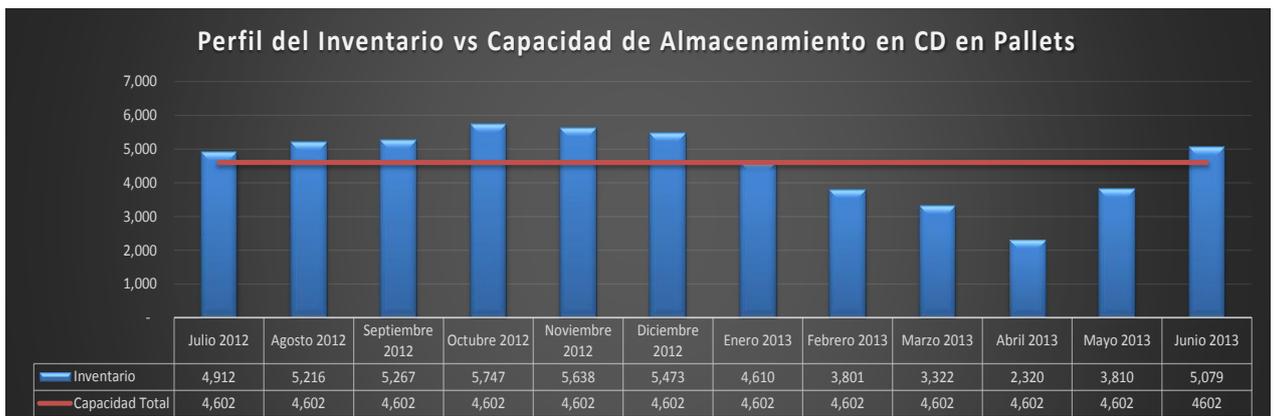
**Figura III-2 PERFIL DE INVENTARIO VS CAPACIDAD TOTAL DE ALMACENAMIENTO (QUINCENAL-CAJAS)**

**Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar**



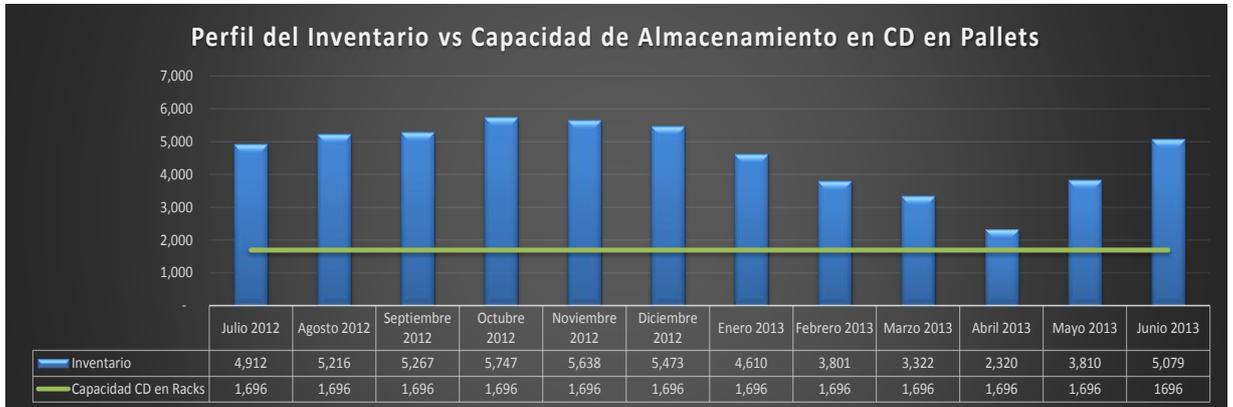
**Figura III-3 PERFIL DE INVENTARIO VS CAPACIDAD DE ALAMACENAMIENTO EN RACKS (QUINCENAL-CAJAS)**

**Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar**



**Figura III-4 PERFIL DE INVENTARIO VS CAPACIDAD TOTAL DE ALMACENAMIENTO (MENSUAL-PALLETS)**

**Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar**



**Figura III-5 PERFIL DE INVENTARIO VS CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO EN RACKS (MENSUAL-PALLETS)**

**Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar**



## IV. RESOLUCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA DEL PROYECTO

### IV.1 ANÁLISIS ABC DE LOS PRODUCTOS EN BASE A SU ROTACION

Antes de realizar el diseño de una bodega es necesario determinar la clasificación de los productos basados en su rotación o popularidad, se realizaron dos análisis ABC, el primero se basó en la información de las ventas del mes con mayor demanda en el año 2012, que fue el mes de Diciembre y en el año 2013, que también fue Diciembre basado en el forecast. (Ver Figura 4.1 y Anexo A). El total de SKU's es de 83, de los cuales:

- Los productos tipo A son el 27.71% del total de SKU's (23 artículos), que representan el 70.02% del volumen de las ventas en cajas.
- Los productos tipo B son el 26.51% del total de SKU's (22 artículos), que representan el 20.94% del volumen de ventas en cajas.
- Los productos tipo C son el 45.78% del total de SKU's (38 artículos), que representan el 9.04% del volumen de ventas en cajas.

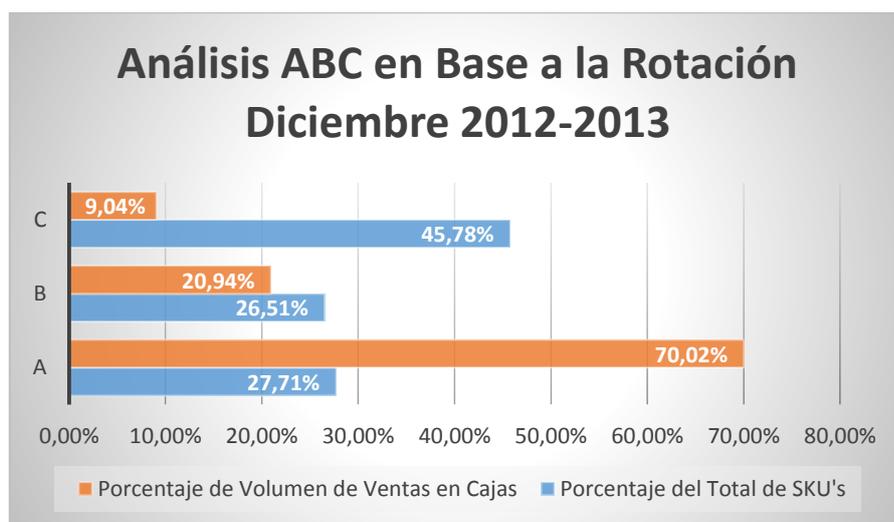


Figura IV-1 ANÁLISIS ABC EN BASE A LA ROTACIÓN VENTAS Y PRONÓSTICO DICIEMBRE 2012-2013

Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar

Para el segundo análisis ABC se utilizó la información del total de las ventas del año 2012, el total de las ventas de Enero a Abril del año 2013 y el total del forecast de las ventas desde Mayo a Diciembre del año 2013. (Ver Figura 4.2 y Anexo B). El total de SKU's es de 83, de los cuales:

- Los productos tipo A son el 25.30% del total de SKU's (21 artículos), que representan el 70.37% del volumen de las ventas en cajas.
- Los productos tipo B son el 27.71% del total de SKU's (23 artículos), que representan el 20.41% del volumen de ventas en cajas.
- Los productos tipo C son el 46.99% del total de SKU's (39 artículos), que representan el 9.22% del volumen de ventas en cajas.

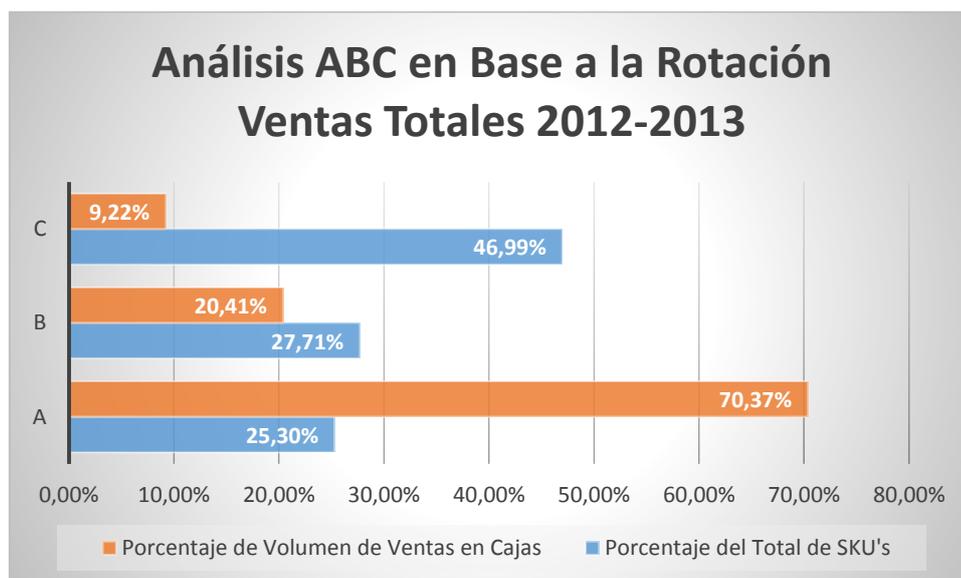


Figura IV-2 ANÁLISIS ABC EN BASE A LA ROTACIÓN VENTAS TOTALES Y PRONÓSTICOS 2012-2013'

Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar

Los dos análisis ABC son muy parecidos y los productos en un 95% coinciden en la misma categoría, se realizaron estos dos análisis por los artículos nuevos que se comenzaron a comercializar a partir del 2013 o finales del 2012; se necesitaba cerciorarse de que estos productos no se vieran perjudicados por tener un tiempo menor de venta en el mercado.

Una vez que hemos comprobado que no existe una gran diferencia entre ambos análisis vamos a proceder a trabajar con uno de ellos, que en este caso será el primero, basándonos en el mes de mayor demanda en el año cuando se necesita tener más stock en bodega para poder cumplir con la demanda del mercado. A continuación en la Figura 4.3 tenemos el resumen del análisis ABC utilizado:

Clasificación	SKU's	% del Total SKU's	Ventas (Cajas)	% de Volumen de Ventas en Cajas	Inventario Promedio Fin de Mes en Cajas	% Inventario Promedio Fin de Mes en Cajas	Rotacion Mensual	Cobertura (Días)
A	23	27.71%	843840	70.02%	130094	52.92%	26,62 - 1,33	22,54 - 1,13
B	22	26.51%	252440	20.95%	83924	34.14%	12,16 - 0,67	45,03 - 2,47
C	38	45.78%	108907	9.04%	31814	12.94%	18,01 - 0,40	75,35 - 1,67
<b>Total</b>	<b>83</b>	<b>100.00%</b>	<b>1205187</b>	<b>100.00%</b>	<b>245832</b>	<b>100.00%</b>		

**Tabla IV-1 RESUMEN DE ANÁLISIS ABC EN BASE A LA ROTACIÓN VENTAS Y PRONÓSTICO DICIEMBRE 2012-2013**

**Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar**

- Los productos tipo A corresponden al 52.92% del stock total, tienen una rotación mensual entre 26.62 a 1.33 y cuentan con una cobertura entre 22.54 a 1.13 días.
- Los productos tipo B corresponden al 34.14% del stock total, tienen una rotación mensual entre 12.16 a 0.67 y cuentan con una cobertura entre 45.03 a 2.47 días.
- Los productos tipo C corresponden al 12.94% del stock total, tienen una rotación mensual entre 18.01 a 0.40 y cuentan con una cobertura entre 75.35 a 1.67 días.

## IV.2 DETERMINACIÓN DE LA UNIDAD DE CARGA

La empresa en análisis anteriormente utilizaba pallets personalizados que medían 0.90 m de largo por 1.56 m de ancho, en el transcurso del análisis la empresa cambio su tamaño de pallet a la medida estándar que se utiliza a nivel nacional en este tipo de industria y que mide 1 m de largo por 1.20 m de ancho. Podemos observar sus dimensiones en la Figuras 4.4, 4.5 y 4.6.

