

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

**Propuesta de Diseño de una Nueva Instalación de
Almacenamiento para PINTULAC**

Dennise Alarcón Pinto

Sebastián Meneses Brugués

Tesis de grado presentada como requisito
para la obtención del título de Ingeniería Industrial

Quito, enero 2009

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio Politécnico

HOJA DE APROBACION DE TESIS

**Propuesta de Diseño de una Nueva Instalación de
Almacenamiento para PINTULAC**

Dennise Alarcón Pinto

Sebastián Meneses Brugués

Héctor Andrés Vergara, M.Sc.
Director de Tesis y
Miembro del Comité de Tesis

.....

Ximena Córdova, Ph.D.
Miembro del Comité de Tesis

.....

Patricio Cisneros, M.Sc.
Miembro del Comité de Tesis

.....

Fernando Romo, M.Sc.
Decano del Colegio Politécnico

.....

Quito, enero 2009

© Derechos de autor
Dennise Alarcón Pinto
Sebastián Meneses Brugués
2009

ABSTRACT

This work tries to find a solution to the storage problems in Pintulac. Now a day, the warehouse present inefficiency at the moment of recollecting orders, as well as receiving products, this is because the products are divided into six different warehouses. In response to this, there is a need to consolidate all products in only one warehouse. In order to satisfy this need, it is necessary to plan a new installation with enough capacity that will fulfil this need. Due to the great amount of items the Company handles, it was necessary to perform a statistical analysis to determine the most representative products in the warehouse, and according to that, the space required can be determined for each family of products, as well as the accurate location, in order to optimize the use of space in the warehouse. Finally, a recollection system is stated in order to minimize the recollection times and improve the operations inside the warehouse. This is an interesting proposal for the Company based on a technical analysis which will give an improvement to the warehouse operations.

RESUMEN

El presente trabajo busca dar una solución al problema de almacenamiento de la empresa PINTULAC. En la actualidad, existe ineficiencia tanto en la recolección de pedidos como en la recepción de mercadería debido a que los productos se encuentran divididos en seis bodegas. Ante esto, surgió la necesidad de consolidar toda la mercadería en un solo sitio de almacenamiento y por consiguiente llevar a cabo la planificación de una nueva instalación de almacenamiento que disponga de suficiente capacidad. Debido a la gran cantidad de artículos que maneja la Empresa, se realizó un análisis estadístico para determinar los productos más representativos dentro de la bodega y en base a ello, junto con el requerimiento de expansión a futuro, determinar la cantidad de espacio requerido para cada familia de producto, así como su ubicación más adecuada de tal manera que se optimice el uso del espacio dentro de la instalación. Por último, se plantea un sistema de recolección de pedidos con la intención de mejorar la eficiencia de las operaciones de almacenamiento. Se hace una propuesta interesante para la empresa en función de un análisis técnico fundamentado que pretenderá mejorar las funciones de almacenamiento.

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
1.1. Descripción de la Empresa PINTULAC S.A.	1
1.2. Descripción del Problema	2
1.3. Objetivos del Presente Proyecto	2
1.3.1. Objetivo Final del Proyecto	2
1.3.2. Objetivos Específicos del Proyecto	2
1.4. Organización del Documento	3
2. MARCO TEORICO	5
2.1. Cadena de Suministro	5
2.2. Almacenamiento	8
2.2.1. Misión del Almacén	9
2.2.2. Operaciones de Almacenamiento	10
2.3. Operaciones de Recepción, Acomodo, Recolección y Embarque	12
2.3.1. Recepción	13
2.3.1.1. Recepción Directa en Puntos de Venta	13
2.3.1.2. Cross-Docking	13
2.3.1.3. Recepción Tradicional	14
2.3.1.4. Principios de Recepción	15
2.3.2. Acomodo	15
2.3.2.1. Acomodo Directo	16
2.3.2.2. Acomodo Dirigido	16
2.3.3. Recolección de Pedidos	16
2.3.3.1. Principios de la Recolección de Pedidos	17
2.3.4. Despacho	19
2.3.4.1. Principios de Despacho	20
2.4. Manejo de Materiales	20
2.4.1. Ámbito y Definiciones del Manejo de Materiales	21
2.4.2. Principios de Manejo de Materiales	22
3. DESCRIPCION DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE PINTULAC	25

3.1. Descripción del Estado Actual.....	25
3.2. Análisis del Estado Actual del Almacenamiento de PINTULAC	29
3.2.1. <i>Calidad del Desempeño del Almacén</i>	29
3.2.2. <i>Desempeño del Tiempo de Ciclo de la Bodega Principal</i>	32
4. DISEÑO DE LA INSTALACION DE ALMACENAMIENTO	36
4.1. Selección del Medio de Almacenamiento y el Mecanismo de Transporte para el Almacenamiento y la Extracción de los Productos	38
4.1.1. <i>Selección del Equipo</i>	39
4.2. Establecimiento el Número de Puertos de Recepción y Embarque ...	41
4.3. Determinación del Área de Almacenamiento.....	44
4.3.1. <i>Capacidad del Área de Almacenamiento</i>	45
4.3.2. <i>Largo, Ancho, y Alto de la Zona de Almacenamiento</i>	46
4.3.2.1. Modelos Matemáticos	47
4.3.2.2. Aplicación de los Modelos Matemáticos	51
5. DECISIONES TACTICAS	60
5.1. Disposición de la Bodega	60
5.2. Ubicación de los Productos	62
5.2.1. <i>Planificación de los Departamentos en la Nueva Bodega</i>	63
5.2.2. <i>Requerimientos de Espacio</i>	65
5.2.3. <i>Requerimientos de Relaciones</i>	73
5.2.3.1. Requerimientos de Flujo.....	73
5.2.3.2. Requerimientos de Seguridad	74
5.2.3.3. Tabla de Relaciones.....	74
5.3. Disposición Propuesta para la Nueva Bodega.....	75
6. DECISIONES OPERATIVAS	81
6.1. Determinación de Requerimientos	81
6.2. Establecimiento de Políticas de Recolección de Pedidos para el Área Frontal.....	83
6.3. Establecimiento de Políticas de Recolección de Pedidos para el Área de Reserva.....	83
6.4. Identificación de Productos.....	84

6.5	Posible Ahorro Económico de la Implementación de la Propuesta	86
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
7.1.	Conclusiones	89
7.2.	Recomendaciones	90
	BIBLIOGRAFÍA	92
	ANEXOS	95
	Anexo A. INFORMACION PARA EL ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL	96
A.1.	Muestra Piloto Desembarque	96
A.2.	Muestra Piloto Embarque	98
	Anexo B. EQUIPOS PARA MANEJO DE MATERIALES	99
	Anexo B. EQUIPOS PARA MANEJO DE MATERIALES	99
B.1.	Montacargas de Contrapeso	99
B.2.	Especificaciones del Montacargas Seleccionado	99
B.2.	Carros Recolectores	99
B.3.	Especificación Carros Recolectores	100
B.4.	Especificación Anaquel Selectivo Profundidad Unica	100
B.5.	Especificación Anaquel de Flujo	101
	Anexo C. CÁLCULO DEL ESPACIO DEL ALMACENAMIENTO	102
C.1.	Cálculo Espacio Almacenamiento Pinturas Alta Rotación, Figura 19.	102
C.1.	Cálculo Espacio Almacenamiento Complementos Alta Rotación, Figura 20.	108
C.1.	Cálculo Espacio Almacenamiento Pinturas Baja, Regular y Mediana Rotación, Figura 21.	112
C.1.	Cálculo Espacio Almacenamiento Complementos Baja, Regular y Mediana Rotación, Figura 22.	115
C.1.	Cálculo Espacio Almacenamiento Zona Frontal Complementos, Figura 23.	118
C.1.	Cálculo Espacio Almacenamiento Zona Frontal Pintura, Figura 24.	121
	Anexo D. PLANOS DE LA INSTALACIÓN PROPUESTA	128
D.1.	Planos Otorgados por la Empresa	128
D.2.	Disposición Sugerida de la Bodega	129

LISTA DE FIGURAS

Figura		Pág.
Figura 1.	Cadena de Suministros.....	6
Figura 2.	Pareto de Familias de Productos de PINTULAC	37
Figura 3.	Distribución Área de Almacenamiento de Reserva.....	51
Figura 4.	Disposición ABC	60
Figura 5.	Disposición Proporción Recepción/Embarque.....	61
Figura 6.	Pasos del SLP para la Disposición de una Instalación	62
Figura 7.	Pareto de Pinturas	67
Figura 8.	Pareto de Pinturas Pintuco	68
Figura 9.	Pareto de Pinturas Monto	68
Figura 10.	Pareto Pinturas Monto, sin 12290 AVO	69
Figura 11.	Pareto de Complementarios	70
Figura 12.	Pareto de Brochas	71
Figura 13.	Pareto de Masking.....	71
Figura 14.	Diagrama de Relaciones.....	78
Figura 15.	Diagrama de Relaciones de Espacio	79
Figura 16.	Disposición en bloques	79
Figura 17.	Carro Recolector.....	100
Figura 18.	Anaquele de Flujo	101
Figura 19.	Almacenamiento Pinturas Alta Rotación.....	107
Figura 20.	Almacenamiento Complementos Alta Rotación.....	111
Figura 21.	Almacenamiento Pinturas Baja-Media Rotación.....	114
Figura 22.	Almacenamiento Complementos Baja-Media Rotación.....	117
Figura 23.	Almacenamiento Zona Frontal Complementos.....	120
Figura 24.	Almacenamiento Zona Frontal Pinturas.....	127
Figura 25.	Plano de la Bodega Sugerida	129

LISTA DE TABLAS

Tabla		Pág.
Tabla 1.	Operaciones de Almacenamiento	12
Tabla 2.	Bodegas de PINTULAC en Relación a Productos Almacenados....	25
Tabla 3.	Número de Anaqueles y Dimensiones de la Zona de Reserva para Pinturas y Complementos.....	56
Tabla 4.	Áreas por Familia en Almacenamiento de Reserva y el Área Requerida para su Almacenamiento.....	58
Tabla 5.	Tabla de Relaciones	75
Tabla 6.	Proporciones Recepción/Embarque	76
Tabla 7.	Nomenclatura de los departamentos	77
Tabla 8.	Posible Ahorro Económico.....	87
Tabla 9.	Especificaciones Montacargas Seleccionado	99
Tabla 10.	Especificaciones Montacargas Seleccionado	99
Tabla 11.	Especificaciones Anaqueles Selectivo Seleccionado	101

PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA NUEVA INSTALACION DE ALMACENAMIENTO PARA PINTULAC

1. INTRODUCCION

1.1. Descripción de la Empresa PINTULAC S.A.

La empresa PINTULAC S.A. se funda el 1ro de Mayo de 1984 originalmente con la idea de comercializar pinturas. Empieza con un pequeño almacén ubicado en Cotacollao, donde actualmente funciona la matriz; y, con tenacidad y constancia en el trabajo logra expandir su red de locales comerciales ubicados en la ciudad de Quito y los valles aledaños.

Con el pasar del tiempo, y dadas las crecientes necesidades de los clientes, ha ido diversificando sus líneas comerciales, obteniendo la representación de compañías extranjeras en sectores afines con su negocio central. De esta forma, llega a comercializar una línea de decoración española de alta calidad, así como una de maquinaria y herramientas complementarias para este sector.

Luego de 18 años de servicio, una vez que PINTULAC ya era conocida en el mercado, se fusiona con Pinturas El Maestro y Pintalac, con el principal objetivo de crecer juntas y ganar participación en el mercado.

Actualmente, PINTULAC es una empresa mediana en el mercado nacional. Cuenta con 29 almacenes a nivel nacional y está provista de una red de distribución propia que le permite mejorar su capacidad de respuesta a clientes internos (almacenes) y de esta manera satisfacer las necesidades de los clientes externos. Al mismo tiempo, la estructura de su red de distribución le permite ser más eficiente en transporte logrando mantener sus productos a precios manejables.

PINTULAC ha logrado consolidarse y posicionarse de manera adecuada en el mercado, alcanzando así su primer objetivo de ganar participación en el mercado, lo cual le ha impulsado a buscar la eficiencia competitiva como su siguiente meta a alcanzar.

El adecuado posicionamiento de la empresa se debe a la flexibilidad de la misma para adaptarse a los requerimientos del cliente, el cual se ve satisfecho ya sea con el producto recibido o con la asesoría brindada (Entrevista con Nancy Díaz, febrero 2008).