VISTA SUPERIOR / VISTA INFERIOR (Cara superior e inferior Iguales)

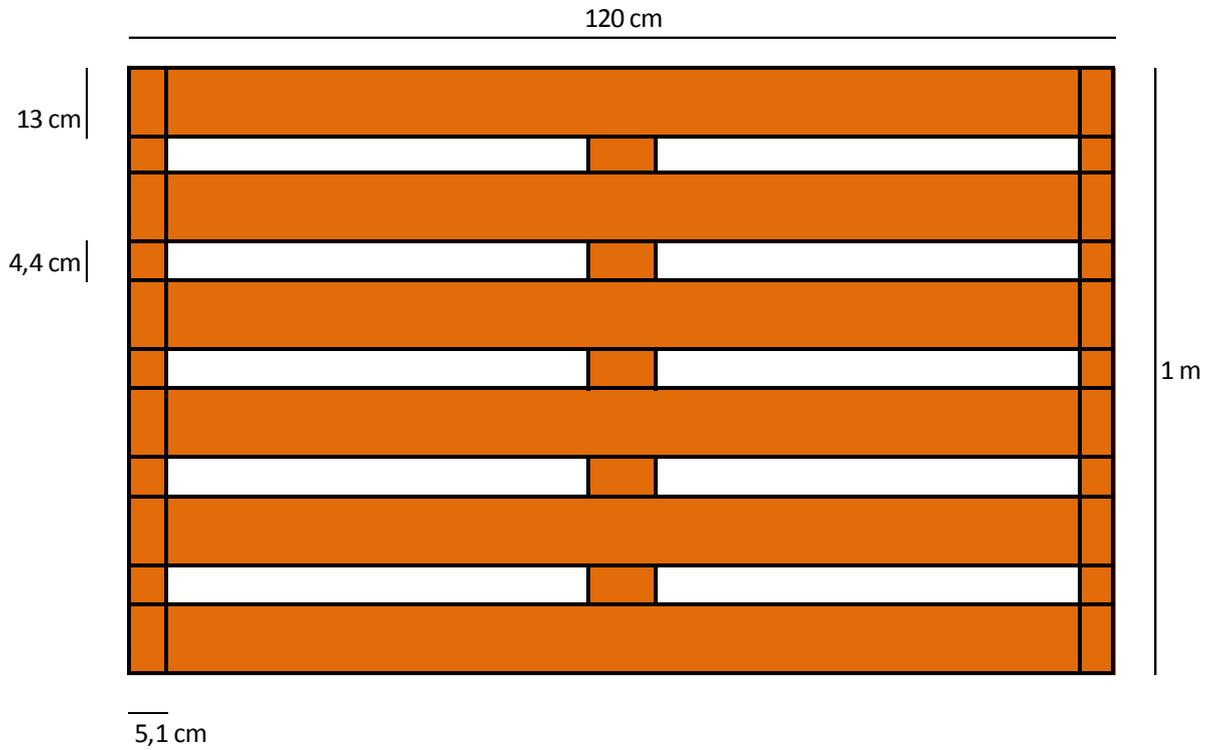
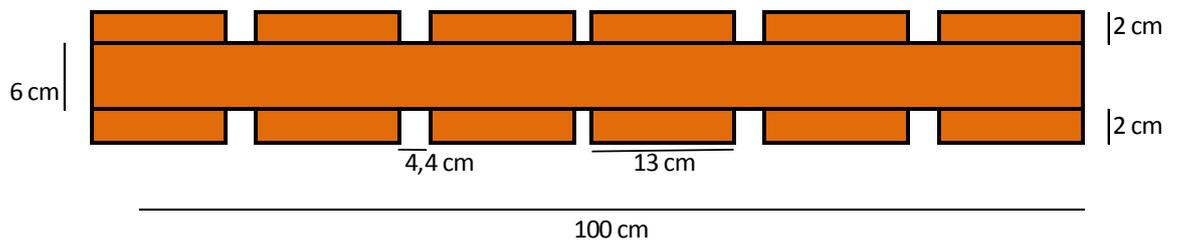


Figura IV-3 VISTA SUPERIOR / INFERIOR PALLETS ESTÁNDAR

Fuente: <http://www.walpack.cl/productos.php>

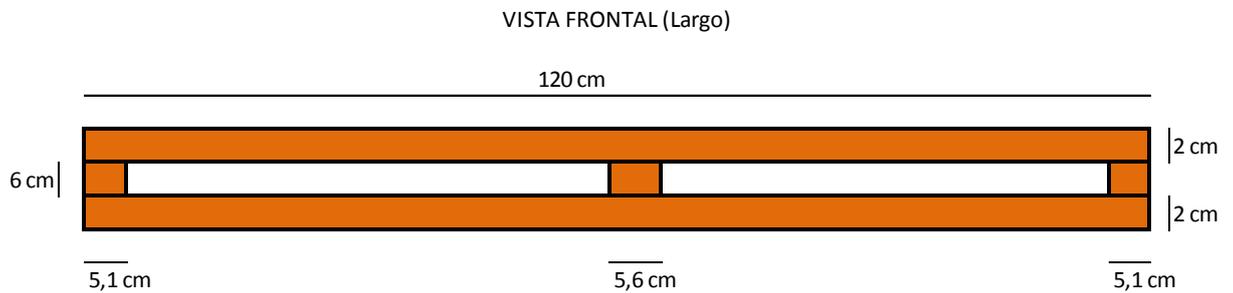
VISTA LATERAL (Ancho)



\* 6 Tiras

Figura IV-4 VISTA LATERAL PALLET ESTÁNDAR

Fuente: <http://www.walpack.cl/productos.php>



\* La parte frontal son listones (No Tacos)

Figura IV-5 VISTA FRONTAL PALLET ESTÁNDAR

Fuente: <http://www.walpack.cl/productos.php>

La empresa comercializa 83 SKU's de los cuales hay varios productos que varían en la cantidad de cajas que pueden caber y apilar en un pallet, esto depende de las dimensiones del producto, ya que el espacio ocupado difiere y la resistencia del material del producto, que permite apilar varias filas de altura.

De estos 83 SKU's existen varios artículos que comparten las mismas dimensiones, pesos y resistencia. Por lo tanto se procedió a agruparlos en 19 grupos. A continuación presentamos sus respectivas características en las Figuras 4.7 a la 4.24.

Grupo	Tamaño	Unidades x Caja	Peso Paquete (KG)	Peso Caja (KG)	Alto Caja/Botella (m)	# Cajas Fila (Camada)	# Filas Pallet	Alto Pallet + Producto (m)	# Cajas x Pallet	Peso Pallet + Producto (KG)
1	237 Grb Vidrio	24	15.60	15.60	0.27	10	4	1.18	40.00	644.00
2	400 Grb Vidrio	24	20.70	20.70	0.27	10	4	1.18	40.00	848.00
3	250 Grb Vidrio D	24	13.34	13.34	0.27	10	4	1.18	40.00	553.60
4	250 Ow Vidrio D	24	5.06	10.12	0.18	18	6	1.18	105.00	1,082.60
5	250 Pet Carb	24	3.40	6.80	0.18	16	6	1.18	96.00	672.80
6	400 Pet Carb	24	5.10	10.20	0.21	13.5	5	1.15	67.50	708.50
7	1600 Pet Carb	12	10.02	20.04	0.34	11	3	1.12	33.00	681.32
8	2000 Pet Carb	12	12.90	25.80	0.36	10	3	1.18	30.00	794.00
9	2250 Pet Carb	12	14.30	28.60	0.37	10	3	1.20	30.00	878.00
10	3000 Pet Carb	12	19.00	38.00	0.37	6.5	3	1.20	19.50	761.00
11	Bag In Box 3780	1	4.90	4.90	0.22	35	5	1.20	175.00	877.50
12	Bag In Box 19000	1	23.08	23.08	0.32	12	3	1.06	36.00	850.88
13	350 Ow Vidrio	24	17.44	17.44	0.22	10	5	1.20	50.00	892.00
14	473 Ow Vidrio	24	8.84	17.68	0.21	11	5	1.15	55.00	992.40
15	500 Pet	24	6.44	12.88	0.22	11	5	1.20	55.00	728.40
16	591 Pet	24	7.48	14.96	0.25	10	4	1.08	40.00	618.40
17	750 Pet	24	9.62	19.24	0.25	9.5	4	1.10	38.00	751.12
18	1000 Pet	12	13.00	13.00	0.28	16	4	1.20	64.00	852.00
19	500 Pet L	24	6.50	13.00	0.21	12	5	1.15	60.00	800.00

Alto Pallet	0,1 m
Peso Pallet	20 KG

Tabla IV-2 TABLA DE TRAMADO DIVIDIDO EN GRUPOS

Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar

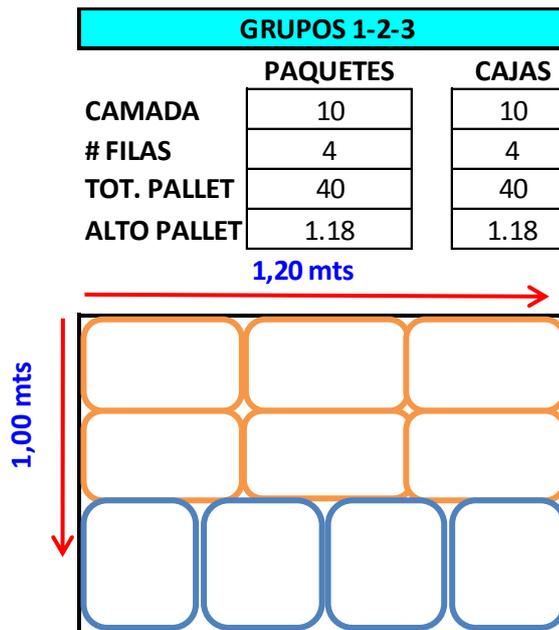


Figura IV-6 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPOS 1-2-3

Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar

<b>GRUPO 4</b>		
	<b>PAQUETES</b>	<b>CAJAS</b>
<b>CAMADA</b>	35	17.5
<b># FILAS</b>	6	6
<b>TOT. PALLET</b>	210	105
<b>ALTO PALLET</b>	1.18	1.18

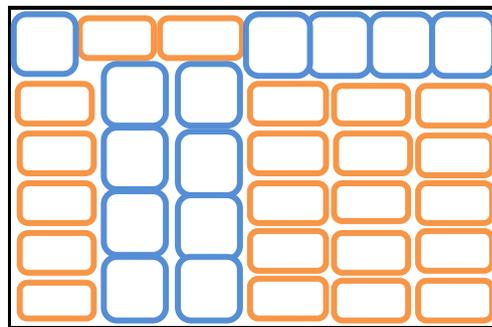


Figura IV-7 CONFIGURACIÓN DE PALETIZADO GRUPO 4

Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar

GRUPO 5		
	PAQUETES	CAJAS
CAMADA	32	16
# FILAS	6	6
TOT. PALLET	192	96
ALTO PALLET	1.18	1.18

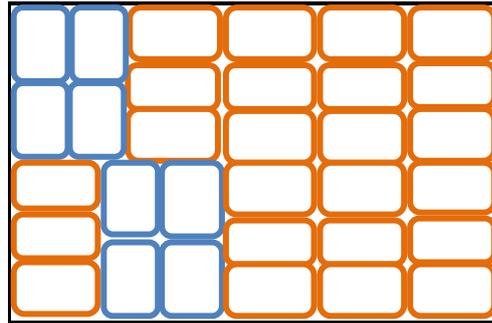


Figura IV-8 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPO 5

Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar

GRUPO 6		
	PAQUETES	CAJAS
CAMADA	27	13.5
# FILAS	5	5
TOT. PALLET	135	67.5
ALTO PALLET	1.15	1.15

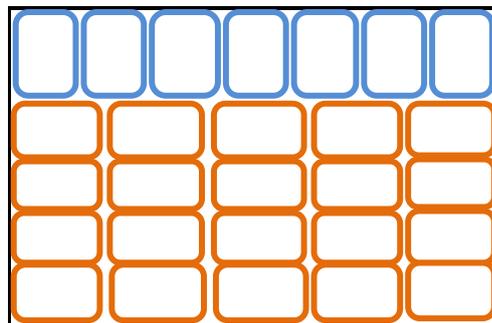


Figura IV-9 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPO 6

Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar

<b>GRUPO 7</b>		
	<b>PAQUETES</b>	<b>CAJAS</b>
<b>CAMADA</b>	22	11
<b># FILAS</b>	3	3
<b>TOT. PALLET</b>	66	33
<b>ALTO PALLET</b>	1.12	1.12

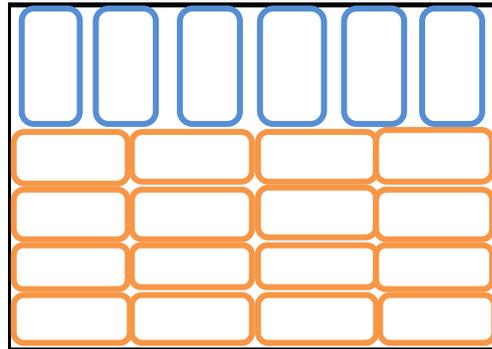


Figura IV-10 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPO 7

Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar

<b>GRUPO 8</b>		
	<b>PAQUETES</b>	<b>CAJAS</b>
<b>CAMADA</b>	20	10
<b># FILAS</b>	3	3
<b>TOT. PALLET</b>	60	30
<b>ALTO PALLET</b>	1.18	1.18

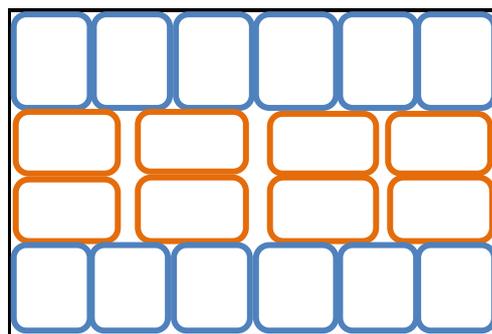


Figura IV-31 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPO 8

Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar

<b>GRUPO 9</b>		
	<b>PAQUETES</b>	<b>CAJAS</b>
<b>CAMADA</b>	20	10
<b># FILAS</b>	3	3
<b>TOT. PALLET</b>	60	30
<b>ALTO PALLET</b>	1.2	1.2

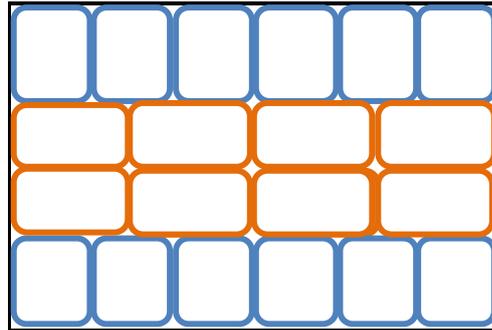


Figura IV-12 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPO 9

Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar

<b>GRUPO 10</b>		
	<b>PAQUETES</b>	<b>CAJAS</b>
<b>CAMADA</b>	13	6.5
<b># FILAS</b>	3	3
<b>TOT. PALLET</b>	39	19.5
<b>ALTO PALLET</b>	1.2	1.2

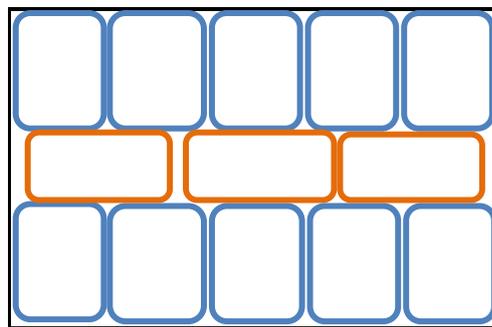


Figura IV-13 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPO 10

Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar

<b>GRUPO 11</b>		
	<b>PAQUETES</b>	<b>CAJAS</b>
<b>CAMADA</b>	35	35
<b># FILAS</b>	5	5
<b>TOT. PALLET</b>	175	175
<b>ALTO PALLET</b>	1.2	1.2

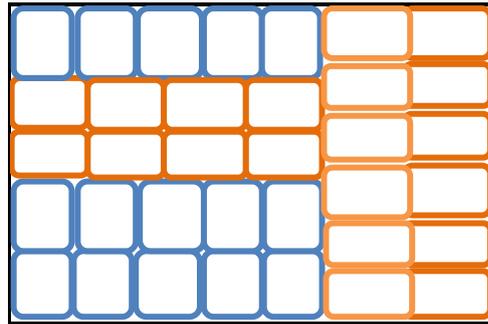


Figura IV-14 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPO 11

Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar

<b>GRUPO 12</b>		
	<b>PAQUETES</b>	<b>CAJAS</b>
<b>CAMADA</b>	12	12
<b># FILAS</b>	4	4
<b>TOT. PALLET</b>	48	48
<b>ALTO PALLET</b>	1.06	1.06

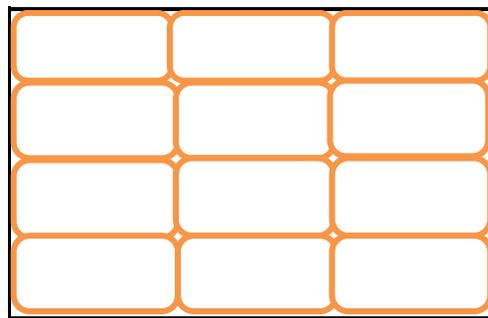


Figura IV-45 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPO 12

Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar

<b>GRUPO 13</b>		
	<b>PAQUETES</b>	<b>CAJAS</b>
<b>CAMADA</b>	10	10
<b># FILAS</b>	5	5
<b>TOT. PALLET</b>	50	50
<b>ALTO PALLET</b>	1.2	1.2

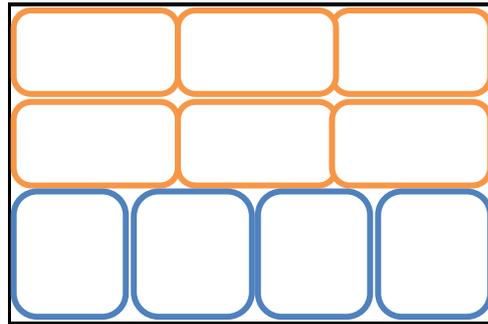


Figura IV-16 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPO 13

Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar

<b>GRUPO 14</b>		
	<b>PAQUETES</b>	<b>CAJAS</b>
<b>CAMADA</b>	22	11
<b># FILAS</b>	5	5
<b>TOT. PALLET</b>	110	55
<b>ALTO PALLET</b>	1.15	1.15

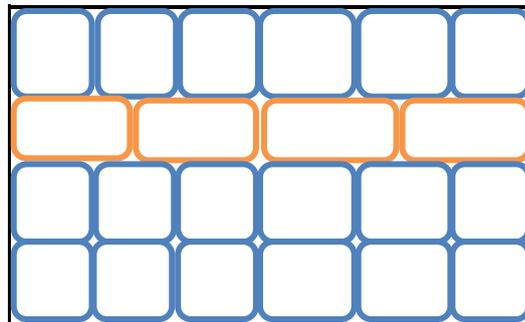


Figura IV-17 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPO 14

Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar

<b>GRUPO 15</b>		
	<b>PAQUETES</b>	<b>CAJAS</b>
<b>CAMADA</b>	22	11
<b># FILAS</b>	5	5
<b>TOT. PALLET</b>	110	55
<b>ALTO PALLET</b>	1.2	1.2

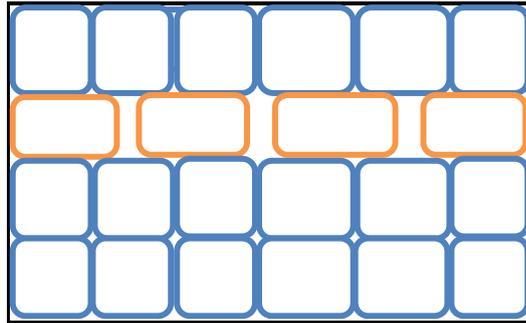


Figura IV-18 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPO 15

Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar

<b>GRUPO 16</b>		
	<b>PAQUETES</b>	<b>CAJAS</b>
<b>CAMADA</b>	20	10
<b># FILAS</b>	4	4
<b>TOT. PALLET</b>	80	40
<b>ALTO PALLET</b>	1.08	1.08

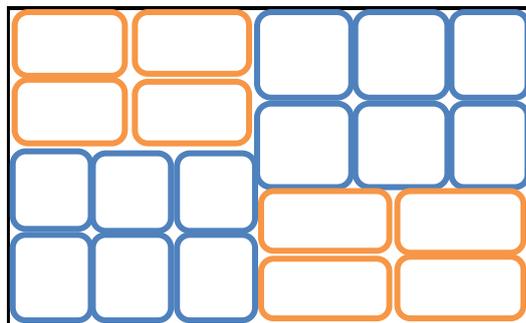


Figura IV-19 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPO 16

Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar

<b>GRUPO 17</b>		
	<b>PAQUETES</b>	<b>CAJAS</b>
<b>CAMADA</b>	19	9.5
<b># FILAS</b>	4	4
<b>TOT. PALLET</b>	76	38
<b>ALTO PALLET</b>	1.1	1.1

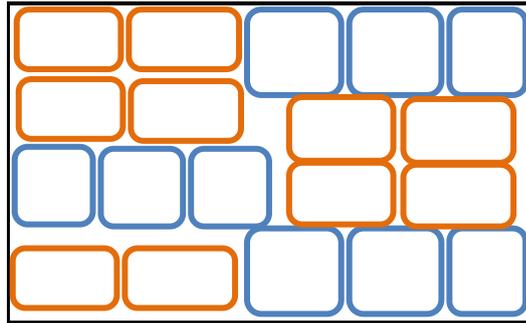


Figura IV-20 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPO 17

Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar

<b>GRUPO 18</b>		
	<b>PAQUETES</b>	<b>CAJAS</b>
<b>CAMADA</b>	16	16
<b># FILAS</b>	4	4
<b>TOT. PALLET</b>	64	64
<b>ALTO PALLET</b>	1.2	1.2

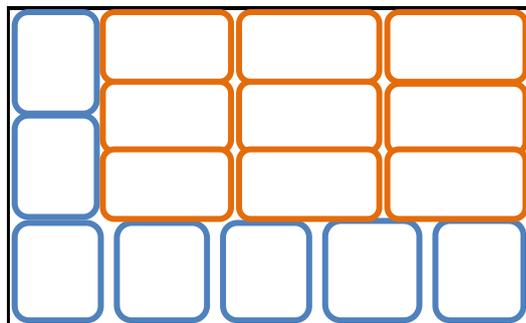


Figura IV-51 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPO 18

Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar

GRUPO 19		
	PAQUETES	CAJAS
CAMADA	24	12
# FILAS	5	5
TOT. PALLET	120	60
ALTO PALLET	1.24	1.24

Figura IV-62 CONFIGURACIÓN PALETIZADO GRUPO 19

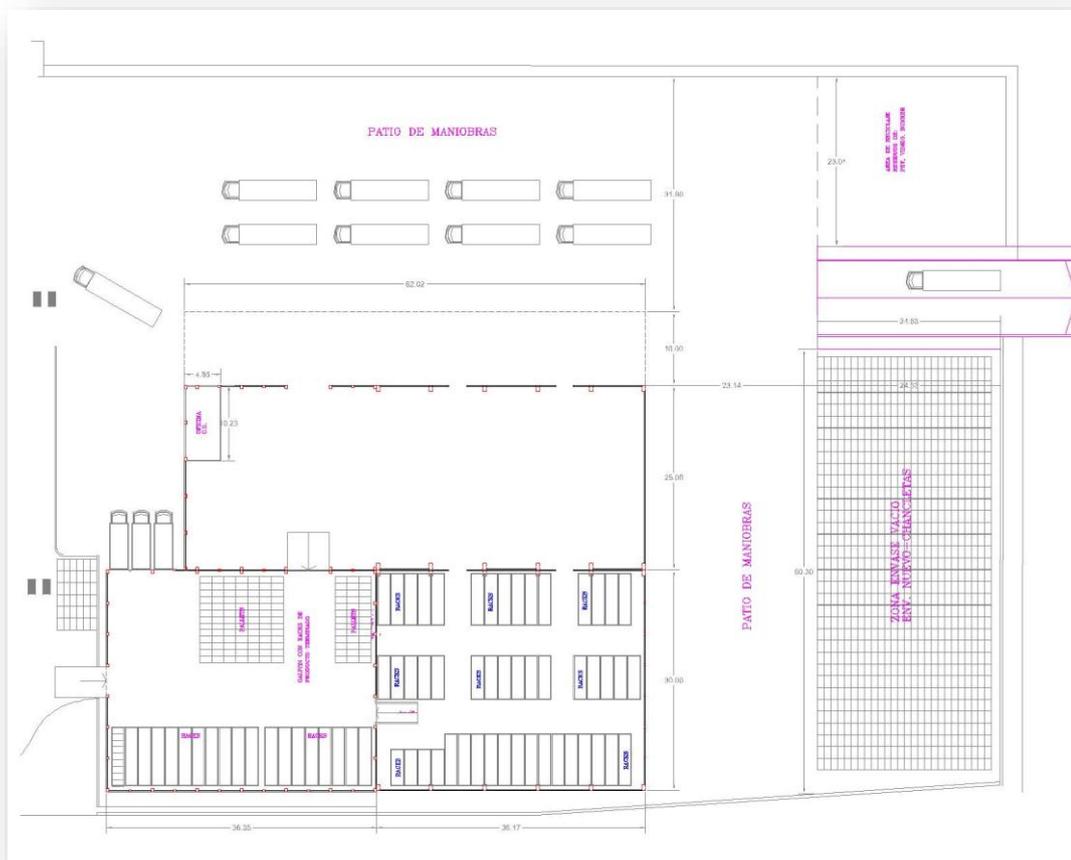
Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar

### IV.3 ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y PRESENTACIÓN DE PROPUESTAS (ELECCIÓN Y DISEÑO DE PERCHAS)

Actualmente la capacidad de almacenamiento de la bodega es de 1696 pallets en racks. Como se explicaba anteriormente esto es insuficiente para la necesidad de almacenamiento de la empresa que es de 4598 pallets en promedio anual, por lo tanto se cuenta con un déficit en capacidad de almacenamiento del 63.11%, para compensar dicha insuficiencia de capacidad es necesario alquilar una bodega externa para poder almacenar los productos de manera apta, cumpliendo con las normas de calidad establecidas.