1.2. Descripción del Problema

Como parte del actual objetivo de PINTULAC de incrementar su eficiencia operativa, se ha determinado que los procesos de almacenamiento de la Empresa no se encuentran precisamente alineados con este objetivo. En este momento, PINTULAC realiza su almacenamiento de manera separada en seis⁵ bodegas ubicadas en distintos lugares relativamente cercanos geográficamente. El principal problema de esta distribución es la ineficiencia que se ocasiona tanto en la recepción como en el despacho de las órdenes a las distintas sucursales. Al tener los productos dispersos, resulta difícil mantener los niveles de inventario adecuados, y adicionalmente la totalidad del producto no se almacena de acuerdo a normas industriales. La recolección de un pedido siempre se la realiza por partes, de acuerdo a la ubicación de los productos en las distintas bodegas, lo que obliga a tener altos niveles de personal a cargo de estas actividades, los mismos que no se encuentran ocupados de una manera uniforme.

1.3. Objetivos del Presente Proyecto

1.3.1. Objetivo Final del Proyecto

El objetivo final de este proyecto es proporcionar una propuesta de diseño y operación de una nueva instalación de almacenamiento para PINTULAC que logre maximizar tanto la utilización del espacio de la bodega como la eficiencia de las operaciones de recepción, acomodo y embarque, considerando además el crecimiento futuro de la demanda de la Empresa.

1.3.2. Objetivos Específicos del Proyecto

Entre los objetivos específicos del presente proyecto se pueden enumerar los siguientes:

- Determinar el tamaño y proporciones de la bodega.
- Determinar el número de plataformas de entrada y salida, y su ubicación dentro de la instalación.
- Plantear una disposición que maximice la utilización del espacio de las bodegas, asegurando que se minimice el movimiento de material para suplir los pedidos.
- Proporcionar una máxima flexibilidad de tal forma que se pueda ajustar a las fluctuaciones en la demanda y proveedores.
- Plantear operaciones que maximicen la utilización del personal, y minimicen el tiempo de las actividades en bodega.
- Proponer una metodología para la elaboración de rutas de recolección de pedidos que agilicen esta operación y hagan más eficiente al almacén.
- Sugerir nuevos medios de transporte y recolección de los materiales.

1.4. Organización del Documento

La primera parte del documento sirve como una breve descripción de la Empresa e introducción al trabajo. En el capítulo 2 que corresponde al marco teórico se busca familiarizar al lector con todos los conceptos que se utilizarán a lo largo del documento. El capítulo 3 presenta una descripción más profunda de la Empresa y de su situación actual en sus instalaciones de almacenamiento, así como los principales problemas. En el capítulo 4, se plantea el diseño de la instalación de almacenamiento, en donde se busca primero los medios de transporte y de extracción de productos, los puertos de entrada y de salida, se determina el área del almacenamiento, y por último se muestran unos planos de la instalación.

Los siguientes capítulos tratan sobre el manejo y disposición interna de la bodega. Así, el capítulo 5 trata de decisiones tácticas, es decir, en dónde se van a ubicar los distintos productos, en base a requerimientos tanto de seguridad como de espacio y de relaciones. El capítulo 6 muestra una metodología propuesta para la operación diaria que se realiza en la bodega, como se deberían

formar los lotes y recolectar los pedidos; así como un sistema de identificación de productos, y por último, un análisis comparativo de ahorro de costos en los que la Empresa se vería beneficiada al ejecutar el proyecto.

Por último, se presentan en el capítulo 7 las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo.

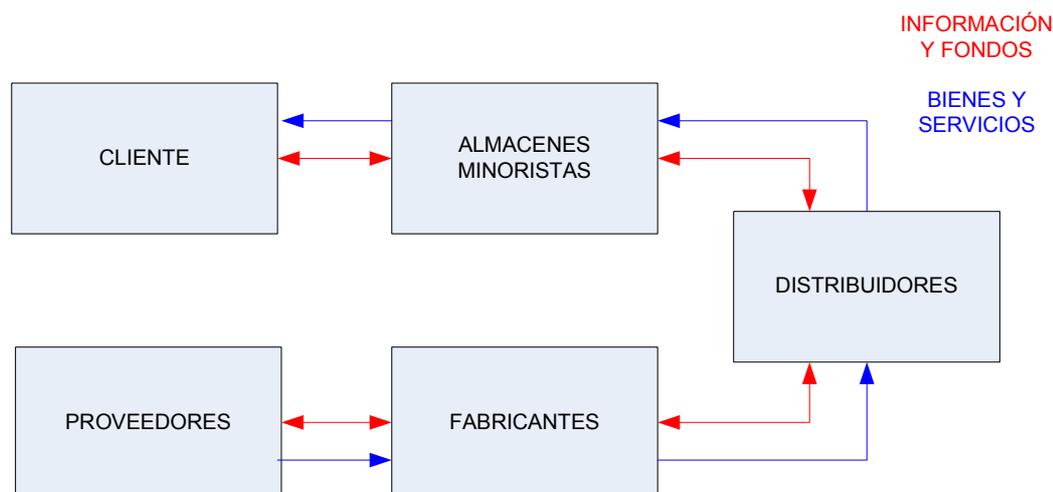
2. MARCO TEORICO

2.1. Cadena de Suministro

La razón de ser de toda compañía es el cliente, ya que es el único que provee ingresos a toda la cadena de suministros (Entrevista Patricio Cisneros, enero 2008). Una cadena de suministros se puede definir como todas las partes involucradas, directa o indirectamente, en satisfacer un requerimiento de un cliente (Chopra y Meindl 2007, 3). Muchas empresas forman parte de una cadena de demanda, no solo los productores y distribuidores, si no también todos los proveedores, los transportistas, bodegas o centros de distribución, almacenes, e incluso los mismos clientes (Chopra y Meindl 2007, 3).

De la misma forma, cada área funcional y de soporte de la empresa contribuye a que se satisfagan las necesidades de los clientes. Así, actúan de manera conjunta todas las áreas desde la fase de desarrollo y diseño de nuevos productos, pasando por mercadeo y ventas, operaciones, distribución, administración y finanzas, y finalmente el área de post venta o de servicio al cliente (Chopra y Meindl 2007, 3-5).

Las partes o etapas principales que, por lo general, conforman la cadena de suministro son cinco. En primer lugar se encuentran los clientes, quienes expresan una necesidad, luego se encuentran los almacenes minoristas, que son el primer contacto con el cliente y ponen el requerimiento para satisfacer un pedido. A continuación están los distribuidores, que son los que proveerán del producto requerido proveniente de los fabricantes, que son los encargados de desarrollar y producir los productos, y por último los proveedores, quienes distribuyen la materia prima para la elaboración del producto. Es importante mencionar que en cada etapa de la cadena de suministros existen flujos de información, producto y fondos, tal como se muestra en la Figura 1 (Chopra y Meindl 2007, 4-5).



Fuente: Chopra y Meindl, 2007. Generación Propia.

Figura 1. Cadena de Suministros

De esta manera, resulta indispensable que cada etapa en la cadena de suministro actúe de manera conjunta e integrada de tal forma que se maximice la ganancia de la misma. Es importante recordar que la única fuente de ingreso es el cliente, ocasionando que los márgenes de ganancia en cada etapa son pequeños (Chopra y Meindl 2007, 5-6). Por lo tanto, si se logra trabajar de manera conjunta, organizando tiempos y recorridos, es posible que estos márgenes se amplíen en cada etapa, beneficiando a todas las partes involucradas.

De manera particular, una de las etapas indispensables de la cadena de suministros es la de bodegas o centros de distribución, ya que al tener un correcto manejo de los inventarios y las operaciones en las mismas, los costos de la cadena podrían disminuirse de manera considerable (Chopra y Meindl 2007, 8-12).

Otro de los aspectos a tomar en cuenta, es que el objetivo final de toda cadena de suministros es lograr un ajuste adecuado entre su capacidad de respuesta y la eficiencia desde el punto de vista de costos para los clientes (Chopra y Meindl 2007, 44). Para ello, se deben administrar de manera correcta los factores conductores o viabilizadores de la cadena de demanda para incrementar la rentabilidad de la misma. Entre los factores conductores se encuentran los logísticos y los cross-funcionales (Chopra y Meindl 2007, 44). Los factores logísticos incluyen las instalaciones, el inventario y el transporte, mientras

los factores cros-funcionales comprenden la información, las fuentes de abastecimiento y el precio de los productos (Chopra y Meindl 2007, 44).

Las instalaciones son el lugar físico dentro de la cadena de suministros donde se almacena, produce o se ensambla un producto. Las decisiones en cuanto al rol, la localización, la capacidad y la flexibilidad de las mismas, constituyen un aspecto muy importante dentro de la cadena, ya que todos los demás factores se verán influenciados por las ubicaciones de producción y de almacenamiento (Chopra y Meindl 2007, 44-45).

De la misma forma, el inventario incluye toda la materia prima, trabajo en proceso y producto terminado que se encuentra en cada una de las etapas de la cadena de suministros. Las políticas de inventario al igual que la ubicación de las instalaciones determinarán si una cadena puede tener una mayor capacidad de respuesta o una mayor eficiencia de costos (Chopra y Meindl 2007, 44-45).

El transporte implica mover los productos de un sitio a otro, y se ve directamente influenciado por la ubicación de las instalaciones (Chopra y Meindl 2007, 45).

En cuanto a los factores cros-funcionales, todos los datos y el análisis que se hace con ellos con respecto al inventario, transporte, instalaciones, y más, a través de la cadena de demanda constituye la información (Chopra y Meindl 2007, 45). Además, se debe tomar en cuenta la existencia de políticas acerca de los productos y actividades que se realizarán casa a dentro o que podrían ser subcontratados por cuestión de costos y eficiencia operativa (Chopra y Meindl 2007, 45). Y por último, se debe considerar la forma en la cual se establecen los precios que se cargan a los bienes o servicios provistos por la compañía en la cadena de suministros (Chopra y Meindl 2007, 45).

Si bien todos los factores resultan importantes en cuanto a su influencia dentro de la cadena de suministros, las instalaciones son quizás las que necesitan mayor atención, ya que corresponden al lugar en el que los productos permanecen por más tiempo, y en el que se pueden producir mayores inconvenientes de no tratarse de forma adecuada.

2.2. Almacenamiento

Con el pasar del tiempo, y con ayuda de la globalización, los clientes se han vuelto cada vez más exigentes. Buscan productos especializados con un precio conveniente y sobre todo con tiempos de entrega muy cortos. Estas nuevas exigencias de los clientes han permitido que los productores y comerciantes tengan más exigencias, pero al mismo tiempo más formas de complacer a los clientes (Kotler y Armstrong, 2003, 1-11).

Cuando inició el comercio a gran escala, las personas compraban lo que los comerciantes vendían, pero en la actualidad se vende únicamente lo que el cliente necesita, y lo más importante es que cuando él o ella lo necesita y dónde él o ella lo requiere (Kotler y Armstrong, 2003, 1-11).

Con este nuevo concepto, los almacenes buscan tener todo el producto que el cliente pueda requerir para asegurar sus ventas. Tal como lo cita Creed en su libro *Administración Moderna de Almacenes*, “el almacenamiento es la función de guardar artículos desde que se producen hasta que se necesitan” (1977, 13). Las bodegas o lugares de almacenamiento cumplen la función de recolectar los productos de distintos proveedores para guardarlos hasta que un cliente lo necesite, en ese momento se junta todos los productos que este requiera, y se los envía en un solo pedido.

El hecho de que un comerciante pueda reunir distintos productos de algunos proveedores en sus bodegas para entregar al cliente una sola orden consolidada, permite que el cliente se sienta más satisfecho, y su experiencia realizando la compra mejor. Si se facilita la compra al cliente, seguramente querrá comprar otra vez, cumpliendo los dos objetivos primordiales de una compañía, satisfacer al cliente y aumentar la rentabilidad (Chopra y Meindl 2007, 112).

Otra manera de satisfacer al cliente es ofrecer tiempos de entrega cortos, y siempre intentar estar al nivel de la competencia, o con tiempos menores. De esta forma se logra una ventaja competitiva, que para muchos clientes resulta más significativa que incluso una disminución del precio, porque en el aspecto de capacidad de respuesta acelerada se le estaría dando al cliente un mejor servicio y se lograría una suerte de fidelidad con la compañía (Creed 1977, 22).

De ahí que en la actualidad el buen manejo del almacén se ha vuelto indispensable para lograr eficiencia en la consolidación y entrega de órdenes, y asegurar que el producto requerido por el cliente esté disponible cuándo y dónde se lo necesite.

2.2.1. Misión del Almacén

Dentro de la cadena de demanda y sus distintas etapas se busca un éxito global, para lo cual se necesita un correcto manejo del almacén. Se podría decir que éste resulta esencial en el éxito de la cadena de demanda. De acuerdo con Tompkins et. al. (2006, 403),

La misión de un almacén es despachar productos de manera eficaz en cualquier forma hacia el paso siguiente de la cadena de suministro sin dañar o alterar la forma básica del producto. Debido a que se deben llevar a cabo una serie de pasos dentro del proceso en los que la función de almacenamiento desempeña un importante papel, se deben optimizar los métodos utilizados para cumplir la misión.

Resulta de suma importancia que los productos estén disponibles para ser entregados en el momento preciso, y que siempre sean manipulados de la manera más cuidadosa que el producto requiera, para mantener su integridad, y que el cliente lo reciba en buen estado (Tompkins et. al. 2006, 403).

Sin embargo, un almacén no deberá únicamente mantener físicamente los productos, si no que también debe optimizar sus recursos, que son espacio de almacenamiento, tiempos de recepción y despacho de órdenes, y sobre todo la mano de obra. Un correcto manejo de todos estos recursos resulta en un almacén efectivo donde se tienen mejoras significativas en la productividad, ya que en un almacén bien manejado resulta fácil determinar el punto en el que se convierte obsoleto (Tompkins et. al. 2006, 403). Como mencionan Tompkins y otros en su libro Planeación de Instalaciones (2006, 403), “cuando un almacén llega a ocupar 80% de su capacidad, ya demanda más espacio” para continuar satisfaciendo la demanda en el caso que existiera un incremento de la misma, y al mismo tiempo se vuelve menos eficiente porque toma mucho más tiempo el sacar los artículos de una bodega llena, las áreas de circulación son menos amplias, y los productos se encuentran en lugares más difíciles de acceder.

2.2.2. Operaciones de Almacenamiento

Si bien la tarea del almacén es mantener y guardar materiales o productos terminados, ésta no es la única tarea que una instalación de almacenamiento realiza. Dentro del proceso de almacenamiento existen algunas instancias como son la recepción del pedido, que es todo un conjunto de actividades que empiezan con la recepción física del producto, seguido con la verificación de que la orden entregada corresponde exactamente con lo solicitado, el aseguramiento de la integridad física de los productos; y, por último, la descarga de los productos o materiales recibidos hacia los distintos sectores de la bodega para su almacenamiento o la debida organización para su utilización (Tompkins et. al. 2006, 404-405).

Dentro de este mismo proceso existen ocasiones en las que el control de calidad del producto es esencial y por lo tanto esta actividad se lleva a cabo de manera muy amplia. Es importante anotar que el control de calidad de la materia prima es indispensable para obtener niveles altos de calidad en un producto terminado. Para realizar la inspección de los materiales o productos recibidos, se puede realizar una simple inspección visual o si es necesario pruebas de laboratorio para comprobar su composición y resistencia (Tompkins et. al, 2006, 405).

La tercera actividad importante del almacén es reempacar o hacer el preempaque del material que se recibe de los proveedores, en unidades comerciales. Esto ocurre cuando se recibe al granel o cuando las cargas unitarias de los proveedores son diferentes a lo que se comercializa. El almacén es quien debe adaptar el producto recibido a las cargas unitarias que se necesiten (Tompkins et. al, 2006, 405).

En cuarto lugar se efectúa el acomodo de los productos en el almacén, donde se verifica el lugar adecuado donde deberá ser situado el producto y el papeleo necesario para el ingreso del producto (Frazelle y Sojo 2007,19).

Posteriormente, el almacenamiento de los materiales o productos constituye otro proceso, que implica el control físico de los mismos, mientras éstos esperan para ser despachados. La forma en que se almacenarán los

productos depende de varios factores como son el nivel de rotación, el tamaño del mismo y el tipo de producto que se está manejando (Tompkins et. al, 2006, 405).

Otro proceso indispensable es la recolección de los pedidos, la cual se trata de tomar los productos desde su lugar de almacenamiento para completar un pedido de un cliente, ya sea interno como externo, con cantidades exactas de producto. Dentro de los procesos de recolección hay que tomar en consideración el tipo de producto con el cual se procederá a trabajar, dado que determinará las características de la actividad. Existen también mecanismos automatizados para facilitar este trabajo (Tompkins et. al, 2006, 405).

La preparación del pedido es un subproceso de la recolección, ya que organiza las unidades individuales en cargas unitarias más convenientes lo que permite facilitar la entrega de la orden a los clientes (Tompkins et. al, 2006, 405).

Un proceso adicional es la clasificación de los lotes recolectados y la acumulación de los mismos. Esto se realiza cuando las órdenes incluyen distintos productos en distintas cargas unitarias y los procesos se realizan en distintas etapas (Tompkins et. al, 2006, 405).

El proceso final dentro del almacén es el de empaque y embarque, que incluye asegurar que los pedidos estén completos, preparar y empacar los pedidos en recipientes adecuados, acumular pedidos para reducir los costos de embarque; y, por último cargar los pedidos a los medios de transporte y asegurarse que cada pedido tenga su documento de embarque (Tompkins et. al, 2006, 405).

Un proceso que se lleva a cabo luego del embarque es el traslado del material, que muchas veces está a cargo del transportista cuya actividad inicia en la plataforma de salida de una bodega y culmina en las plataformas de entrada de los clientes (Tompkins et. al, 2006, 406).

Por último, el almacén debe reabastecerse del producto que ha despachado. Normalmente, este reabastecimiento se produce desde un área de almacenamiento de reserva en la misma bodega hacia los lugares de recolección de pedido (Tompkins et. al, 2006, 406). En la Tabla 1 se muestra un resumen de todas las operaciones de almacenamiento.

Tabla 1. Operaciones de Almacenamiento

OPERACIÓN	DESCRIPCION
Recepción	Recepción ordenada, comprobación de cantidad y descarga de materiales.
Inspección y Control de Calidad	Extensión de Recepción, se efectúa cuando no se conoce la calidad del proveedor. La inspección va desde análisis visual hasta pruebas.
Reempaque	Empacar los productos en unidades comerciales, distintas a las enviadas por el proveedor.
Despacho	Acomodar el producto, verificar el lugar para el producto.
Almacenamiento	Control físico de la mercadería mientras espera ser despachada, dependerá del tamaño y tipo de producto.
Recolección	Retirar los productos del almacén para cumplir un pedido.
Preparación	Organizar la mercadería en cargas unidades más convenientes.
Clasificación de los Lotes	Acumulación de recolecciones cuando un pedido tiene más de un artículo.
Empaque y Embarque	Asegurar que los pedidos estén completos, prepararlos y empacarlos.
Traslado del Material	De una plataforma de transferencia a la de embarque.
Reabastecimiento	Desde el área de abastecimiento hacia los lugares de recolección.

2.3. Operaciones de Recepción, Acomodo, Recolección y Embarque

Según Frazelle y Sojo (2007, 107), para determinar la productividad de un almacén es indispensable establecer el número de salidas, líneas o unidades preparadas en relación con las entradas/insumos, horas-hombre utilizadas para la recepción y acomodo de donde se puede obtener una razón. La productividad puede llegar a ser muy elevada si se logra implementar un sistema totalmente automatizado, lo cual puede representar una inversión muy alta. Ante esta

situación, en algunos casos específicos, se promueve la búsqueda de un sistema de despacho directo donde se reduzca significativamente el tiempo destinado para las operaciones de almacenamiento.

2.3.1. Recepción

La recepción es el primer paso para que un almacén funcione adecuadamente. Si el producto arriba bajo los estándares establecidos, la manipulación durante el acomodo, almacenamiento, preparación y despacho fluirá de la mejor manera posible (Frazelle y Sojo, 2007, 108).

2.3.1.1. Recepción Directa en Puntos de Venta

Para algunos productos es posible negociar con el proveedor para que éste efectúe directamente la distribución del producto a las localizaciones designadas, de manera que el producto nunca ingresa a la bodega. El despacho directo no utiliza ningún recurso en el almacén, por lo que abarata los costos significativamente. Los artículos que mejor se acomodan a este sistema son productos de alta demanda y de volumen considerable que por lo general ocupan al menos un camión entero (Frazelle y Sojo, 2007, 109-110).

2.3.1.2. Cross-Docking

En muchas ocasiones no es posible efectuar un despacho directo dado que la demanda de los clientes internos y/o externos requiere de cargas unitarias las cuales acumulan un menor volumen que la capacidad de un camión completo. Cuando éste es el caso, el cross-docking es el sistema que mejor aplica y que a su vez tiene un impacto significativo en la reducción de los costos operativos de la bodega. El Cross-Docking es un sistema de distribución en el que se recibe mercadería en cargas unitarias grandes de trailers o camiones, y se reorganiza en cargas más pequeñas para su distribución. En este tipo de sistemas no se almacena ya que sólo sirven de plataforma para modificar los tamaños de las cargas unitarias. En muchas ocasiones, se realiza un acuerdo entre proveedor y cliente, de tal forma que la mercadería permanezca en el Cross-Dock el menor tiempo posible (www.scmr.com).

Para que el sistema de cross-docking funcione adecuadamente, es indispensable que exista una correcta coordinación entre la carga proveniente de los proveedores y la que requiere el almacén, de manera que el material sea clasificado inmediatamente en sus pedidos salientes y transportados inmediatamente a los muelles de salida sin la necesidad de efectuar numerosas inspecciones ni almacenamiento del producto una vez que éste ha arribado (Frazelle y Sojo, 2007, 110-111).

Para que dicho sistema funcione correctamente, es imprescindible que se cumplan ciertos requerimientos. Primero, el producto que viene de los proveedores tiene que ser fácilmente identificable por medio de un código de barras o etiqueta de radio frecuencia. Adicionalmente, es necesario programar los pedidos y asignarlos directamente a cada puerta de despacho correspondiente. Finalmente, es importante marcar o identificar las tarimas o cajas entrantes que serán sometidas y utilizadas para el cross-docking a fin de reducir el requerimiento de clasificación (Frazelle y Sojo, 2007, 110-111).

El reto principal de este sistema es la programación de la recepción de los productos y el despacho de los mismos, porque si no se efectúa con una precisión de horas, se vuelve un sistema tradicional de almacenamiento (Frazelle y Sojo, 2007, 110-111).

2.3.1.3. Recepción Tradicional

Este sistema atraviesa todos los pasos dentro de las operaciones del almacén, donde se recibe el producto, necesita ser acomodado para el correcto almacenamiento, luego se almacena, se retira nuevamente para ser preparado en las distintas órdenes, y finalmente es despachado a los distintos puntos de venta y clientes finales. Esta metodología representa la más costosa dado que utiliza todos los recursos del almacén y demanda una mayor cantidad de tiempo para las distintas operaciones (Tompkins et. al., 2006, 406-409).

2.3.1.4. Principios de Recepción

Tompkins et. al. (2006, 410-412) enumeran algunos principios que recomiendan se deberían seguir para las actividades de recepción, de los cuales se resumen algunos a continuación:

1. No Recibir: En muchas circunstancias es mejor no recibir los materiales, como se indicó previamente en el caso del despacho directo.
2. La Recepción con Anticipación: Dentro de la recepción, una de las actividades que mayor tiempo y recursos toma es la organización de la recepción. Por ejemplo, es posible reducir el tiempo y optimizar el espacio si se asigna previamente donde se almacenará la mercadería o se prepara anticipadamente el papeleo o sistema electrónico para la identificación del producto.
3. Cross-Docking: Conocer con anticipación que producto puede ser clasificado y despachado instantáneamente después de que haya arribado a la bodega reduce los costos y optimiza los recursos.
4. Organice las áreas de almacenamiento: Bajo este principio, es posible se reduzca el tiempo de almacenamiento, ya que en muchas ocasiones se establece el tamaño y las cantidades de las cargas unitarias que se almacenarán en ubicaciones específicas.
5. Clasificación de los productos: La adecuada clasificación de los productos mejora la productividad del acomodo y embarque del producto. Adicionalmente, se designan con anticipación las zonas donde se desembarcará el producto.
6. Combine despacho y recuperación: En lo posible, es posible coordinar el despacho de producto conjuntamente con la recuperación de la mercadería no aceptable por el cliente.

2.3.2. Acomodo

El acomodo funciona de manera inversa a la preparación del pedido. En el momento que arriba la mercadería se clasifica en los tamaños unitarios adecuados para el almacenamiento (Frazelle y Sojo, 2007, 118-121).

2.3.2.1. Acomodo Directo

Por medio de este sistema, el producto es recibido de los proveedores y es acomodado inmediatamente después de la recepción. El objetivo es manipularlo lo menos posible, así que se salta las actividades de espera e inspección. En muchas ocasiones el producto llega directamente a las ubicaciones de preparación, en lugar de pasar por el área de acomodo. Al reabastecer los sitios directamente desde el muelle de recepción, se ahorran tiempos, y se manipula menos el producto (Frazelle y Sojo, 2007, 118-119).

2.3.2.2. Acomodo Dirigido

A diferencia del acomodo directo, en éste el sistema de administración deberá designar una ubicación a cada producto, de tal forma que se aproveche al máximo el espacio, que sea factible el abastecimiento y que asegure la rotación del producto, el cual se le asigna a los recolectores (Frazelle y Sojo, 2007, 118-119).