Se pensaba analizar la ampliación de la bodega, pero después de los resultados iniciales esto ya no es una opción, sino que obligatoriamente se tiene que hacer para poder

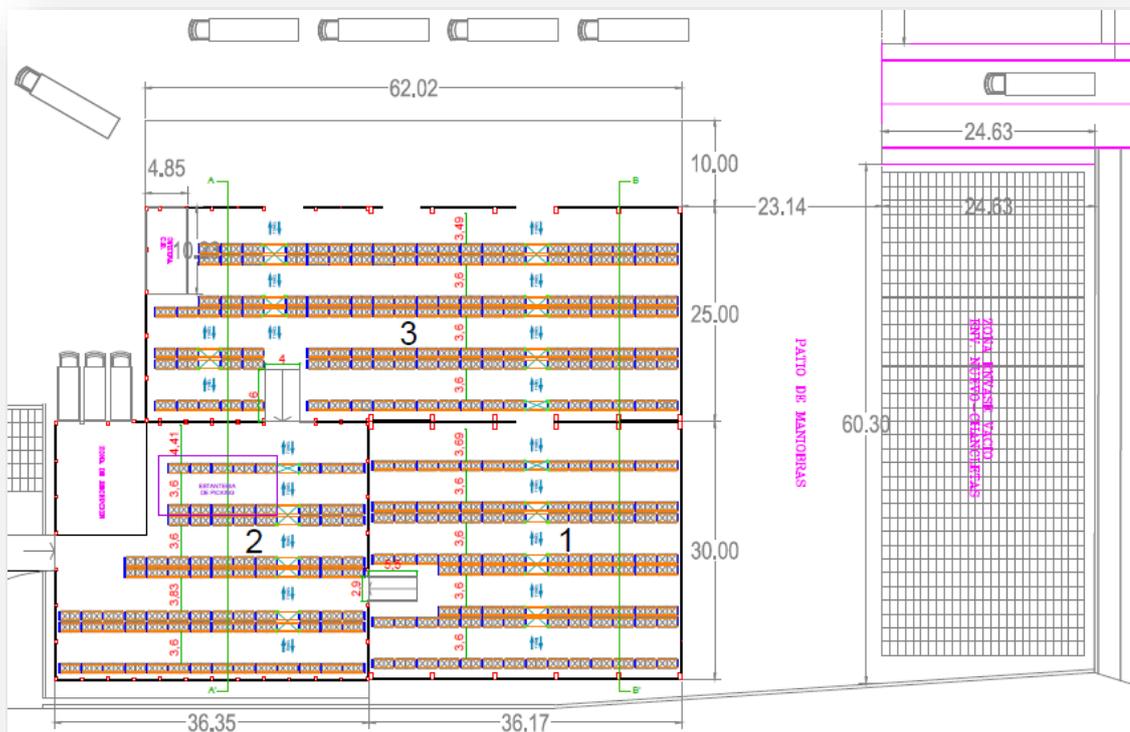
completar la capacidad de almacenamiento requerida, la empresa decidió realizar la ampliación de la bodega actual, por este motivo no se va a considerar los costos de la obra civil ya que estos serían un costo hundido, puesto que la empresa ya tomó la decisión de hacerlo antes de que se termine el análisis y recomendación de esta tesis. Se va a trabajar con los planos que ya incluyen la ampliación para elaborar las propuestas, con esta nueva ampliación el área del centro de distribución pasa de 2.176 m<sup>2</sup> a 3.726 m<sup>2</sup>, como se lo puede observar en la Figura 4.25. Con el fin de poder identificar de qué sección de la bodega se está hablando durante la presentación de las diferentes propuestas, se procedió a separarla en tres sectores. El sector 1 es la parte antigua de la bodega que se encuentra a un desnivel de 1,39 metros en comparación al sector 2 y que se encuentra unido por una rampa, el sector 2 es la otra sección antigua de la bodega y que es la parte más alta, finalmente el sector 3 es la sección nueva de la bodega que está por construirse.



**Figura IV-23 PLANO DE BODEGA CON LA AMPLIACIÓN**

**Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar**

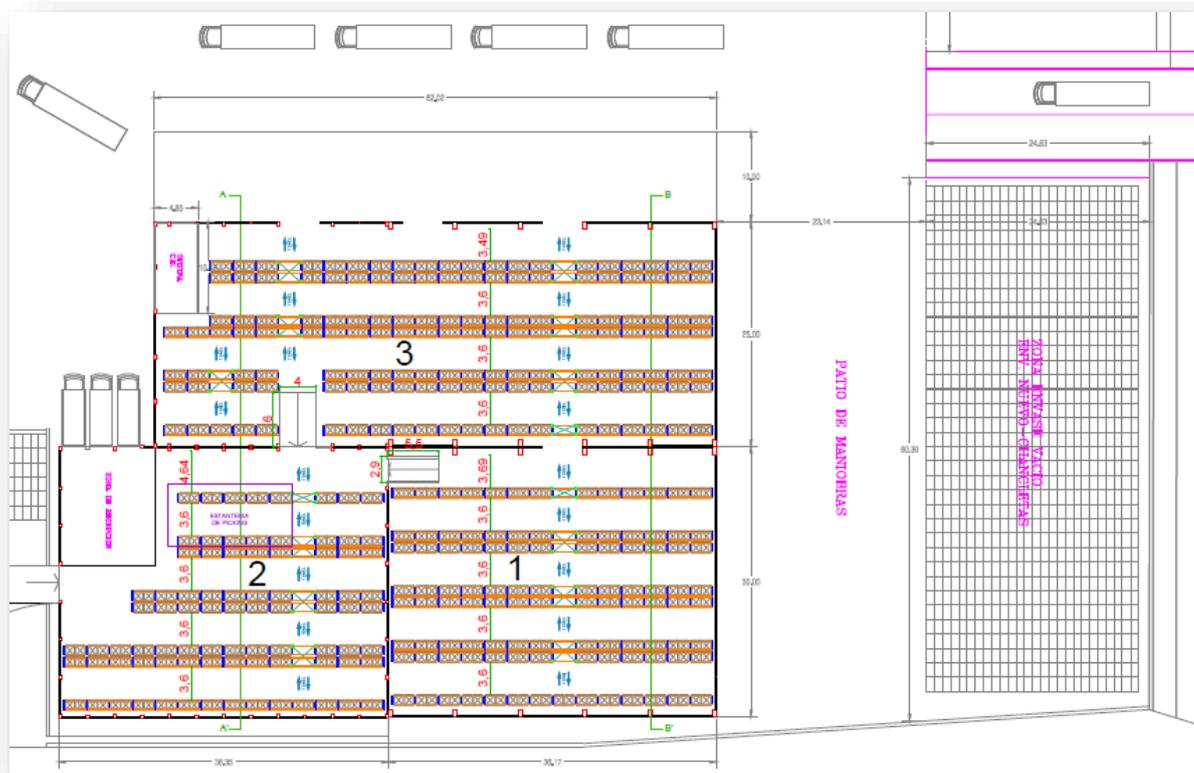
En la primera propuesta se plantea trabajar con estantería selectiva o simple de hasta 4 niveles de altura, para poder utilizar los montacargas con los que actualmente cuenta la empresa y así reducir los costos de inversión por la compra de nuevos equipos, en este escenario 1 no se logra cumplir con la capacidad requerida, si bien aumenta su capacidad en comparación al escenario actual, esta propuesta queda descartada ya que aún existe un déficit de capacidad de almacenamiento del 40.58% ya que se cuenta con capacidad para almacenar 2.732 pallets y la necesidad promedio es de 4.598 pallets. Si lo comparamos con el mes más alto, cuya necesidad es de 5.747 pallets, el déficit es del 52.46%. Ver Figura 4.26.



**Figura IV-24 PLANO DE BODEGA ESCENARIO 1**

**Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar**

En la segunda propuesta se plantea cambiar la ubicación de la rampa para ganar una mayor cantidad de posiciones, como se puede observar en la Figura 4.27 haciendo el cambio de la rampa se ganan 48 posiciones pero esto sigue siendo insuficiente, ya que el total de la capacidad de almacenamiento tan solo asciende 2780 pallets.

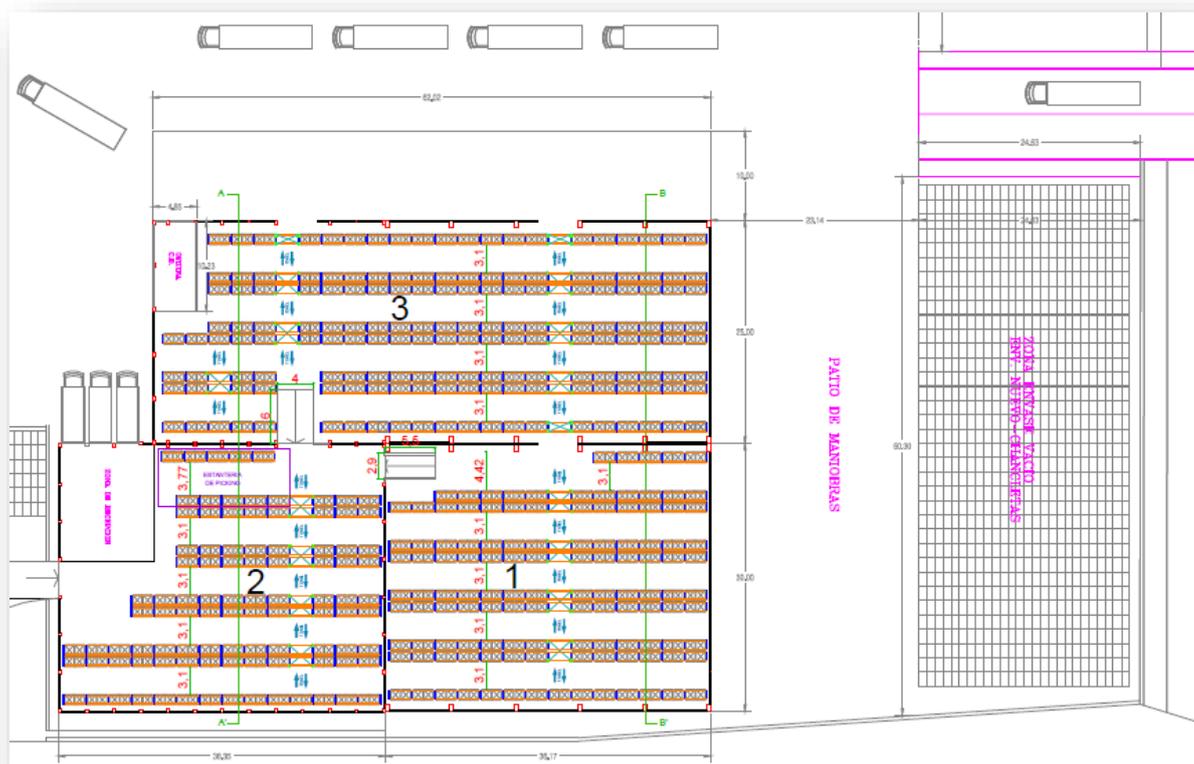


**Figura IV-25 PLANO DE BODEGA ESCENARIO 2**

**Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar**

En la tercera propuesta se tratará de maximizar el uso de la bodega, utilizando estantería más alta que llegan hasta unos 7 niveles de altura, de esta manera se aumenta la capacidad de almacenamiento sin necesidad de ampliar aún más el área de la bodega, Pero para esta propuesta se necesitan de montacargas eléctricos que puedan llegar hasta esas alturas, ya que los actuales no lo pueden hacer, otra ventaja de cambiar de montacargas es que los pasillos no necesitan ser tan anchos como los anteriores que eran de 3.60 metros, con 3.10 metros son suficientes ya que estos montacargas son más pequeños y al ahorrar espacio en los pasillos entran más estanterías. Ver Figura 4.28.