2.3.3. *Recolección de Pedidos*

Las operaciones de recolección de pedidos representan el costo más elevado entre las actividades de un almacén. Según un estudio realizado en Inglaterra, la recolección representa el 55% de los costos, seguido por un 20% de entregas de pedidos, 15% de almacenamiento, y un 10% en recuperación. La recolección de pedidos es esencial para una compañía ya que permite que el “cliente” obtenga el producto deseado. Las metodologías de recolección cada vez se han complicado más a partir de nuevos modelos operativos, reducción de tiempos de ciclo y mayor nivel de respuesta requerido por los consumidores. Además, es necesario agregar el concepto de calidad, donde el daño o pérdida de un producto implica tanto costos elevados y reducción en la satisfacción del cliente. El enfoque de recolección de pedidos, actualmente, hace énfasis en minimizar los daños a los productos, reducir tiempo de transacción y optimizar la precisión de la recolección del producto (Tompkins et. al, 2006, 447-448).

2.3.3.1. Principios de la Recolección de Pedidos

A continuación se resumen los principios de recolección de pedidos según con el libro de Planeación de Instalaciones de Tompkins et. al. (2006, 448-457).

1. Aplique la ley de Pareto: Se debe aplicar la ley de Parto para determinar cuáles son los productos más representativos o más populares con el fin de reducir el tiempo de viaje en el almacén.
2. Utilice un documento de recolección sencillo y fácil de leer: El documento de recolección debe contener únicamente la información necesaria y que sea familiar para la persona de tal forma que facilite la recolección del pedido. Debe contener instrucciones claras.
3. Use un documento de recolección que siga una ruta determinada con anticipación: Este documento es el que guiará al recolector a través de la bodega. Si no se la realiza de una forma ordenada de acuerdo a las existencias, el trabajador perderá tiempo caminando a localidades no necesarias.
4. Mantenga un sistema eficaz de ubicación de existencias: Es necesario que los lugares estén bien identificados, y que sean conocidos por los trabajadores. Si no es factible identificar los lugares, no podrá existir un buen documento de recolección, y este proceso no será eficiente.
5. En lo posible, elimine y combine las tareas de recolección de pedidos: Entre las tareas se encuentran viajar, extraer, estirarse y agacharse, documentar, clasificar empacar y buscar. Si se las combina como por ejemplo viajar y extraer artículos o recolección y clasificación, se podrá mejorar la productividad en el sistema.
6. Para reducir el tiempo de viaje total, forme lotes de pedidos: Si se incrementa el número de productos para un recolector, al combinar varios pedidos, se puede disminuir los tiempos de recolección.
7. Establezca áreas de recolección delantera y de reserva separadas: Se coloca en el área delantera solo aquellos productos de mayor rotación, reduciendo de esta manera los tiempos y los viajes de recolección. El área de reserva almacena todo el resto de productos. Para ello se debe

determinar cuáles artículo deben ir en el área de adelante, decidir las cantidades de cada artículo que va en esa área, calcular el requerimiento de espacio, identificar métodos de almacenamiento y de recolección y por último se debe estimar los costos.

8. Asigne los artículos más populares a los lugares de más fácil acceso al almacén: Después de haber asignado los artículos a los modos de almacenamiento, sus espacios tanto para la zona de reserva como de adelante, se puede determinar en dónde precisamente se ubica cada producto. Normalmente, la minoría de los artículos genera una mayoría de las actividades de recolección, por lo que deben encontrarse más cerca para reducir los tiempos de recolección.
9. Equilibre las actividades de recolección entre los lugares para reducir la congestión: En los sistemas en que los trabajadores deben acercarse al producto, es muy probable que exista congestión, lo que disminuye la productividad. Se deben asignar rutas a otros lugares, de tal forma que se evite el congestionamiento, pero al mismo tiempo que se mantenga la eficiencia en la bodega.
10. Asigne los artículos que es probable que se soliciten juntos a lugares iguales o cercanos: Pueden existir artículos que se soliciten en conjunto con otros de manera regular, así como artículos complementarios o del mismo proveedor. Si se conoce que esto es probable en la bodega, se debe colocarlos juntos para poder reducir los tiempos de recolección.
11. El recolector de pedidos debe ser responsable de la exactitud: El recolector debe recoger los artículos en el momento correcto, en las cantidades necesitadas y entregar el pedido en el lugar asignado. Cualquier error de cantidad o tipo, es error directo del recolector, y no del supervisor en caso de existir.
12. Evite contar: Cuando se tiene grandes cantidades, contar resulta poco aceptable por la cantidad de errores que puede producir, en lugar de eso se puede medir, obteniendo resultados más fiables. De la misma manera, se puede reducir la necesidad de contar al separar grandes cantidades en bloques más pequeños.

13. Incluya una confirmación de la recolección: El recolector debe revisar si la cantidad recolectada es lo solicitado, y si no reportar cuál fue la cantidad recolectada. Esto sirve para asegurar que el producto se despache correctamente.
14. Diseñe un vehículo de recolección que minimice el tiempo y los errores de clasificación y que aumenten la comodidad del recolector: El vehículo debe adaptarse a las exigencias del trabajo, y las limitaciones de las instalaciones. Además de proporcionar comodidad al recolector y facilitar su trabajo.
15. Elimine el papeleo de la actividad de recolección de pedido: Normalmente transmitir información vía papel, ocasiona demoras en las operaciones de la bodega. Existen otros sistemas como el de luz o radio/frecuencia o a través de comandos de voz han resultado ser útiles para comunicar cuando un pedido estaba listo, o debía ser recolectado.

2.3.4. Despacho

De acuerdo a Tompkins et. al. (2006, 407), existe una lista de actividades mínimas para el despacho de la mercadería. Primero hay que acumular y empacar el pedido, luego se debe organizar y revisar la orden. Segundo, se ubica y fija la plataforma de desembarque. A continuación, se colocan los niveladores de las plataformas y retenes. Finalmente, se carga la mercadería en el camión y se despacha el transporte (Tompkins et. al, 2006, 407).

El transporte a utilizar puede ser tanto del cliente, del embarcador, del contratista o comerciante.

Las decisiones que se toman para la recepción y el embarque interactúan, las decisiones de una condicionan las características de la otra. El primer paso a determinar en el diseño de las funciones de recolección y embarque es establecer si estos se van a centralizar. La naturaleza del almacén influye directamente sobre la decisión de centralizar la recepción y embarque. Por ejemplo, si las operaciones de recolección se efectúan por la mañana y las de embarque por la tarde, solo hace falta una zona para poder completar las actividades (Tompkins et. al, 2006, 409).

2.3.4.1. Principios de Despacho

De manera similar a lo presentado anteriormente, Tompkins et. al. (2006, 412-413) enumeran algunos principios para el embarque, los cuales se resumen a continuación:

1. Seleccione unidades de manejo cuyo costo y aprovechamiento del espacio sean los adecuados.
 - a. Empaques Suelos: Para poder despachar las cargas unitarias pequeñas es posible la utilización de tres tipos de tarimas. La primera de madera cuyo costo es el menor, pero durabilidad inferior. La segunda tarima es plástica, y se destaca por su durabilidad, limpieza y codificación de colores. Finalmente tenemos la tarima metálica que soporta mayor peso y su durabilidad destaca sobre el resto de las previamente mencionadas.
 - b. Artículos Suelos: Para este tipo de producto es posible la utilización de bandejas anidadas o plegables, o recipientes de cartón.
2. Minimice el Daño del Producto: Forme cargas unitarias manejables y asegure que los productos sueltos sean colocados en cajas o recipientes. También se puede utilizar plástico de embalaje para asegurar las cargas.
3. Dirija a los conductores en el lugar y minimice el papeleo y el tiempo: Es indispensable la implementación de una adecuada señalización para que los transportistas se ubiquen adecuadamente en los lugares correctos. En lo posible, hay que minimizar el papeleo necesario para el embarque del producto, ya que tiene un impacto significativo sobre el tiempo requerido para la actividad y los costos operativos. Se pueden implementar sistemas automatizados que reduzcan el tiempo necesario para despachar la mercadería.

2.4. Manejo de Materiales

Para el caso de un almacén o bodega, el manejo de materiales es la raíz de las funciones que se ejecutan en instalación. Las soluciones para el adecuado manejo de materiales son variadas (Tompkins et. al, 2006, 163).

2.4.1. *Ámbito y Definiciones del Manejo de Materiales*

Tompkins et. al. (2006, 163-164) presentan dos definiciones acerca del manejo de materiales, las cuales se presentan a continuación.

1. “El manejo de materiales es el arte y la ciencia de mover, guardar, proteger, y controlar el material.”
2. “Manejo de materiales significa proporcionar la cantidad correcta del material correcto, en el lugar correcto, en la posición correcta, en la secuencia correcta, y mediante el costo correcto y los métodos correctos.”

El manejo de materiales correcto no se logra únicamente a partir de modelos y algoritmos matemáticos, hay que saber observar y entender los procesos para poder encontrar la solución óptima que se aplique a cada situación.

La cantidad correcta hace referencia al nivel adecuado de artículos que se necesitan para satisfacer las necesidades de los clientes, sin incurrir en costos elevados. Luego, el material correcto implica cerciorarse de tener únicamente el material solicitado, sin errores, de manera que un sistema de control preciso facilita que las órdenes se cumplan a la primera vez y con los productos adecuados. A continuación, cuando se habla de la condición correcta de los artículos, se refiere a que el producto que se está entregando tenga las condiciones deseadas, sin daños que el cliente no toleraría al momento de la compra. El manejo de materiales también requiere que los productos sean entregados en la secuencia correcta, ya que si la secuencia en que llegan los artículos al cliente es incorrecta, esto genera que las actividades subsecuentes hagan de todo el proceso un sistema ineficiente. Para poder controlar la secuencia adecuada, es posible especificar pasos de acción para que todo el personal se rija bajo un mismo procedimiento. Adicionalmente, si los materiales no se entregan en el lugar correcto, ya sea tanto para su despacho como para su almacenamiento, estos pueden verse dispersos por la bodega e impedir el correcto funcionamiento de la misma. También es indispensable que los materiales o productos sean entregados en el momento correcto, esto quiere decir

que los artículos serán entregados sólo cuando se los necesiten, no antes ni después. Finalmente, el manejo de materiales debería efectuarse al costo correcto y bajo las metodologías correctas, haciendo referencia a que siempre se debe buscar minimizar los costos pero con la eficiencia más alta posible y utilizando los métodos que mejor se acoplen a la actividad (Tompkins et. al, 2006, 164-166).

2.4.2. Principios de Manejo de Materiales

De acuerdo con el libro de Planeación de Instalaciones de Tompkins et. al. (2006, 167), existen diez principios universales del manejo de materiales.

1. Principio de Planificación: Este principio, como su nombre lo indica, hace referencia a un plan donde se establecerá qué material se manejará, también el movimiento que incluye el cuándo y el dónde de los artículos, y el cómo y quién, lo que vendría a corresponder a los métodos que se utilizarán para el movimiento.
2. Principio de Estandarización: A partir de la estandarización de métodos y equipos se logra una reducción en la variabilidad tanto de productos como tiempos de entrega.
3. Principio de Trabajo: El trabajo corresponde al flujo del producto multiplicado por una distancia específica sobre la cual éste se lleva a cabo.
4. Principio Ergonómico: Bajo este principio, se busca adaptar las actividades laborales de los trabajadores a las condiciones específicas que requieren las operaciones.
5. Principio de Carga Unitaria: “Una carga unitaria es aquella que se almacena o traslada como una entidad única cada vez, como una tarima, un contenedor, o una bolsa, sin tomar en cuenta el número de artículos individuales que forman la carga.” (Tompkins et. al, 2006, 167)

6. Principio del Espacio: Dado que las cargas unitarias ocupan un espacio cúbico, el análisis debe efectuarse considerando un espacio tridimensional.

7. Principio de Sistema: Un sistema es un conjunto de entidades independientes que interactúan entre sí para lograr un fin común, en este caso, el manejo adecuado de los materiales.

8. Principio de Automatización: Por medio de sistemas electrónicos, electromagnéticos y computacionales, se logran efectuar operaciones previamente manuales con menor variabilidad y mejor tiempo de respuesta.

9. Principio Ambiental: Mientras mejor sea el manejo de materiales, existirá una mayor disminución de desechos y desperdicio que podrían afectar al ambiente.

10. Principio del Costo del Ciclo de Vida: Para el caso de la bodega en particular, hay que considerar el ciclo de vida de la instalación, y prever una expansión o contracción de la demanda para que el lugar pueda abarcar dichas fluctuaciones sin verse afectada la empresa.

Estos principios resultan importantes ya que en la práctica, no siempre es posible aplicar modelos matemáticos que resuelvan el problema general de manejo de materiales, que es buscar la reducción de costos, maximización del espacio y además asegurar que el producto se conserve con las características originales. Por lo tanto estos principios permiten a las empresas tener una guía de muchos aspectos de manejo de sus productos, que al realizarlos de la manera adecuada, permite solucionar alguno o todos los problemas mostrados. Lo ideal sería que exista una única manera de llevar a cabo las actividades de la bodega para garantizar la conservación de los productos, y maximización de los recursos, pero al no ser posible, se han desarrollado estos principios a partir de experiencia en el manejo de materiales y ofrecen una guía para un adecuado manejo de los mismos. A partir de estos principios se han desarrollado distintas listas de comprobación que tienen como objetivo buscar las oportunidades de mejora

dentro del sistema o servir de ayuda para diseñar nuevos sistemas. En el primer caso, las listas de comprobación sirven para analizar la situación actual y marcar el tipo de acciones correctivas que se pueden tomar. Para la construcción de nuevas instalaciones se busca considerar todos los aspectos para evitar problemas futuros (Tompkins et. al. 2006, 167-169).

Dentro de cualquier instalación, es indispensable considerar estos principios, ya que además de generar ahorro al tener un mejor manejo de los materiales, asegura que la calidad de los productos no se verán afectados durante del almacenamiento.

3. DESCRIPCION DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE PINTULAC

3.1. Descripción del Estado Actual

En la actualidad, PINTULAC no maneja un sistema integrado de almacenamiento. Debido a su rápido crecimiento en el mercado, la compañía ha visto la necesidad de incrementar bodegas de manera que se logre almacenar todo su producto en un solo lugar. En un inicio, los productos se almacenaban en la Matriz, la cual se encuentra ubicada en Cotocollao; sin embargo, con la fusión de las empresas hace varios años, esta bodega se quedó sin la suficiente capacidad. Por este motivo, la bodega principal se trasladó a la actual instalación ubicada en Collaloma (Entrevista con Nancy Díaz, mayo 2008).

De la misma manera, con el paso del tiempo esta bodega dejó de abastecer la necesidad de la Empresa debido al volumen de ventas el cual se incrementó considerablemente y se ha tenido que recurrir a la compra y alquiler de otras instalaciones en el sector para poder almacenar el producto (Entrevista Nancy Díaz, mayo 2008). En la actualidad se manejan seis bodegas. La Bodega Principal, que es donde se mantiene la mayoría de los productos de alta rotación, la Bodega de Polvos, la bodega de los productos de la marca Monto, una Bodega de Maquinaria, una Bodega de Piso Flotante y Porcelanato, y finalmente la bodega destinada a Edesa. En Tabla 2 se resumen las bodegas que en la actualidad posee PINTULAC.

Tabla 2. Bodegas de PINTULAC en Relación a Productos Almacenados

Bodega	Material Almacenado
Principal	Pinturas
2	Polvos
3	Monto
4	Maquinaria
5	Piso Flotante y Porcelanato
6	Edesa

En la Bodega Principal se encuentran las oficinas, donde llegan los pedidos y se emiten las facturas. Por esta razón, en este lugar se recibe la mayoría del producto y es desde donde se despachan los pedidos. La Bodega Principal tiene un área de aproximadamente 1420 m² y está distribuida en 10 filas dobles de

anaqueles, donde cada fila tiene 14 módulos de 4 niveles de alto. Las órdenes llegan a la bodega divididas por sectores de manera que sea más fácil la recolección de los pedidos. Se ha tomado esta medida debido a la cantidad de múltiples errores en la exactitud de recolección; sin embargo, esto aún no llega a ser lo óptimo (Entrevista Yolanda Arias, octubre 2008).

En el presente, la Bodega Principal se encuentra sectorizada de acuerdo a tres aspectos. Primero, por marca en orden de importancia, en este caso de derecha a izquierda si se observa de frente a la bodega primero se encuentra Pintuco que es la marca de mayor movimiento y ventas, luego Pinturas Unidas y Cóndor; y, a continuación las otras marcas más pequeñas. De la misma forma, dentro de cada sector se ubican los productos por movimiento. Los productos que más se mueven están más cerca del pasillo principal de tal forma que las personas no tengan que recorrer grandes distancias al recolectar los pedidos. Y por último, los productos de mayor peso, como por ejemplo las canecas de pintura, se encuentran ubicados en las zonas bajas de los anaqueles, correspondientes al primer y segundo nivel, y a su vez en ubicaciones más cercanas a las plataformas de recepción y embarque, ya que al no disponer de un mecanismo automatizado para la recolección de estos productos, su manejo resulta peligroso, y de esta manera se reduce el riesgo de accidentes y pérdidas por daño del producto (Entrevista Yolanda Arias, octubre 2008).

Otro tipo de productos complementarios como lijas, rodillos, brochas, etc. que son pequeños se encuentran actualmente al fondo de la bodega, esto como una medida de seguridad para evitar pérdidas al controlar el acceso de los trabajadores a este sector a menos que dispongan de una orden. Estas medidas se tomaron a partir de problemas sufridos en la bodega en años anteriores de pérdida del producto, las cuales en el año 2006 ascendieron a \$26.000 aproximadamente (Entrevista Yolanda Arias, octubre 2008).

Actualmente, se cuenta con 42 trabajadores en todo el sistema de almacenamiento de PINTULAC, de los cuales 12 son conductores de transporte, tres trabajan en oficinas, 21 se encuentran en la Bodega Principal, dos en la Bodega de Monto, dos en la Bodega de Polvos, tres en la Bodega de Maquinaria,

uno en la Bodega de Piso Flotante y Porcelanato; y, uno en la Bodega de Edesa (Entrevista Freddy Andrade, agosto 2008).

La recepción de mercadería se la realiza en su mayoría en la Bodega Principal en lo que se refiere a la totalidad de pinturas nacionales y accesorios. Para ello se cuenta con dos muelles de entrada y una persona encargada de recibir la mercadería. Bajo estas condiciones, se puede recibir como máximo dos camiones de manera simultánea; y, en este caso particular, una persona de oficina pasa a colaborar con la recepción (Entrevista Freddy Andrade, septiembre 2008).

El proceso de recepción inicia cuando llega un camión de proveedores y los conductores descargan la mercadería a tarimas (pallets) que pertenecen a la bodega mientras que la persona encargada comprueba que lo recibido corresponda con la orden de reposición emitida. De existir inconsistencias, se notifica al proveedor por medio del camionero y se envía una carta, para que estas se puedan solucionar en el próximo pedido. Si existen problemas en el estado de la mercadería, ésta no se recibe. Pero en caso de que el producto corresponda exactamente a la orden establecida por la Empresa, éste es colocado en tarimas y por medio de patines para tarimas, se lo moviliza al sector de almacenamiento. Un camión cargado que se recibe podrá completar aproximadamente siete tarimas dependiendo de su capacidad de carga. En caso de que no sea posible almacenar todo el producto que arriba a la Bodega Principal, se lo envía a una de dos bodegas adicionales, Bodega de Piso Flotante y Porcelanato o Bodega de Maquinaria. (Entrevista Freddy Andrade, septiembre 2008).

La Bodega de Polvos no puede recibir ningún otro tipo de producto ya que estos se contaminarían. De la misma forma, la Bodega de Edesa únicamente está destinada a los productos de esta marca ya que debido a la fragilidad del producto existe una alta probabilidad de daños al realizar cualquier movimiento adicional al necesario dentro de esta bodega. Finalmente, la Bodega de Monto se utiliza al máximo de su capacidad, y por lo tanto no existe el espacio disponible para que se pueda almacenar cualquier mercadería adicional (Entrevista Freddy Andrade, septiembre 2008).

La recepción de otra mercadería como Maquinaria, Piso Flotante y Porcelanato o Edesa se la realiza en cada una de las respectivas bodegas. En algunos casos existen excedentes de porcelanato los cuales se envían a la Bodega de Maquinaria (Entrevista Freddy Andrade, septiembre 2008).

El caso del producto Monto es diferente ya que se trata de un producto importado y no se produce una recepción constante o periódica de mercadería. El producto arriba en contenedores, una o dos veces al año, por lo que cuando el producto arriba, no alcanza en su totalidad en la bodega designada, por lo que el exceso se almacena en las otras bodegas. Además de la falta de espacio, la Empresa considera importante mantener este producto en otro lugar debido a su alto costo (Entrevista Yolanda Arias, octubre 2008).

Los polvos y el thinner, al ser productos contaminantes, deben estar solos y en áreas abiertas, por la que la recepción de mercadería siempre será en su propia bodega (Entrevista Freddy Andrade, septiembre 2008).

El despacho de pedidos, de la misma manera, se realiza en su mayoría en la Bodega Principal que cuenta con dos plataformas, por lo que sólo se pueden despachar dos camiones a la vez. En esta área existe un supervisor de despacho, quien recibe la orden y reparte a los recolectores una parte de la misma. Cada persona tiene una determinada área de la bodega asignada para la recolección del pedido. Para realizar la recolección, cada trabajador toma el pedido correspondiente a su zona. Todos los productos de las órdenes aparecen según se encuentran perchados, facilitando la recolección. Al recibir la orden, cada recolector se desplaza caminando con su respectivo coche metálico, y se dirige a retirar los productos enlistados. Al realizar una inspección visual, el recolector, toma el producto en las cantidades especificadas. Una vez lleno el coche metálico se dirige hacia la zona de despacho. Prácticamente toda la recolección se la realiza manualmente, aún cuando el producto esté en lugares que no deberían ser alcanzados por una persona, por la falta de montacargas y medios de recolección. Esta actividad se repite múltiples veces para cada recolector, ya que el choche metálico generalmente no puede alojar la totalidad de la orden. El producto llega a la zona de embarque y una vez que el pedido está

completo se carga al camión con la ayuda de los choferes quienes lo revisan nuevamente (Entrevista Yolanda Arias, octubre 2008).

El despacho de los otros productos se los realiza directamente de las otras bodegas. Esto se lleva a cabo debido a que por la fragilidad o tamaño del producto y la existencia de un solo montacargas para todas las bodegas, no resulta conveniente transportarlo a la Bodega Principal para cada orden de despacho (Entrevista Freddy Andrade, septiembre 2008).

El tener varias bodegas separadas genera un gran malestar a los proveedores y clientes, ya que no se tiene un inventario consolidado y los tiempos de recepción y embarque son largos e indeterminados. A más de las demoras que se dan para estas actividades, no existe la suficiente capacidad para recibir más pedidos ni despachar más órdenes que el límite establecido por los muelles de recepción y embarque, por lo que se forman grandes filas de espera en ambos casos (Entrevista Yolanda Arias, octubre 2008).

3.2. Análisis del Estado Actual del Almacenamiento de PINTULAC

3.2.1. Calidad del Desempeño del Almacén

En el libro “Logística de Almacenamiento y Manejo de Materiales de Clase Mundial”, Frazelle y Sojo (2007, 81) mencionan que existen cuatro puntos en los que se puede analizar un almacén y obtener resultados numéricos acerca del desempeño de dicha instalación. A continuación se explican cada uno de ellos y se analiza la situación actual de las instalaciones de almacenamiento de PINTULAC.

- **Exactitud del Acomodo:** Es el porcentaje de artículos acomodados correctamente. PINTULAC se maneja actualmente a través de un sistema interno de control de inventarios. De acuerdo a una conversación sostenida con Luis Villafuerte, Supervisor de Bodega (octubre, 2008), se pudo determinar que en la Bodega Principal existe un 1% de error entre lo que indica el sistema y la localización real de los productos. El principal problema es que existen algunas perchas mixtas, productos en los corredores y perchados contra las paredes, lo que dificulta que dichos productos sean ingresados de manera adecuada en el

sistema de control. Adicionalmente, se llevó a cabo un análisis cualitativo en función de listas de comprobación para las actividades de manejo de materiales provenientes de los principios resumidos en el capítulo 2. Del análisis de estas listas de comprobación, es claro que existen numerosos productos en los corredores y arrimados por toda la bodega, imposibilitando el flujo adecuado de los materiales y personas en la bodega, lo cual dificulta la recolección a la hora de formar un pedido. Esto se debe esencialmente a la falta de espacio, por lo cual se deben acomodar los productos en los lugares disponibles.

- **Exactitud de Inventario:** Corresponde al porcentaje de sitios en el almacén sin discrepancias en cuanto a la cantidad de producto en el inventario. El principal problema de PINTULAC es que existe una discordancia entre lo que el sistema indica que existe de producto y lo que realmente hay en la bodega, lo que resulta en la necesidad de emitir notas de crédito a los clientes por falta de stock cuando no hay el producto solicitado. Este problema ocurre aproximadamente para 2-3 ítems por pedido, y cada pedido consta de 250 ítems (Entrevista Oscar Paspuesán, octubre 2008). Considerando que la empresa maneja alrededor de 20.000 ítems en promedio, se estimó que el porcentaje de ubicaciones de almacenamiento en el almacén que se encuentran sin discrepancias es del 99%. En este tipo de error, el cliente se queda completamente insatisfecho porque no se cumplen sus necesidades y para cuando el producto ya se encuentra en stock, es muy probable que el cliente ya no lo requiera o que haya acudido a otro proveedor, en cualquier caso, esto se traduce en ventas perdidas.