Con estas modificaciones la nueva capacidad de almacenamiento es de 4.824 posiciones, lo cual sobrepasa la necesidad de almacenamiento promedio pero no es suficiente para los meses pico que van de Junio a Diciembre, donde todavía cuenta con un déficit del 16.06%.

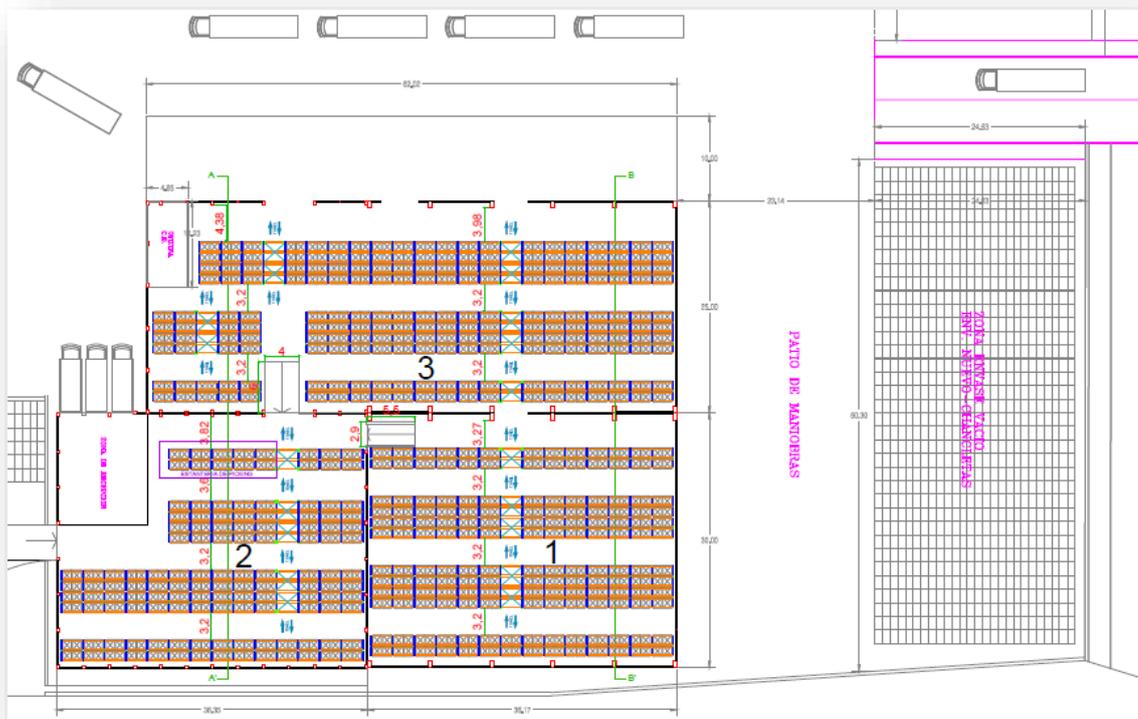


**Figura IV-26 PLANO DE BODEGA ESCENARIO 3**

**Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar**

En la cuarta propuesta se intenta ganar aún más capacidad de almacenamiento sin ampliar el área de la bodega, esto se lo hace utilizando estantería de doble profundidad ya que reduce el espacio desperdiciado por los pasillos, para este tipo de estantería se necesita de montacargas eléctricos que cuentan con un aditamento especial en forma de acordeón, conocido como pantógrafo y que permite llegar a los pallets que se encuentran en la posición trasera, para estos equipos el ancho del pasillo es de 3.20 metros, si bien es un poco más que el anterior, sigue siendo menor que el ancho de los

pasillos necesarios para los montacargas de combustión; las perchas al ser de doble profundidad reducen el número de pasillos necesarios y aumenta la capacidad de almacenamiento. Ver Figura 4.29, con estos cambios la capacidad de almacenamiento aumenta a 6.592 pallets que es un 43.37% más de la capacidad necesitada de 4.598 pallets promedio y un 14.70% más de la capacidad necesitada en el mes más alto, la hace una buena opción en cuanto a capacidad de almacenamiento ya que también permite un crecimiento a futuro.

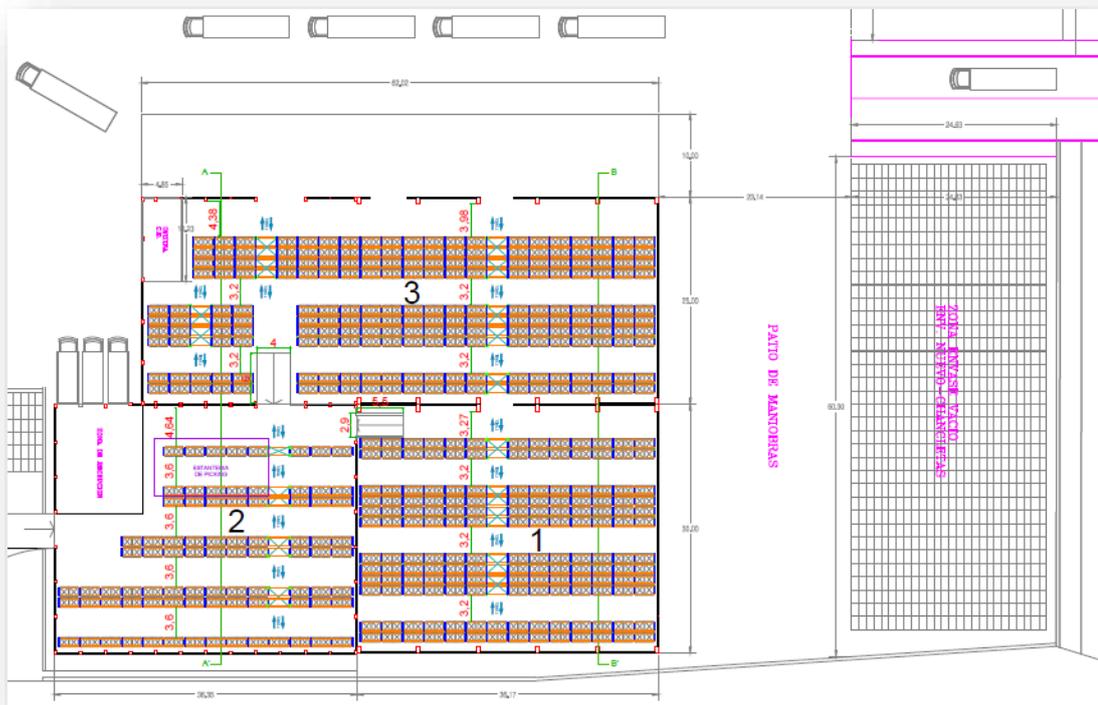


**Figura IV-27 PLANO DE BODEGA ESCENARIO 4**

**Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar**

La quinta propuesta es casi igual a la anterior, el único cambio que se realiza es en el sector 2 de la bodega. Se plantea utilizar estanterías de 4 niveles de altura, para solo utilizar montacargas de combustión en este sector. Observar Figura 4.30. De esta

manera se ahorraría la adquisición de un montacargas eléctrico para este sector y menor inversión en las estanterías, se obtiene un almacenamiento de 6.188 pallets, que es menor al número de posiciones de la propuesta anterior pero sigue siendo suficiente para las necesidades del centro de distribución ya supera en un 34.58% la capacidad necesitada promedio y en un 7.67% la capacidad en el mes más alto nos da holgura para un futuro incremento en la capacidad de almacenamiento.

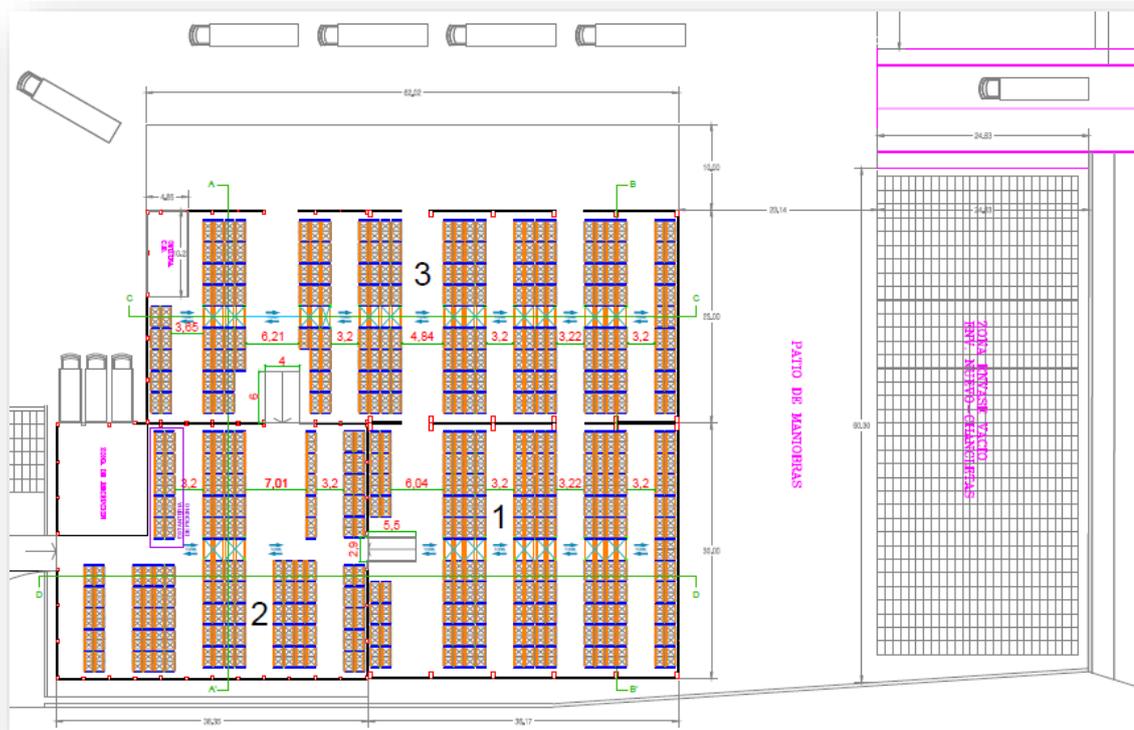


**Figura IV-28 PLANO DE BODEGA ESCENARIO 5**

**Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar**

En la sexta propuesta se utilizan las mismas perchas y equipos del escenario 4, pero cambiando el sentido de las estanterías en forma vertical. Ver Figura 4.31, de esta manera se obtiene un mejor flujo en la bodega y también mejor control y supervisión de los despachos, aunque debido a estos cambios se produce una disminución en la capacidad de almacenamiento en comparación con el escenario 4 a 6.230 pallets, superando en un 35.49% la capacidad necesitada promedio y en un 8.40% la capacidad

en el mes más alto la rampa en el centro del sector 1 corta el flujo y reduce la capacidad de almacenamiento como se demostró en la segunda propuesta.



**Figura IV-29 PLANO DE BODEGA ESCENARIO 6**

**Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar**

En la séptima propuesta se parte del escenario anterior, cambiando la rampa del centro hacia un costado como se lo hizo anteriormente en la segunda propuesta para ganar una mayor cantidad de posiciones. Observar Figura 4.32, con este cambio se ganan 142 posiciones ascendiendo a un total de 6.372 posiciones, lo que es un 38.58% más de la capacidad necesitada promedio y un 10.88% más que la capacidad del mes más alto, pero se afecta el flujo de la bodega ya que se obstruye el pasillo del centro que conecta el sector 1 con el sector 3.