- **Exactitud de la Preparación:** Es el porcentaje de pedidos preparados sin errores. En la preparación de pedidos están involucrados algunos colaboradores, en este caso, el perchero tiene la responsabilidad de tomar el código solicitado y comprobar que coincida con el producto y ubicación que el sistema indica. Una vez que está listo el producto de un pedido, el Supervisor de Bodega revisa que los códigos coincidan, siendo esta persona el primer filtro de posibles errores. De acuerdo a la información obtenida, se producen aproximadamente uno o dos errores por transferencia y, en total, se tienen entre seis y diez transferencias al

día. El sistema de recolección y revisión es completamente manual, de manera que los errores se presentan con mayor regularidad. Además, los errores aumentan a medida que transcurre el día por cuestiones de cansancio físico y disposición anímica del trabajador para efectuar la tarea (Entrevista Luis Villafuerte, octubre 2008).

- **Exactitud del Despacho:** Se expresa mediante el porcentaje de pedidos despachados sin errores. Estos son los errores que no fueron detectados dentro de la Empresa y solamente se conocen una vez que el cliente presenta el reclamo. Generalmente este error se da porque la presentación recibida del producto no es la adecuada, lo cual debería haber sido detectado por los supervisores de bodega a la hora de despachar el camión con el producto. Pero también se atribuye este error al recolector ya que es él quien debe cerciorarse de recolectar la presentación solicitada (Entrevista Luis Villafuerte, octubre 2008). El señor Villafuerte, que es el encargado de despachos en la bodega, asegura que este error está entre el 1% y 2%, lo que resulta en una exactitud de despacho entre el 98% y el 99%.

Si bien el desempeño del almacén, numéricamente hablando, presenta porcentajes de exactitud bastante altos, de lo observado al momento de llevar a cabo el análisis cualitativo de la bodega, existen problemas considerables con la cantidad de espacio disponible lo cual dificulta de sobremanera la eficiencia de las operaciones de almacenamiento. Al momento, PINTULAC ha tomado algunas medidas para evitar todos estos errores o incentivar a los colaboradores a realizar mejor su trabajo. Por ejemplo, todos los empleados de bodega tienen un sistema de recompensa que es un bono al final del mes a la persona que menos errores comente (Entrevista Luis Villafuerte, octubre 2008). Sin embargo, este sistema por sí solo no da los resultados más adecuados debido a la falta de espacio y la desorganización propia de las bodegas.

3.2.2. Desempeño del Tiempo de Ciclo de la Bodega Principal

Frazelle y Sojo (2007, 81-82) identifican algunas medidas de desempeño para el tiempo de ciclo de las actividades en una instalación de almacenamiento, las mismas que fueron tomadas en cuenta para evaluar el estado de las operaciones actuales en la Bodega Principal de PINTULAC.

- **Tiempo de Ciclo de Recepción en el Almacén:** Corresponde al tiempo transcurrido desde que arriba un proveedor a dejar material hasta que se completa el desembarque.

En el presente caso, para el análisis del tiempo de ciclo de recepción en el almacén se realizaron observaciones de las operaciones de recepción durante tres días, a modo de prueba piloto, donde se obtuvieron 32 observaciones (Anexo A). A partir de los valores observados, se calculó la desviación estándar de la muestra piloto para determinar un tamaño de muestra representativo para establecer el tiempo de ciclo de recepción en el almacén para la Bodega Principal de PINTULAC. El procedimiento para la determinación de un tamaño de muestra representativo para realizar inferencias estadísticas es presentado por Montgomery y Runger (2005, 323).

Si se tienen los siguientes parámetros con sus respectivos valores:

$Z_{\alpha/2}$ = nivel de confianza expresado en errores estándar.

Con un nivel de confianza del 95%; $Z_{0.975} = 1,96$.

σ = desviación estándar de la prueba piloto = 39.067 minutos.

E = cantidad aceptable de error muestral (tolerancia) = 5 minutos.

La ecuación para la determinación del tamaño de muestra necesario para realizar inferencias estadísticas representativas (Ecuación 1) se muestra a continuación (Montgomery y Runger, 2005, 323).

$$n_o = \left(\frac{Z_{\alpha/2} * S}{E} \right)^2 \quad n = \frac{n_o}{1 + \frac{n_o}{N}}$$

(1)

Aplicando esta ecuación con los parámetros previamente establecidos se obtiene un tamaño de muestra de aproximadamente 235 observaciones.

Tomando esto en consideración y la disponibilidad por parte de PINTULAC para facilitar la recolección de información, se lograron tomar 403 observaciones en total del tiempo de ciclo de recepción en almacén para las actividades de acomodo en la Bodega Principal de PINTULAC. A partir de los 403 datos recopilados, se calcularon el promedio y la desviación estándar de la muestra. El promedio de la muestra que sirve para estimar el valor verdadero de la media de esta medida de desempeño resultó ser de 25.00 minutos, mientras la desviación estándar de la muestra es de 52.42 minutos. Esto indica que el tiempo promedio que toma a un camión desembarcar una orden es de 25 minutos, mientras que la desviación estándar de 53 minutos refleja la alta variabilidad que existe en esta operación en la actualidad al obtenerse un coeficiente de variación (CV) de 2.12. En base a estos datos para la media y desviación estándar, se puede concluir que el desempeño actual del muelle de recepción es deficiente ya que la desviación estándar es el doble de la media. Esto quiere decir que existen momentos en los cuales no se llevan a cabo actividades de recepción y otros en los que están llenos de trabajo, generando largas colas y a la final insatisfacción del proveedor. Siendo un reflejo directo de las políticas de reabastecimiento de la compañía y la gestión de sus proveedores. Una vez colocada la orden para reabastecerse del producto, PINTULAC estima un periodo de 15 días, independientemente del proveedor, donde podría arribar el pedido a la bodega. Esto implica que en ocasiones los proveedores no sean capaces de descargar la carga inmediatamente después del arribo a la bodega, lo que influye negativamente en el tiempo de ciclo de descarga.

- **Tiempo de Ciclo del Pedido en el Almacén:** Corresponde al tiempo transcurrido desde que un pedido se envía al piso del almacén hasta que se completa su preparación, embarque y alistamiento para despacho.

De la misma forma, para el análisis del tiempo de ciclo del pedido en la Bodega Principal de PINTULAC se realizaron observaciones de las operaciones de recolección y preparación para el despacho durante un par de días, donde se obtuvieron 34 observaciones (Anexo A). Se siguió el mismo procedimiento que en el caso anterior manejando los siguientes valores para los parámetros en la determinación del tamaño de muestra (Montgomery y Runger, 2005, 323):

$Z_{\alpha/2}$ = nivel de confianza expresado en errores estándar.

Con un nivel de confianza del 95%; $Z_{0,975} = 1,96$.

σ = desviación estándar de la prueba piloto = 23.233 minutos.

E = cantidad aceptable de error muestral (tolerancia) = 5 minutos.

Aplicando la Ecuación (1), se obtiene un tamaño de muestra de aproximadamente 83 observaciones.

En definitiva se logró recolectar 128 observaciones del tiempo de ciclo del pedido para las actividades de recolección de pedidos y preparación para el despacho en la Bodega Principal de PINTULAC. Se encontró un promedio de la muestra para esta medida de desempeño de 35.00 minutos, mientras la desviación estándar de la muestra es de 74.10 minutos. Esto indica que el tiempo promedio que toma llenar un camión luego de la emisión de una orden es de 35 minutos, mientras que la desviación estándar de 74 minutos refleja la alta variabilidad que existe en esta operación actualmente al obtenerse un coeficiente de variación (CV) de 2.11. Existen ciertas políticas de la Empresa para la recolección de pedidos que aumentan la variabilidad. Primero, los pedidos no son preparados con anticipación, realizándose la recolección de los productos únicamente después de haberse cerciorado que existe un camión disponible y que cumpla con la capacidad necesaria para trasladar el producto. Consecuentemente, al arribar dos o más camiones a los puertos de despacho, el

personal para la recolección de los productos, se divide para el número de pedidos, reduciendo su capacidad y aumentando el tiempo de recolección. Segundo, la recolección se efectúa por medio del conteo, dependiendo de la habilidad y disposición del recolector. Finalmente, al efectuar la recolección de pedidos, se selecciona únicamente aquello especificado en la orden, y no se genera formación de lotes lo que permitiría reducir el tiempo de recolección.

4. DISEÑO DE LA INSTALACION DE ALMACENAMIENTO

Para lograr un diseño adecuado del almacén, es indispensable haber definido e integrado correctamente cada uno de los componentes que forman la bodega. Existen dos posibles diseños de un almacén, en el primero las zonas de recepción y despacho se encuentran adjuntas, consecuentemente la zona de almacenamiento se ubica detrás de ellas. La segunda configuración o diseño, ubica la zona de almacenamiento entre recepción y despacho. La primera opción, genera un flujo de información y recursos que se desplazan en forma de U y en la segunda opción, el flujo de información y recursos se realiza de forma lineal, por lo tanto, el producto tiene que atravesar por cada zona de la bodega para ser despachado (Ghiani, Laporte, Musmanno, 2004, 160-161). En el presente estudio, una vez establecidas las políticas de la Empresa con respecto a la recepción, almacenamiento y embarque, se procederá a determinar las dimensiones del cascarón del edificio, la distribución interna de los productos, y los equipos de manejo de materiales. Ghiani, Laporte y Musmanno (2004, 165) enumeran las decisiones de diseño que se deben desarrollar para completar el diseño de una instalación de almacenamiento:

- Seleccionar el medio de almacenamiento.
- Seleccionar el mecanismo de transporte para la extracción y almacenamiento de los productos.
- Determinar el número de puertos de recepción y embarque.
- Determinar el largo, ancho, y profundidad de la bodega.
- Establecer las dimensiones de las áreas de recepción, almacenamiento, y despacho.
- Establecer las dimensiones de los pasillos y su orientación.

El requerimiento es el de diseñar una nueva instalación de almacenamiento para PINTULAC donde se encuentre consolidado todo su inventario de producto para distribución. En vista de aquello y dado que existe una cantidad aproximada de 20,000 productos en total que deberían ser almacenados en la nueva bodega, se procedió a realizar un análisis de Pareto, donde se establecerá que familia o

familias de productos representan el mayor porcentaje de movimiento dentro de la instalación con el fin de planificar el diseño principalmente en función de estos y luego hacer las extensiones debidas para el resto de artículos.

El análisis de Pareto hace uso de la gráfica de Pareto que es tan sólo una distribución de frecuencia de datos de atributos ordenados por categoría (Montgomery 2006, 178). En este caso, las categorías corresponden a las familias de productos, y los datos a sus promedios de cantidades vendidas en un día. A continuación se muestra la gráfica de Pareto que se obtuvo para estos datos con ayuda del software estadístico Minitab® (Figura 2).

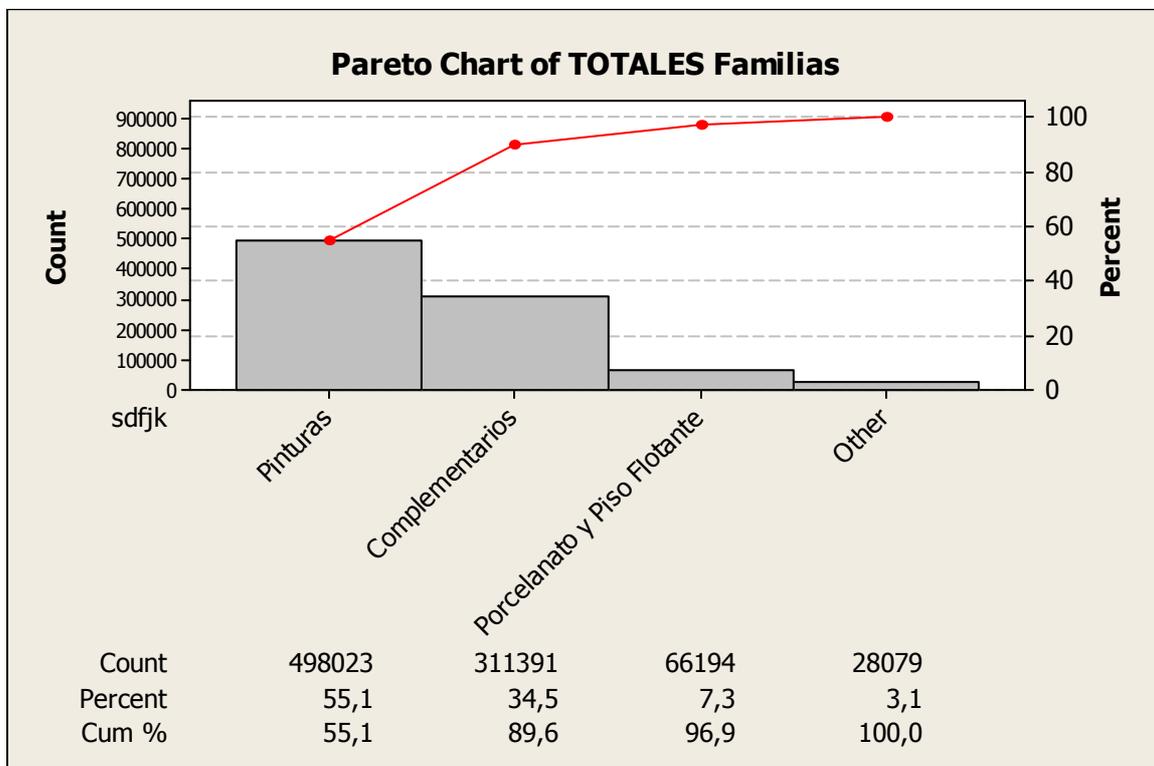


Figura 2. Pareto de Familias de Productos de PINTULAC

A partir de la Figura 2, es posible verificar que Pinturas y Complementarios representan el 55.1% y 34,5% de las ventas promedio diarias, respectivamente. De esta manera, nos enfocaremos en el 89.6% de todos los productos que maneja PINTULAC diariamente, para determinar la mayor cantidad de decisiones de diseño y operación de la nueva instalación de almacenamiento.