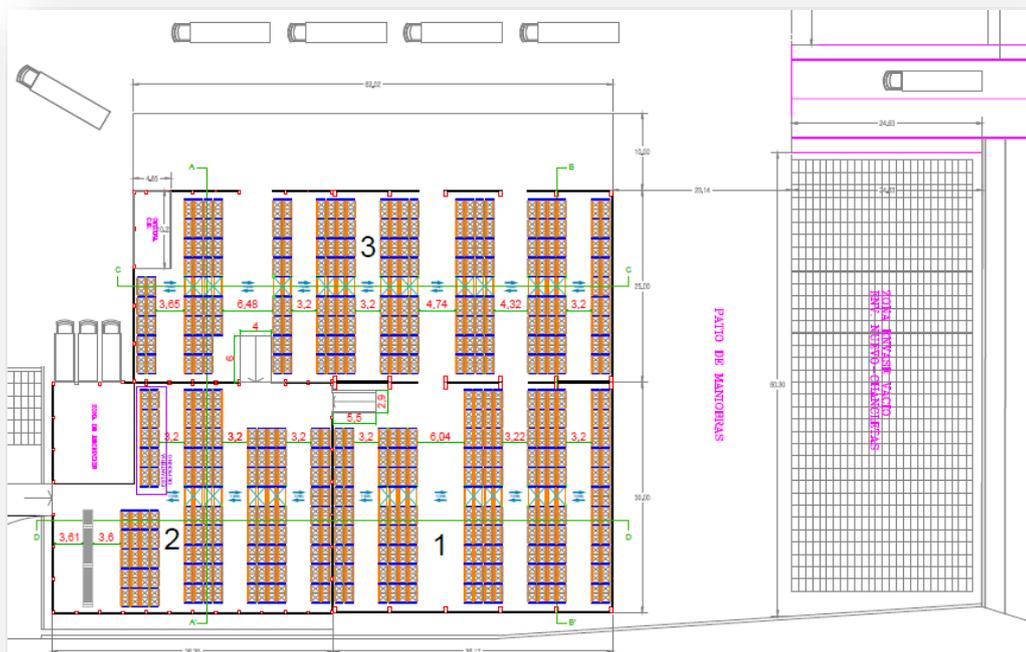




Con esta opción se cumple con las necesidades actuales aunque la holgura para un crecimiento cercano no es muy grande, pero se obtiene el mejor flujo de todas las opciones presentadas y la pérdida de posiciones no es muy elevada en comparación a las otras. Ver Figura 4.35.



Figura IV-32 ACUMULADOR DE RODILLOS



**Figura IV-33 PLANO DE BODEGA ESCENARIO 9**

**Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar**

De todas las propuestas presentadas las que mejor se adaptan a las necesidades de la empresa son la cuarta, quinta y novena. Si bien la cuarta propuesta ofrece la mayor cantidad de almacenamiento de todas las propuestas, satisface las necesidades actuales de almacenamiento e incluso proporciona la mayor holgura para un futuro crecimiento, también es la más costosa ya que representa una mayor inversión en estanterías y equipos de montacargas, y su flujo no es el mejor. El costo de la estantería para esta propuesta es de \$400.388,23 lo que representa un costo de \$60,74 por posición. Ver Anexo C.

La quinta propuesta ofrece una buena cantidad de posiciones, aunque su capacidad de almacenamiento es un poco menor que la anterior, ésta aún satisface las necesidades actuales de la empresa y proporciona un cierto porcentaje de holgura, esta opción también es la menos costosa ya que la inversión en estanterías es menor, al igual que la inversión en equipos ya que sería un montacargas eléctrico menos que no se utilizaría

en el sector 2, con respecto a su flujo tampoco es el mejor ya que es igual al anterior, el costo de la estantería para esta propuesta es de \$375.883,70 lo que representa un costo de \$60,74 por posición. Ver Anexo D.

La novena propuesta ofrece una cantidad menor de posiciones que las dos anteriores, aunque si bien esta satisface las necesidades actuales de almacenamiento de la empresa, su holgura para un futuro crecimiento es mínima, a su favor esta propuesta cuenta con el mejor flujo de bodega de todas las anteriores, lo que permitirá un trabajo más productivo y facilitará las tareas de supervisión y control. El costo de la estantería para esta propuesta es de \$373.452,25 lo que representa un costo de \$61,95 por posición. Ver Anexo E.

Se recomienda optar por la novena propuesta, ya que cumple las necesidades de almacenamiento a lo largo del año y da cierta holgura para un crecimiento. Aunque esta holgura no es la mayor de todas las propuestas, es suficiente para la mayoría de los meses en los siguientes 4 años (Crecimiento 7% anual estimado), puede ser que en los meses de Octubre a Diciembre esta holgura no sea suficiente para los próximos años, pero se podría rentar una bodega externa para este periodo o buscar otro tipo de solución viable que cumpla con las normas de almacenamiento de productos alimenticios, el factor más preponderante para recomendar esta propuesta son los beneficios en cuanto a un mejor flujo, mayor productividad y mejor control de las operaciones de los montacarguistas; finalmente en la Figura 4.36 podemos observar cómo se incrementa el índice de almacenamiento de 32.74 cajas/m<sup>2</sup> (Actual) a 67.95 cajas/m<sup>2</sup> lo que es más del doble.

<b>Área Total Ampliada del Centro de Distribución</b>	<b>Capacidad de Almacenamiento Total CD Ampliado</b>
3,726 m <sup>2</sup>	253,176 Cajas
<b>Cajas Promedio por Pallet</b>	<b>Índice de Almacenamiento CD Ampliado</b>
42 Cajas	67.95 Cajas/m <sup>2</sup>

**Tabla IV-3 DATOS DE CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO CD AMPLIADO**

**Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar**

#### **IV.4 ELECCIÓN DE MONTACARGAS (MOVIMIENTOS)**

Como se indicó anteriormente la empresa cuenta con 10 montacargas a combustión, los cuales se van a seguir utilizando, debido al nuevo diseño de la bodega del centro de distribución y las características de las nuevas estanterías, estos equipos no podrán depositar ni retirar los pallets en las respectivas posiciones, por lo tanto esta tarea la realizarán los montacargas eléctricos (Ver Figura 4.37), la función de los montacargas de combustión en lo que corresponde al almacenamiento será de movilizar el producto terminado de la planta hacia el centro de distribución y dejarlo frente a la ubicación que debe ser almacenado para que el montacargas eléctrico lo perche o dejarlo en el acumulador en el caso de que el montacargas eléctrico se encuentre ocupado, en cuanto a la parte de despacho, el montacargas eléctrico se encargará de sacar el pallet de la percha y ubicarlo en el suelo para que luego el montacargas a combustión lo recoja, lo movilice y finalmente lo cargue en el camión; otro beneficio de este funcionamiento es que la batería del montacargas eléctrico durará un mayor tiempo, ya que no tendrán que realizar un largo recorrido.

De acuerdo al análisis de posiciones necesaria en el centro de distribución el número de montacargas eléctricos necesarios para la operación serían tres, uno resulta insuficiente para cumplir con las dos funciones de almacenamiento y despacho. Dos montacargas eléctricos podrían cumplir con las necesidades la mayor parte de tiempo, pero en los picos resulta insuficiente, si algunos de los dos se dañe, la operación no

podría continuar con un solo montacargas eléctrico, se podría alquilar un equipo en caso de que esto pase, este tipo de montacargas no son tan comunes en el mercado como los de combustión, esto es debido a la altura a la que llegan y por ende serían difícil de conseguir; en el caso de que se llegara a encontrar uno el tiempo mínimo de contrato de arrendamiento es de un año, por esto tres es el número necesario de montacargas eléctricos. Todos los montacargas que se adquieran deben ser de la misma marca y modelo, en caso de que se llegara a averiar un segundo montacargas eléctrico se puede tomar el repuesto del montacargas que no está en funcionamiento, para salir de una emergencia hasta que llegue el nuevo repuesto.

De los tres montacargas eléctricos a utilizar, dos se asignarían a la tarea de almacenamiento y uno a la tarea de despacho, O en el caso de que la tarea de despacho tenga una mayor necesidad, se asignarían dos montacargas eléctricos momentáneamente.

Con respecto a la adquisición de estos tres montacargas eléctricos, existen 3 opciones:

- Nuevo: Es un montacargas nuevo de paquete y su costo es de \$74.196,26 (Ver Anexo F)
- Encoré: Es un montacargas que fue usado, pero ha sido reparado y repotenciado, además que cuenta con la garantía del fabricante. Su costo es de \$45.679,23 (Ver Anexo G)
- Alquiler: Es un montacargas usado, que se lo alquila por un tiempo mínimo de un año y así mismo cuenta con el respaldo y garantía del proveedor. Su costo mensual es de \$1.800,00.



**Figura IV-34 MONTACARGAS ELÉCTRICO CON PANTÓGRAFO**

Fuente: <http://www.logismarket.com.mx/momatt/montacargas-de-pasillo-angosto-con-pantografo-doble/1244409723-1179565806-p.html>

Los montacargas eléctricos cotizados cumplen con las necesidades del centro de distribución, es decir cumplen con la altura mínima requerida ya que llegan a una altura máxima de 9,30 metros cuando la necesidad es de 8,78 metros, cumple con las necesidades de carga pueden cargar hasta un máximo de 1.364 Kg cuando la necesidad es de 1.083 Kg, también cumple con las medidas de los pasillos ya que para girar necesita de 3,05 metros y los pasillos del centro de distribución son de 3,20 metros y finalmente cuentan con el pantógrafo que es necesario para acceder a las posiciones traseras de la estantería de doble profundidad.

Por las razones anteriormente explicadas es necesario contar con 3 montacargas eléctricos para el correcto funcionamiento del centro de distribución. La opción de comprar 2 montacargas y rentar 1 fuera la más apropiada siempre y cuando se pudiera

rentar dichos equipos para los meses de mayor demanda de trabajo, pero como se indicó anteriormente el contrato de arrendamiento es de mínimo 1 año, razón por la cual no resulta tan conveniente. Debido a esto se recomienda adquirir 2 montacargas eléctricos nuevos y 1 montacargas encoré, esto es con el fin de reducir el costo de la inversión de la empresa y mantener un nivel de disponibilidad y confiabilidad elevado. Tampoco se recomienda adquirir 2 o 3 montacargas encoré debido a que el nivel de disponibilidad y confiabilidad se podría reducir drásticamente, ya que si bien los montacargas encoré son equipos confiables, tienen una mayor probabilidad de sufrir un desperfecto que un equipo nuevo y además siempre está vigente el costo del lucro cesante que muchas veces es mayor al costo que se ahorró en la inversión inicial.

#### IV.5 COSTO BENEFICIO DE LA INVERSIÓN

Como se indicó anteriormente el costo de la obra civil de ampliación del centro de distribución se la considera como un costo hundido ya que la ampliación fue decidida por la empresa, pase lo que pase con el resultado de este análisis.

Entonces se va a considerar en la Figura 4.38 los valores que deberá invertir la empresa para llevar a cabo la propuesta seleccionada.

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Estanterías (Propuesta 9)	1	\$373,452.25	\$373,452.25
Montacargas Nuevos	2	\$74,196.26	\$148,392.52
Montacargas Usados	1	\$45,679.23	\$45,679.23
<b>Total</b>			<b>\$567,524.00</b>

Tabla IV-4 COSTO DE INVERSIÓN DE PROPUESTA RECOMENDADA

Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar

El costo de alquiler por posición mensual en una bodega externa es de \$8.00, que incluye la tasa de bodegaje, alquiler de montacargas y la estiba de embarque y desembarque.

En la Figura 4.39 se muestra el déficit de posiciones que se tuvo a lo largo del año y el costo de alquiler que le tocaría pagar a la empresa para tener almacenado el producto terminado de una manera correcta en una bodega externa.

Mes	Julio '12	Agosto '12	Septiembre '12	Octubre '12	Noviembre '12	Diciembre '12	Enero '13	Febrero '13	Marzo '13	Abril '13	Mayo '13	Junio '13
Inventario (Pallets)	4,912	5,216	5,267	5,747	5,638	5,473	4,610	3,801	3,322	2,320	3,810	5,079
Capacidad Racks (Pallets)	1,696	1,696	1,696	1,696	1,696	1,696	1,696	1,696	1,696	1,696	1,696	1,696
Déficit (Pallets)	3,216	3,520	3,571	4,051	3,942	3,777	2,914	2,105	1,626	624	2,114	3,383
Costo Alquiler Déficit	\$25,728	\$28,160	\$28,568	\$32,408	\$31,536	\$30,216	\$23,312	\$16,840	\$13,008	\$4,992	\$16,912	\$27,064
Total Anual Alquiler	<b>\$278,744</b>											

**Tabla IV-5 COSTO ALQUILER POR DÉFICIT DE CAPACIDAD**

**Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar**

Como podemos notar el costo anual de alquiler debido a la falta de capacidad de almacenamiento del centro de distribución es de \$278.744,00 por lo que la inversión de la propuesta recomendada se recuperaría en 2,04 años, esto sin contar el ahorro que se produciría en la pérdida por caducidad de producto que al año asciende a \$120.000 y que si bien no se eliminaría totalmente, si bajaría su valor considerablemente debido a las nuevas estanterías que permiten una mejor rotación e implementación de la política FIFO que las estanterías anteriores. Además también se reducirían las pérdidas por la rotura de envases que al año asciende a \$198.000 ya que se contaría con nuevas estanterías, mayor capacidad de almacenamiento y un nuevo y mejorado layout de bodega.