4.1. Selección del Medio de Almacenamiento y el Mecanismo de Transporte para el Almacenamiento y la Extracción de los Productos

Las bodegas se dividen en cuatro zonas bien marcadas: el área de recepción, acomodo o almacenamiento, preparación de pedidos, y despacho (Ghiani, Laporte, Musmanno, 2004, 160-161). El medio de almacenamiento y de transporte que se utilizará en la nueva instalación varía dependiendo de la zona de la bodega.

La política de recepción seleccionada para la nueva bodega de PINTULAC, será la tradicional debido a una restricción impuesta por parte de los directores de la Empresa (Entrevista Nancy Díaz, mayo 2008). Como se explicó previamente en el capítulo 2, en la recepción tradicional, los artículos atraviesan todos los pasos dentro de las operaciones del almacén; recepción, acomodo, preparación de pedidos y despacho (Tompkins et. al., 2006, 406-409).

En la zona de recepción se desembarcan los productos y conforman las cargas unitarias. Debido al volumen de productos que se manejará en la nueva bodega, se requiere de un sistema que permita consolidar los artículos en cargas unitarias de gran volumen con el cual se maximice el espacio utilizado y no se perjudique la calidad de los artículos. Por lo tanto, el sistema de carga unitaria que mejor se ajusta para el almacenamiento del producto en la nueva bodega de PINTULAC es el uso de pallets o tarimas. (Tompkins et. al, 2006, 412).

La elevada configuración de los pedidos imposibilita el direccionar los productos directamente desde los proveedores hacia los clientes internos y externos de la compañía. Por lo que la nueva bodega mantendrá un sistema dirigido de acomodo, donde deberá existir disponibilidad de almacenamiento para el máximo nivel de inventario de los productos (Frazelle y Sojo, 2007, 118-119).

Dentro del área de almacenamiento o acomodo se tendrán dos zonas, primero la zona de reserva y segundo la zona frontal de almacenamiento. Esta división permite reducir los costos de almacenamiento y el tiempo de extracción de los productos (Ghiani, Laporte, Musmanno, 2004, 161).

En la zona de reserva, las cargas unitarias son de mayor proporción, por lo que se maximiza el área de almacenamiento. En la zona frontal, los productos son

divididos en cargas unitarias menores que facilitan su selección y extracción a la hora de preparar y despachar una orden (Ghiani, Laporte, Musmanno, 2004, 161).

A partir de las políticas de PINTULAC con respecto a recepción, almacenamiento y despacho, se procederá a determinar los requerimientos para el almacenamiento y la selección del equipo necesario para el almacenamiento y extracción de producto.

4.1.1. Selección del Equipo

La altura del almacén esta restringida por el diseño estructural de la bodega. El plano preliminar de la nueva bodega proporcionado por la Empresa (Anexo D), establece las limitaciones de altura. El punto más alto del galpón es de 9 metros de altura, y el punto más bajo es de 6.2 metros (Planos de la instalación, noviembre 2008).

Para optimizar el espacio de la nueva bodega, es necesario que ésta tenga una altura igual o superior a los 7.2 metros de altura, lo cual permitirá instalar anaqueles en la zona de reserva, que almacenarán un máximo de cuatro niveles de pallets completos en posición vertical, de acuerdo a lo que se determinó al momento de analizar el área de almacenamiento y se presenta más adelante en la sección 4.3.2.

Dado que los pedidos, en su gran mayoría, requieren de una alta configuración y debido a que uno de los objetivos planteados es reducir el tiempo de recolección de pedidos, el diseño lineal de la zona de almacenamiento es la opción que mejor se ajusta a las necesidades de la empresa y los objetivos del proyecto (Ghianni, Laporte y Musmanno, 2004, 160).

Una vez que los productos atraviesen la zona de recepción, se desplazarán hacia el área de reserva y posteriormente a la zona frontal de almacenamiento. Por este motivo, es necesario el transporte de los pallets cuyo peso máximo equivale a un pallet lleno de pintura (elemento de mayor densidad dentro de la bodega) de 1.22 metros de largo por 1.22 metros de ancho y 1.5 metros de altura. La densidad de la pintura a una temperatura de 25 grados, es de 1.30 g/cm, por lo tanto, 1.4 metros cúbicos de pintura equivale a 2925 kilogramos (Entrevista Freddy Andrade, septiembre 2008). Se elevará el producto a una altura de 5.4

metros, por lo que, es necesario la utilización de un montacargas cuya capacidad sea equivalente a 3200 kilogramos. Por lo tanto, a partir de una investigación realizada, se llegó a la conclusión que el equipo necesario para realizar este trabajo de manera adecuada es el montacargas de contrapeso ya que permite desplazar cargas de un peso máximo de 2925 kilogramos a 5.4 metros de alto. En el Anexo B se detallan las características técnicas de este tipo de equipo.

Como se explicó anteriormente, el objetivo de la zona de reserva es la de guardar producto en cargas unitarias mayores, para luego moverlas hacia el área frontal donde se dividirán en cargas unitarias más pequeñas. En el área de reserva se busca optimizar el espacio, y facilitar el almacenamiento. Debido a la alta variedad de los productos, es necesario que las cargas unitarias se puedan manipular independientemente, sin restricción alguna para su almacenamiento y extracción. Para lograr cumplir con los objetivos, el medio de almacenamiento que se utilizará serán anaqueles selectivos de profundidad única. Este sistema permite independencia entre cargas y una mayor capacidad de altura; y, por lo tanto, una optimización del espacio a utilizar. Las características y especificaciones técnicas de estos equipos se detallan en el Anexo B. Para el traslado de los productos hacia la zona frontal de almacenamiento, se debe tener la misma capacidad del equipo de extracción, por lo que nuevamente se utilizará el montacargas para movilizar los pallets hacia la zona frontal (Tompkins et. al, 2006, 556).

En la zona frontal de almacenamiento se pretende reducir las dimensiones de las cargas unitarias, de manera que sean manejables para el trabajador a la hora de realizar la recolección del pedido. La ubicación de almacenamiento no puede tener una dimensión superior a la altura de los hombros de los trabajadores, por confort y seguridad industrial (www.osha.gov). El sistema de almacenamiento tiene que ser capaz de desplazar el producto hacia delante para que el trabajador minimice el tiempo de desplazamiento para la recolección de pedidos. Siendo seleccionado, el anaquel de flujo de tarimas, donde las cargas tienen un acceso desde la parte posterior del anaquel, y se deslizan a través de rodillos hacia la parte frontal del anaquel. Este es un sistema de "construcción sencilla de columnas metálicas y secciones transversales que permite un acceso

inmediato a la carga almacenada.” (Tompkins et. al, 2006, 252). Esta alternativa presenta la característica de que una carga unitaria se guarda en un extremo y se recupera en el otro (Tompkins et. al, 2006, 253). Esto es bastante útil, ya que se busca que la extracción de productos sea ágil, por la cantidad de órdenes diarias que se recibe, pero al mismo tiempo, se busca que los recolectores tengan seguridad en el momento de formar un pedido, y que su salud no se vea afectada.

La mayoría de productos que se manejan en la zona frontal son de volumen mediano pero de un peso considerable, por lo que para la extracción del producto, se utilizarán carros recolectores (Anexo B), impulsados por el recolector. Este sistema reduce los costos operativos y la necesidad de inversión en equipos automatizados para la manipulación de los productos.

4.2. Establecimiento el Número de Puertos de Recepción y Embarque

Antes de planificar en donde se van a ubicar las plataformas de recepción y embarque, se deberá identificar cuanto espacio se requerirá para realizar estas actividades, y al mismo tiempo, decidir la función que van a cumplir.

En primer lugar se analiza la parte interna del edificio, para luego diseñar la parte exterior, y en base a esto ubicar entradas y salidas tanto de vehículos como de materiales (Tompkins et. al, 2006, 429-430). Por lo general, las instalaciones pequeñas tienen un solo acceso, tanto para embarque como para recepción. Esto puede presentar un problema si los tiempos de operación son grandes, ya que puede producirse un congestionamiento en las actividades de la bodega (Tompkins et. al, 2006, 429-430).

Por esta razón, adicionalmente al tamaño de la instalación y los volúmenes que se manejan, se deben considerar estos aspectos antes de decidir dónde se deben colocar las plataformas y cuál será el diseño exterior del edificio (Tompkins et. al, 2006, 429-430).

De acuerdo a Ghiani, Laporte y Musmanno (2004, 166), existe un modelo matemático determinístico simple que permite establecer el número de puertos de recepción y embarque que una instalación de almacenamiento debería tener en función de ciertos parámetros importantes los cuales se presentan a continuación

n_D : es el número de puertos

d : es la demanda diaria de todas las órdenes

t : es el tiempo promedio requerido para cargar o descargar un camión

q : es la capacidad del camión

T : es el tiempo disponible diariamente para cargar o descargar un camión

El número de puertos requeridos va a estar dado por la siguiente expresión (Ecuación 2), la cual representa una relación entre el tiempo promedio que toma descargar o cargar un camión para una cantidad diaria de demanda y el tiempo disponible en los puertos y la capacidad de los camiones (Ghiani, Laporte, Musmanno, 2004, 166). Esta expresión corresponde a la solución del modelo matemático que se menciona anteriormente y vendría a ser una expresión de fracción de equipo, donde precisamente se hace una relación entre **los** que se requiere y lo que se dispone (Tompkins et. al., 2006, 56-57).

$$n_D = \left\lceil \frac{d * t}{q * T} \right\rceil \quad (2)$$

En el caso particular de PINTULAC, la Empresa utiliza distintos camiones para distribuir el material en los locales del país y a sus clientes particulares. Como se explico previamente, se utilizará el pallet o tarima, como unidad de carga para determinar el número de puertos de recepción y despacho.

Los camiones de distribución de la Empresa tienen una capacidad de carga promedio de 6 toneladas, que equivale a 5 pallets llenos tal como se pudo determinar en el análisis de la situación actual del capítulo 3.

De los datos obtenidos en la bodega de Collaloma, se obtuvo la demanda diaria, de la cual se estableció un promedio de 13.6 órdenes diarias. Adicionalmente, en el capítulo 3 se estableció que el tiempo promedio para el despacho de un camión es de 35 minutos. Por otro lado, se pudo determinar que en promedio el número de pallets que se despacha por orden, es de 4 pallets, de tal forma que se despachan al día un promedio de 54.4 pallets. El tiempo

disponible para el despacho de órdenes es de 7:00am hasta las 16:00pm, lo que significa 9 horas diarias disponibles cada día, o 540 minutos.

Aplicando estos parámetros en la expresión (2) se obtiene como resultado lo siguiente para el número de puertos de embarque o despacho:

$$n_D \text{ despacho} = \left\lceil \frac{54.4 \text{ pallets} * 35 \text{ min}}{4 \text{ pallets} * 540 \text{ min}} \right\rceil = \lceil 0.88 \rceil = 1$$

Por lo tanto, de acuerdo a este modelo, se requiere de un solo puerto de despacho. Esta sería la cantidad requerida de puertos si las actividades de despacho se dieran de manera coordinada y secuenciada, lo que no sucede en la actualidad debido a la falta de políticas firmes de PINTULAC con respecto al despacho de pedidos, los cuales en la actualidad muestran una alta variabilidad tal como se observó en el capítulo 3.

En cuanto a la determinación del número de plataformas de recepción se tienen que tomar en cuenta los siguientes aspectos. Un camión de los proveedores carga en promedio 11.6 toneladas, que equivaldría a un promedio de 7 pallets completos por camión de acuerdo a lo que se determinó en el caso del despacho. Además, de lo que se observó en el capítulo 3, se requieren en promedio 25 minutos para descargar un camión. También en este caso, el tiempo disponible para el despacho de órdenes es de 7:00am hasta las 16:00pm, lo que significa 9 horas diarias disponibles cada día, o 540 minutos.