#### IV.6 DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS (DEFINICIÓN DE AREAS DE ALMACENAMIENTO) DISTRIBUCIÓN FISICA DE LOS PRODUCTOS

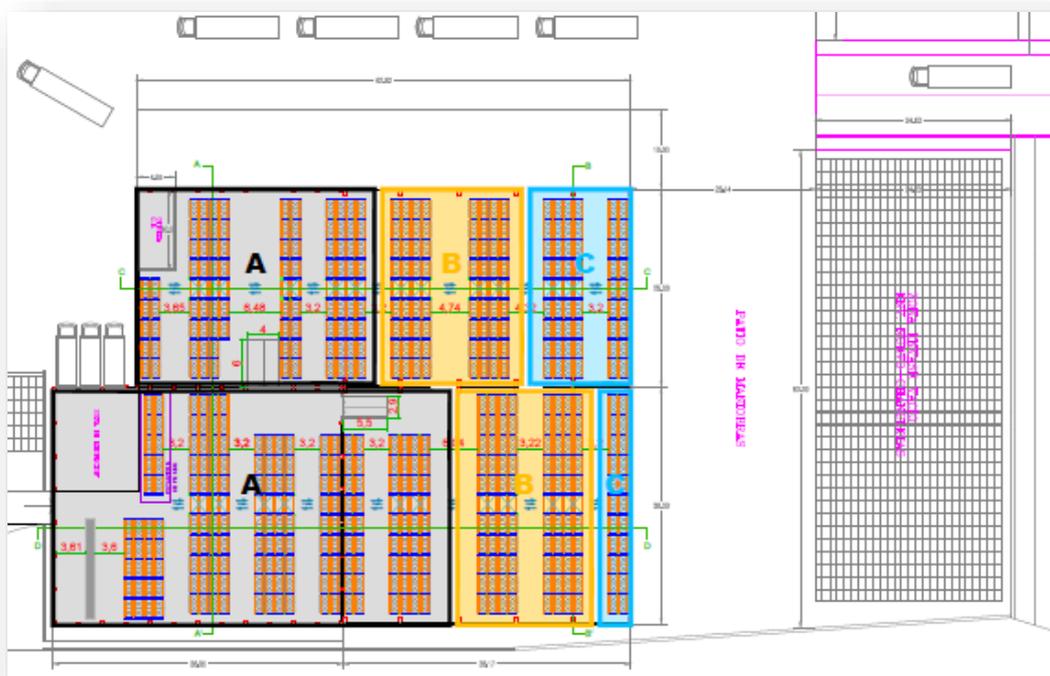
El análisis ABC de los productos que se realizó en base a su rotación, se tiene identificados a los productos de mayor, mediana y baja rotación, junto con esto se identificó el porcentaje de inventario promedio que se tiene de cada tipo de producto como lo podemos observar en la Figura 4.40, Gracias a este porcentaje obtenido del inventario promedio, se lo utilizó para obtener el número de posiciones que les corresponden a cada tipo de producto, de las 6,028 disponibles.

<b>Clasificación</b>	<b>SKU's</b>	<b>% Inventario Promedio Fin de Mes</b>	<b>Número de Posiciones</b>
A	23	52.92%	3190
B	22	34.14%	2058
C	38	12.94%	780
<b>Total</b>	<b>83</b>	<b>100.00%</b>	<b>6028</b>

Tabla IV-6 NÚMERO DE POSICIONES ASIGNADAS A TIPO DE PRODUCTO ABC

Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar

La ubicación de los diferentes tipos de productos en la nueva bodega del centro de distribución queda como se muestra en la Figura 4.41.



**Figura IV-35 DISTRIBUCIÓN FÍSICA SEGÚN EL TIPO DE PRODUCTO ABC**

**Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar**

Se optó por este tipo de distribución de los productos en la bodega dado que no existe fraccionamiento de la carga, los productos llegan en pallets completos y se despachan en pallets completos, por lo tanto no es necesario que los productos tipo A se ubiquen más cerca de la zona de despacho.

Como se explicó anteriormente el almacenamiento de producto terminado es la tarea que demanda mayor trabajo y por lo cual se asignan 6 de los 10 montacargas a combustión que actualmente posee la empresa. Debido a esto los productos tipo A, que son los de mayor rotación se ubican más cerca de la zona de recepción de mercadería proveniente de la planta, luego se ubican los productos tipo B de mediana rotación y finalmente los productos tipo C de baja rotación.

Con respecto al área de picking, en la propuesta seleccionada se asignó dos filas de estanterías para ubicar los pallets asignados a esta área y que incluyen productos de los 3 tipos A, B y C. El picking se lo realiza exclusivamente para un cliente grande y se lo despacha a través de camiones de cajón, razón por la cual se encuentran los andenes para el correcto despacho de la mercadería. Sólo en esta área existe un fraccionamiento de carga y por eso se la ubicó cerca de la zona de recepción de mercadería de la planta y a su vez cerca del área de despacho de los camiones de cajón, para un funcionamiento eficiente.

#### **IV.7 REDUCCION PRODUCTOS FUERA DE NORMA**

Dentro de toda la problemática que la empresa tiene, el monto en dólares de producto fuera de norma generado por el mal almacenamiento al piso y al ambiente, producto expuesto a altas temperaturas, lluvias y rotura de envases de vidrio en bebidas carbonatadas se presenta análisis que permitirá a la toma de decisión a la inversión.

Con el almacenamiento de todo el producto en racks, con un diseño de layout en función a una política ABC la empresa puede reducir del 4% promedio en cajas de producto fuera de norma al 2%, basando el análisis en dólares de los \$318.000 anuales que gasta la empresa en producto fuera de norma puede pasar a \$149.460, es decir disminuyendo \$168.539 anuales. Se presentan las tablas 4.6 y 4.7 el análisis por mes.

**Rediseño y análisis de expansión del área de almacenamiento de un centro de distribución de una empresa de bebidas carbonatadas.**

**Maestría en Control de Operaciones y gestión logística.**

TIPOS DE BEBIDAS - CAJAS	2012						2013						Total	PROMEDIO
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio		
Bebidas Carbonatadas	3.648	2.250	4.181	4.399	3.285	3.149	3.425	2.604	1.610	3.247	4.269	4.306	40.374	
Bebidas Nectares y Jugos	872	538	1.000	1.052	786	753	819	623	385	777	1.021	1.030	9.655	
Bebidas Isotónicas	1.586	978	1.818	1.912	1.428	1.369	1.489	1.132	700	1.412	1.856	1.872	17.554	
Bebidas Energéticas	1.031	636	1.182	1.243	928	890	968	736	455	918	1.207	1.217	11.410	
Bebidas de Té	793	489	909	956	714	685	745	566	350	706	928	936	8.777	
<b>PRODUCTO FUERA DE NORMA - MANUFACTURA</b>	<b>7.931</b>	<b>4.891</b>	<b>9.090</b>	<b>9.562</b>	<b>7.142</b>	<b>6.846</b>	<b>7.445</b>	<b>5.660</b>	<b>3.500</b>	<b>7.060</b>	<b>9.281</b>	<b>9.361</b>	<b>87.770</b>	<b>7.314</b>
<b>CAJAS ALMACENADAS MES</b>	<b>209.536</b>	<b>222.497</b>	<b>224.658</b>	<b>256.956</b>	<b>252.061</b>	<b>244.720</b>	<b>199.425</b>	<b>159.422</b>	<b>137.183</b>	<b>93.969</b>	<b>153.195</b>	<b>216.107</b>		
<b>PORCENTAJE DE ROTURA VS CAJAS ALMACENADAS</b>	<b>4%</b>	<b>2%</b>	<b>4%</b>	<b>4%</b>	<b>3%</b>	<b>3%</b>	<b>4%</b>	<b>4%</b>	<b>3%</b>	<b>8%</b>	<b>6%</b>	<b>4.3%</b>		<b>4%</b>
<b>AREAS - CAJAS</b>														
Rotura de Almacen - CD	1.507	929	1.727	1.817	1.357	1.301	1.415	1.075	665	1.341	1.763	1.779	16.676	
Rotura Montacargistas	872	538	1.000	1.052	786	753	819	623	385	777	1.021	1.030	9.655	
Producto baja rotacion - caducidades	1.348	831	1.545	1.626	1.214	1.164	1.266	962	595	1.200	1.578	1.591	14.921	
<b>Dictamen Calidad - BPM - MAL ALMACENAMIENTO</b>	<b>4.204</b>	<b>2.592</b>	<b>4.817</b>	<b>5.068</b>	<b>3.785</b>	<b>3.629</b>	<b>3.946</b>	<b>3.000</b>	<b>1.855</b>	<b>3.742</b>	<b>4.919</b>	<b>4.961</b>		
<b>PRODUCTO FUERA DE NORMA - MANUFACTURA</b>	<b>7.931</b>	<b>4.891</b>	<b>9.090</b>	<b>9.562</b>	<b>7.142</b>	<b>6.846</b>	<b>7.445</b>	<b>5.660</b>	<b>3.500</b>	<b>7.060</b>	<b>9.281</b>	<b>9.361</b>	<b>41.252</b>	<b>3.438</b>
<b>Reduccion cajas de PFN con Ampliacion</b>	<b>3.728</b>	<b>2.299</b>	<b>4.272</b>	<b>4.494</b>	<b>3.357</b>	<b>3.218</b>	<b>3.499</b>	<b>2.660</b>	<b>1.645</b>	<b>3.318</b>	<b>4.362</b>	<b>4.400</b>		
<b>Reduccion % con Ampliacion</b>	<b>2%</b>	<b>1%</b>	<b>2%</b>	<b>2%</b>	<b>1%</b>	<b>1%</b>	<b>2%</b>	<b>2%</b>	<b>1%</b>	<b>4%</b>	<b>3%</b>	<b>2%</b>		<b>2%</b>
														<b>46.518</b>

**Tabla IV-7 ANALISIS PRODUCTO FUERO DE NORMA EN CAJAS**

**Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar**

TIPOS DE BEBIDAS - CAJAS	2012						2013						Total	PROMEDIO
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio		
Bebidas Carbonatadas	\$ 6.912	\$ 8.169	\$ 16.523	\$ 18.289	\$ 13.764	\$ 12.409	\$ 13.067	\$ 9.094	\$ 6.794	\$ 14.463	\$ 14.966	\$ 11.829	\$ 146.280	
Bebidas Nectares y Jugos	\$ 1.653	\$ 1.953	\$ 3.951	\$ 4.373	\$ 3.291	\$ 2.967	\$ 3.125	\$ 2.175	\$ 1.625	\$ 3.459	\$ 3.579	\$ 2.829	\$ 34.980	
Bebidas Isotónicas	\$ 3.005	\$ 3.552	\$ 7.184	\$ 7.952	\$ 5.985	\$ 5.395	\$ 5.681	\$ 3.954	\$ 2.954	\$ 6.288	\$ 6.507	\$ 5.143	\$ 63.600	
Bebidas Energéticas	\$ 1.954	\$ 2.309	\$ 4.670	\$ 5.169	\$ 3.890	\$ 3.507	\$ 3.693	\$ 2.570	\$ 1.920	\$ 4.087	\$ 4.229	\$ 3.343	\$ 41.340	
Bebidas de Té	\$ 1.503	\$ 1.776	\$ 3.592	\$ 3.976	\$ 2.992	\$ 2.698	\$ 2.841	\$ 1.977	\$ 1.477	\$ 3.144	\$ 3.253	\$ 2.570	\$ 31.799	
<b>PRODUCTO FUERA DE NORMA - MANUFACTURA</b>	<b>\$ 15.029</b>	<b>\$ 17.762</b>	<b>\$ 35.924</b>	<b>\$ 39.762</b>	<b>\$ 29.927</b>	<b>\$ 26.980</b>	<b>\$ 28.411</b>	<b>\$ 19.774</b>	<b>\$ 14.773</b>	<b>\$ 31.446</b>	<b>\$ 32.538</b>	<b>\$ 25.673</b>	<b>\$ 318.000</b>	<b>\$ 28.500</b>
<b>CAJAS ALMACENADAS MES</b>	<b>\$ 1.047.680</b>	<b>\$ 1.112.485</b>	<b>\$ 1.123.290</b>	<b>\$ 1.284.780</b>	<b>\$ 1.260.305</b>	<b>\$ 1.223.600</b>	<b>\$ 997.125</b>	<b>\$ 797.110</b>	<b>\$ 685.915</b>	<b>\$ 469.845</b>	<b>\$ 765.975</b>	<b>\$ 1.080.535</b>		
<b>PORCENTAJE DE ROTURA VS CAJAS ALMACENADAS</b>	<b>1%</b>	<b>2%</b>	<b>3%</b>	<b>3%</b>	<b>2%</b>	<b>2%</b>	<b>3%</b>	<b>2%</b>	<b>2%</b>	<b>7%</b>	<b>4%</b>	<b>2.4%</b>		<b>3%</b>
<b>AREAS - CAJAS</b>														
Rotura de Almacen - CD	\$ 2.855	\$ 3.375	\$ 6.825	\$ 7.555	\$ 5.686	\$ 5.126	\$ 5.398	\$ 3.757	\$ 2.807	\$ 5.975	\$ 6.182	\$ 4.878	\$ 60.420	
Rotura Montacargistas	\$ 1.653	\$ 1.954	\$ 3.952	\$ 4.374	\$ 3.292	\$ 2.968	\$ 3.125	\$ 2.175	\$ 1.625	\$ 3.459	\$ 3.579	\$ 2.824	\$ 34.980	
Producto baja rotacion - caducidades	\$ 2.555	\$ 3.020	\$ 6.107	\$ 6.760	\$ 5.088	\$ 4.587	\$ 4.830	\$ 3.362	\$ 2.511	\$ 5.346	\$ 5.531	\$ 4.364	\$ 54.060	
<b>Dictamen Calidad - BPM - MAL ALMACENAMIENTO</b>	<b>\$ 7.965</b>	<b>\$ 9.414</b>	<b>\$ 19.040</b>	<b>\$ 21.074</b>	<b>\$ 15.861</b>	<b>\$ 14.300</b>	<b>\$ 15.058</b>	<b>\$ 10.480</b>	<b>\$ 7.830</b>	<b>\$ 16.667</b>	<b>\$ 17.245</b>	<b>\$ 13.607</b>		
<b>PRODUCTO FUERA DE NORMA - MANUFACTURA</b>	<b>\$ 15.029</b>	<b>\$ 17.762</b>	<b>\$ 35.924</b>	<b>\$ 39.762</b>	<b>\$ 29.927</b>	<b>\$ 26.980</b>	<b>\$ 28.411</b>	<b>\$ 19.774</b>	<b>\$ 14.773</b>	<b>\$ 31.446</b>	<b>\$ 32.538</b>	<b>\$ 25.673</b>	<b>\$ 149.460</b>	<b>\$ 12.455</b>
<b>Reduccion cajas de PFN con Ampliacion</b>	<b>\$ 7.064</b>	<b>\$ 8.348</b>	<b>\$ 16.884</b>	<b>\$ 18.688</b>	<b>\$ 14.066</b>	<b>\$ 12.681</b>	<b>\$ 13.353</b>	<b>\$ 9.294</b>	<b>\$ 6.943</b>	<b>\$ 14.780</b>	<b>\$ 15.293</b>	<b>\$ 12.066</b>		
<b>Reduccion % con Ampliacion</b>	<b>1%</b>	<b>1%</b>	<b>2%</b>	<b>1%</b>	<b>1%</b>	<b>1%</b>	<b>1%</b>	<b>1%</b>	<b>1%</b>	<b>3%</b>	<b>2%</b>	<b>1%</b>		<b>1%</b>
														<b>\$ 168.539</b>

**Tabla IV-8 ANALISIS PRODUCTO FUERO DE NORMA EN \$**

**Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar**

**Rediseño y análisis de expansión del área de almacenamiento de un centro de distribución de una empresa de bebidas carbonatadas.**

**Maestría en Control de Operaciones y gestión logística.**

Basándonos lo que la empresa puede disminuir en producto fuera de norma, en 3 años aproximadamente la inversión se pagaría.

Descripción	Costo Unitario	Costo Total	Producto Fuera de Norma	Años recuperacion
Estanteria (Propuesta 9)	\$ 373.452	\$ 373.452		
Montacargas Nuevos	\$ 74.196	\$ 148.393		
Montacargas Usados	\$ 45.679	\$ 45.679		
<b>Total Inversion</b>		<b>\$ 567.524</b>		<b>3</b>
Reduccion de producto fuera de norma con Ampliacion			\$ 168.539	
Reduccion de producto fuera de norma rotacion y caducidades			\$ 54.060	
<b>Total reduccion Producto Fuera de Norma</b>			<b>\$ 222.600</b>	

Tabla IV-9 ANALISIS PRODUCTO FUERO DE NORMA VS INVERSION

Autores: Heidi Safadi y Jairo Salazar

***Rediseño y análisis de expansión del área de almacenamiento de un centro de distribución de una empresa de bebidas carbonatadas.***

***Maestría en Control de Operaciones y gestión logística.***

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### V.1 CONCLUSIONES

De acuerdo a los problemas que se presentan en el sistema de almacenamiento del centro de distribución y que se explicaron anteriormente, se procedió a dar mejoras y soluciones a los mismos con el fin de eliminarlos y minimizarlos.

Gracias al análisis que se realizó se pudo observar que la mayoría de los problemas son producidos por la poca preocupación y falta de inversión en el centro de distribución por parte de la empresa. Que al tener una mayor demanda y producción de productos terminados, no pudo implementar un plan que permita tener el espacio suficiente para un correcto almacenamiento de los mismos.

Esta tesis presenta a la empresa una alternativa que permite mejorar la capacidad de almacenamiento y sus procesos de almacenamiento y despacho de manera eficiente gracias a un nuevo layout de la bodega. Todo esto respetando las correctas normas de almacenamiento de productos alimenticios.

Para resolver los problemas del centro de distribución se presentaron 9 propuestas que se compararon con la situación actual de la empresa. En cada una de estas propuestas se comparó la necesidad de almacenamiento versus la capacidad de dicha propuesta y a su vez también se evaluó layout de cada propuesta. En este caso la mejor opción fue el escenario 9, puesto que cumplió con los requisitos de almacenamiento ya que posee una capacidad de 6.028 posiciones lo que es un 31.10% más de la capacidad necesitada promedio y un 4.89% más que la capacidad del mes más alto, y a su vez presentaba el mejor layout.

Se procedió a la selección de las estanterías adecuadas que cumplen con las necesidades de carga de los productos almacenados y con el giro de negocio de la empresa. Gracias a la elección de estanterías selectivas de doble profundidad se permite obtener una gran capacidad de almacenamiento, optimizando el área de la bodega, sin sacrificar la fácil y rápida selección de los pallets, permitiendo implementar las correctas políticas FIFO.

También se eligieron montacargas adecuados que cumplen con las necesidades de carga de los productos almacenados y las necesidades de altura y alcance de las estanterías seleccionadas. Es por esto que se eligieron montacargas eléctricos con pantógrafos, además de los montacargas a combustión con los que ya cuenta la empresa.

Mediante la implementación del sistema ABC se logró identificar los productos de alta, mediana y baja rotación. Gracias a este análisis también se realizó el posicionamiento de los productos de acuerdo a su clasificación, para ubicarlos de una manera óptima y aprovechar de mejor manera el espacio físico. De esta forma se facilita la tarea de los montacarguistas reduciendo los tiempos de almacenamiento y despacho, y además se obtiene un mejor control de los productos.

Gracias al nuevo layout se realizó una mejor utilización de los espacios incluyendo la altura del edificio, permitiendo maximizar el almacenamiento de los productos terminados, respetando los espacios necesarios para los pasillos y que permitan una buena fluidez de los montacargas a través del centro de distribución.

Se asignó un área de picking para mejorar los tiempos de despacho. Ya que en dicha zona se almacenan pallets de cada uno de los productos guardados en el centro de distribución, lo que agiliza la búsqueda y despacho de este tipo de pedidos más pequeños, ahorrando tiempo a esta tarea.

Finalmente, para implementar la propuesta recomendada se necesita de una inversión de \$567.524,00 que se recuperaría en 2,04 años, ya que alquilar una bodega externa costaría \$278.744,00 anuales. Además también se obtendrían los ahorros por la reducción de caducidad de producto terminado y la reducción de rotura de envases, produciendo un beneficio y rentabilidad para la empresa.

## **V.2 RECOMENDACIONES**

Se recomienda aplicar un sistema WMS (Warehouse Management System), ya que esto ayudaría a mejorar la productividad, puesto que se ahorraría tiempo al momento de las tareas de almacenamiento y despacho de los productos terminados, evitando recorridos innecesarios.

Se recomienda ubicar espejos convexos grandes en las 2 rampas del centro de distribución que permitan ver a los montacarguistas si otro operador está subiendo la otra rampa al mismo tiempo, para evitar posibles accidentes.

Se recomienda adquirir 3 baterías adicionales para los montacargas eléctricos, puesto que en el momento que una se descargue, se proceda a cambiar rápidamente por una batería recargada. De esta manera no se interrumpe el trabajo del almacenamiento y despacho, ya que una batería demora en cargar aproximadamente 4 horas.

Arreglar y nivelar el piso del patio de maniobras, para reducir al mínimo la rotura de envases y maltrato de la mercadería al momento de despachar los pedidos. Además que los montacargas sufrirían menos desperfectos ya que el mal estado del piso estropea a los mismos.

Basarse en el análisis ABC realizado para que el área de producción enfoque sus esfuerzos y prioridades en los productos tipo A, garantizando el stock de los mismos y evitando un sobre stock de los productos de menor rotación, lo que ayudaría a liberar espacio en la bodega.

Mejorar los modelos de pronósticos de ventas, permitiendo una mejor reposición de los productos que logre mejorar el uso del espacio de almacenamiento de la bodega.

Proporcionar el respectivo mantenimiento preventivo a los montacargas, llevando una hoja de control de los mismos para saber con exactitud cuando tocan ser realizados, y poder planificar el trabajo en la bodega en base a los estos.

Señalar las áreas de la bodega para que el personal tenga claro la ubicación de cada una de ellas, evitando la confusión y desorganización.

Cumplir con las normas reglamentarias de seguridad dentro del centro de distribución, para evitar cualquier accidente laboral con el personal.

Capacitar al personal del centro de distribución constantemente, para mantener un correcto desempeño laboral de los trabajadores.

### **V.3 Referencias**

1. Vetencourt, R. "Re-Design Warehouse Plant Layout for a Food Company", University of Wisconsin – Stout, April 2004.
2. Ruiz Cana, J. A. "Logística Comercial" McGraw-Hill, 2005.
3. Sule, D. "Manufacturing Facilities: location, planning and design", PWS, 1994.

4. Frazelle, E. "World-class warehousing and material handling", McGraw-Hill, 2002.
5. Cruz, C. "Análisis de la Gestión de Almacenamiento de la Bodega Principal de Productos Terminados: Caso de Productos de Consumo de Masivos", ESPOL, 2010.
6. Boletín Técnico La Llave, "Conociendo a los montacargas de acuerdo a su aplicación", Año 1 Vol.7, Marzo 2009.
7. Salazar, B. "Diseño y Layout de Almacenes y Centros de Distribución", <http://ingenierosindustriales.jimdo.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-de-almacenes/dise%C3%B1o-y-layout-de-almacenes-y-centros-de-distribuci%C3%B3n>
8. Arango, M., Zapata, J., & Pemberthy J. "Reestructuración del layout de la zona de picking de una bodega industrial", Universidad de los Andes, Octubre 2010.
9. <https://es.wikipedia.org/wiki/Gaseosa>, [http://es.wikipedia.org/wiki/Bebida\\_energizante](http://es.wikipedia.org/wiki/Bebida_energizante), "Gaseosas y bebidas energizantes", Wikipedia, la Enciclopedia Libre.
10. Silva, D. "Uso correcto de las bebidas hidratantes", <http://www.contigosalud.com/uso-correcto-de-las-bebidas-hidratantes>
11. Castrillón, T. " Guía Técnica de ainia de envase y embalaje: Bag in box", <http://www.guiaenvase.com/bases/guiaenvase.nsf/V02wp/331A49515ED743E0C1256F250063FAAF?Opendocument>
12. <http://www.inventario.us/activos/balances/cuales-son-los-metodos-de-inventario-mas-importantes>, "Métodos de Inventario más importantes", Inventario.us.