En base a las órdenes de compra, se pudo calcular que el número de pallets en promedio que se demanda por orden es de 5 pallets e ingresan 11 órdenes, en promedio, cada día a la bodega.

Aplicando estos parámetros en la expresión (2) se obtiene el siguiente resultado para el número de plataformas de recepción requeridas:

$$n_D \text{ recepción} = \left\lceil \frac{55 \text{ pallets} * 25 \text{ min}}{7 \text{ pallets} * 540 \text{ min}} \right\rceil = \lceil 0.36 \rceil = 1$$

A partir del resultado obtenido, se puede observar que con un muelle de recepción sería suficiente. Para que esto sea óptimo es necesario que se organice a los proveedores de tal forma que los pedidos lleguen a la bodega de una manera bien distribuida, lo que ayudaría notablemente a reducir tiempos muertos y congestión de la plataforma, tal como sucede en la actualidad. El

incrementar un muelle adicional por encima de éste sin modificar las políticas de recepción de productos, sólo traería como consecuencia más tiempos muertos y mayores costos.

A partir del modelo matemático, se determinó de manera cuantitativa el número de puertos de recepción y despacho necesarios para la bodega correspondiente a cada actividad. En el análisis del estado actual de la bodega presentado en el capítulo 3, fue posible constatar que con dos puertos de recepción y tres de despacho, existe una alta variabilidad en el tiempo de ciclo de recepción y embarque debido a la falta de políticas firmes en cuanto a la programación de las actividades de recepción y despacho.

Por este motivo, en conclusión, se requerirán dos puertos de recepción designados para la familia de pintura, complementarios, porcelanato, piso flotante y maquinaria. Además, se agregará un puerto para la recepción de thinner y polvos, para minimizar el riesgo de contaminación y peligro de ignición. En el caso de los puertos de despacho, se mantendrán tres puertos para las familias de pintura, complementarios, porcelanato, piso flotante y maquinaria. Se dispondrá de un puerto de despacho adicional para la familia de thinner y polvos, nuevamente por restricciones de seguridad.

4.3. Determinación del Área de Almacenamiento

Para dimensionar la nueva instalación de almacenamiento de PINTULAC se trabaja con el concepto de establecer la mejor disposición o ubicación de los productos que se almacenarán en las bodegas. Existen dos tipos de almacenamiento; dedicado o de ranura fijo, y aleatorio o de ranura flotante. En el primer tipo, dado que los espacios para cada producto son fijos, es necesario proporcionar el espacio que abarque el máximo nivel de inventario de cada uno de los productos que se almacenarán en las bodegas (Creed, 1977, 148). Con la segunda opción, almacenamiento variable, no se establecen lugares fijos para que el máximo de cada producto pueda ser colocado en las ubicaciones de almacenamiento, sino que se considera un promedio de la rotación de cada artículo y el espacio necesario se determina a partir de esta cantidad (Creed, 1977, 149).

En conjunto con la Empresa se acordó que la opción más idónea es la de almacenamiento fijo. Esta decisión se respalda sobretodo en que al tener en promedio 20,000 artículos en la bodega, si se desea hacer almacenamiento variable, se requeriría de un sistema automatizado de identificación de productos y sus respectivas ubicaciones dentro de la bodega el cual representa una inversión considerable para la Empresa en la cuál no se piensa incurrir. En segundo lugar, muchos de los productos que maneja la Empresa tienen dimensiones de carga unitaria muy variables, de manera que la ubicación de almacenamiento debe ser muy específica con respecto a lo que se va a almacenar, lo que dificultaría el poder trabajar con almacenamiento variable.

4.3.1. Capacidad del Área de Almacenamiento

Al mantener un sistema de almacenamiento fijo, cada producto debe tener un espacio disponible y posición previamente definida. De esta manera, el espacio requerido es igual a la suma de los máximos de inventario de cada producto en el tiempo. De acuerdo a Ghianni, Laporte y Musmanno (2004, 167) esto se establece mediante la siguiente expresión (Ecuación 3).

$$m_d = \sum_{j=1}^n \max_t I_j(t) \quad (3)$$

Donde:

n : Número de productos.

$I_j(t)$: El nivel de inventario del producto j en el tiempo t .

m_d : Número requerido de ubicaciones de almacenamiento

A partir del análisis de Pareto presentado al inicio de este capítulo y en coordinación con la Empresa, se determinó que las familias que se va a utilizar para realizar el cálculo del área de almacenamiento son la familia de pinturas y la

de complementarios. La primera por su alta rotación y la segunda por su diversidad de productos, y por ende, la variedad de tamaños de carga unitaria.

Dentro de cada familia se seleccionaron aquellos productos que tiene una alta rotación para estudiarlos de manera particular. En primer lugar se obtuvo datos de compras del año 2008, con niveles máximos, mínimos y promedio de cada producto, para conocer de acuerdo a lo explicado anteriormente el volumen total necesario en la bodega. Cada uno de los productos, arriba a la bodega ya sea de manera individual o en cargas unificadas. Ya que la política de asignación de espacios de almacenamiento pretende tener espacio disponible para cada uno de los artículos que arriban a la bodega, se ha determinado el volumen que ocupa cada una de las cargas unitarias para obtener el área de almacenamiento necesaria para la nueva bodega. Posteriormente, se calcularon los volúmenes individuales por producto, de acuerdo a su forma de almacenamiento. Todos los datos se presentan en el (Anexo C).

Calculando el espacio individual que necesita cada producto, y luego obteniendo el máximo espacio que necesitaría, se observa que pinturas necesita 2150 m^3 y que la familia de complementarios requeriría en total 4783 m^3 .

Adicionalmente y para complementar la determinación de la capacidad necesaria de bodega, se hizo una aproximación de los productos que no tienen una alta rotación en cuanto a su volumen y unidades promedio que existen en cada caja. Se pudo obtener como resultado que para la familia de pinturas se necesita aproximadamente 330 m^3 adicionales, y para complementarios se necesitarán aproximadamente 375 m^3 extras.

Con esto se tiene un volumen total para cada familia que sería de 2380 m^3 para la familia de pinturas, y 5158 m^3 para los complementarios.

4.3.2. Largo, Ancho, y Alto de la Zona de Almacenamiento

Dependiendo del medio de almacenamiento y el mecanismo de extracción y almacenamiento, para cada sección del almacén, es posible determinar las dimensiones del área de almacenamiento. Por lo que ahora se determinarán las dimensiones de largo y ancho de esta zona a partir de modelos matemáticos

presentados por Ghianni, Laporte y Musmanno (2004, 169-170) y por Tompkins et. al. (2006, 562).

4.3.2.1. Modelos Matemáticos

Las dimensiones de la zona de almacenamiento de reserva, se determinan a partir de las siguientes fórmulas, tanto en la dirección x como en la dirección y:

$$L_x = \left(\alpha_x + \frac{1}{2} w_x \right) n_x \quad (4)$$

$$L_y = \alpha_y n_y + w_y \quad (5)$$

Donde,

L_x : Dimensión en dirección x.

L_y : Dimensión en dirección y.

m : Número de posiciones de almacenamiento.

α_x : Ocupación de la unidad de almacenamiento en la dirección x.

α_y : Ocupación de la unidad de almacenamiento en la dirección y.

w_x : Ancho de los pasillos transversales.

w_y : Ancho del pasillo central.

n_x : El número de posiciones de almacenamiento en la dirección x que permite el medio de almacenamiento seleccionado.

n_y : El número de posiciones de almacenamiento en la dirección y que permite el medio de almacenamiento seleccionado.

n_z : El número de posiciones de almacenamiento en la dirección z que permite el medio de almacenamiento seleccionado.

Por lo tanto, si lo que se desea es establecer las dimensiones de la zona de almacenamiento de reserva y en base a la hipótesis de que en esta área las

operaciones de manejo de materiales consisten en el almacenamiento y la recolección de una única carga mientras que cada uno de los puntos de recolección tiene la misma probabilidad de ser accedido, el siguiente modelo matemático permite dimensionar el área de almacenamiento (determinar el número de posiciones de almacenamiento a lo largo y a lo ancho) con el objetivo de minimizar el tiempo de recolección de los productos en el almacén, sujeto a satisfacer el número de posiciones de almacenamiento o capacidad requeridos (Ghianni, Laporte y Musmanno, 2004, 169-170).

La función objetivo es minimizar el tiempo promedio de recolección de un pedido (Ecuación 4), restringida a que deben existir al menos m posiciones de almacenamiento en las direcciones x , y , y z (Ecuación 5). Adicionalmente, se toma en cuenta que el número de posiciones de almacenamiento en las direcciones x y y , deben ser mayor o igual a cero y enteras (Ecuación 6). Así, el modelo matemático se muestra a continuación:

Minimizar

$$\left(\alpha_x + \frac{1}{2} w_x \right) \frac{n_x}{v} + \frac{\alpha_y n_y + w_y}{2v} \quad (5)$$

Sujeto a:

$$n_x n_y n_z \geq m \quad (6)$$

$$n_x, n_y \geq 0, \text{ entero} \quad (7)$$

Donde, v es la velocidad promedio de desplazamiento del recolector.

El modelo matemático puede resolver fácilmente si se relaja la restricción de que las variables de decisión n_x y n_y deben ser enteros. Por lo tanto, la desigualdad (6) se satisface como una igualdad (8):

$$n_x = \frac{m}{n_y n_z} \quad (8)$$

De manera que, n_x puede ser removido del problema, en la siguiente forma.

Minimizar

$$\left(\alpha_x + \frac{1}{2} w_x \right) \frac{m}{n_y n_z v} + \frac{\alpha_y n_y + w_y}{2v} \quad (9)$$

Sujeto a:

$$n_y \geq 0, \text{ entero} \quad (10)$$

Dado que la función objetivo (8) es convexa, es posible derivarla con respecto n_y e igualarla a cero, para determinar el número de ubicaciones en la dirección y (n'_y) que minimice la función objetivo.

$$\left. \frac{d}{d(n_y)} \left(\left(\alpha_x + \frac{1}{2} w_x \right) \frac{m}{n_y n_z v} + \frac{\alpha_y n_y + w_y}{2v} \right) \right|_{n_y=n'_y} = 0. \quad (11)$$

De manera que,

$$n'_y = \sqrt{\frac{2m \left(\alpha_x + \frac{1}{2} w_x \right)}{n_z \alpha_y}} \quad (12)$$

Al reemplazar n_y en la ecuación (7) es posible determinar la cantidad de ubicaciones de almacenamiento en la dirección x ; n'_x .

$$n'_x = \sqrt{\frac{m \alpha_y}{2n_z \left(\alpha_x + \frac{1}{2} w_x \right)}} \quad (13)$$

En el caso de la zona frontal de almacenamiento, se utilizará otro modelo matemático que permitirá determinar las dimensiones de dicha área minimizando el espacio de piso a ser utilizado tomando en cuenta que se utiliza una distinta configuración para el almacenamiento. El modelo presentado por Tompkins et. al. (2006, 562), de manera específica, permite minimizar la cantidad promedio de espacio de piso requerido cuando se toman en cuenta existencias de seguridad; S_{DLSS} . El modelo tiene dos variables de decisión, donde lo que se busca es

determinar la profundidad del anaquel, y el numero de anaqueles que minimice el espacio de piso utilizado.

$$S_{DLSS} = v(w + 2c + r)[xL + 0.5(A + f)][2(Q + s) - xv + x]/2(Q + s)z \quad (14)$$

Donde,

W_i : Ancho de una carga unitaria del producto i , donde $i = 1, 2, \dots, n$;

c : La holgura lado a lado entre cargas unitarias y una barra de anaquel vertical;

r : El ancho de una barra de anaquel vertical;

L_i : La longitud o profundidad de una carga unitaria del producto i , donde $i = 1, 2, \dots, n$;

A_i : La anchura de un pasillo de almacenamiento;

f : La profundidad del espacio espalda contra espalda entre secciones de un anaquel;

z : La altura del almacenamiento, en cargas unitarias o niveles de almacenamiento;

Q_i : El tamaño de un lote de almacenamiento, en cargas unitarias del producto i , donde $i = 1, 2, \dots, n$;

s : Las existencias de seguridad, en cagas unitarias del producto i , dado que $i = 1, 2, \dots, n$;

x_i : La profundidad de una fila o carril de almacenamiento, en cargas unitarias;

v_i : El número de carriles de almacenamiento necesarios para alojar Q cargas unitarias con almacenamiento en carril profundo;

El modelo, permite modificar la profundidad; x_i y el número de carriles; v_i , sujeto al numero total de cargas unitarias que se colocarán en el anaquel; Q_i .

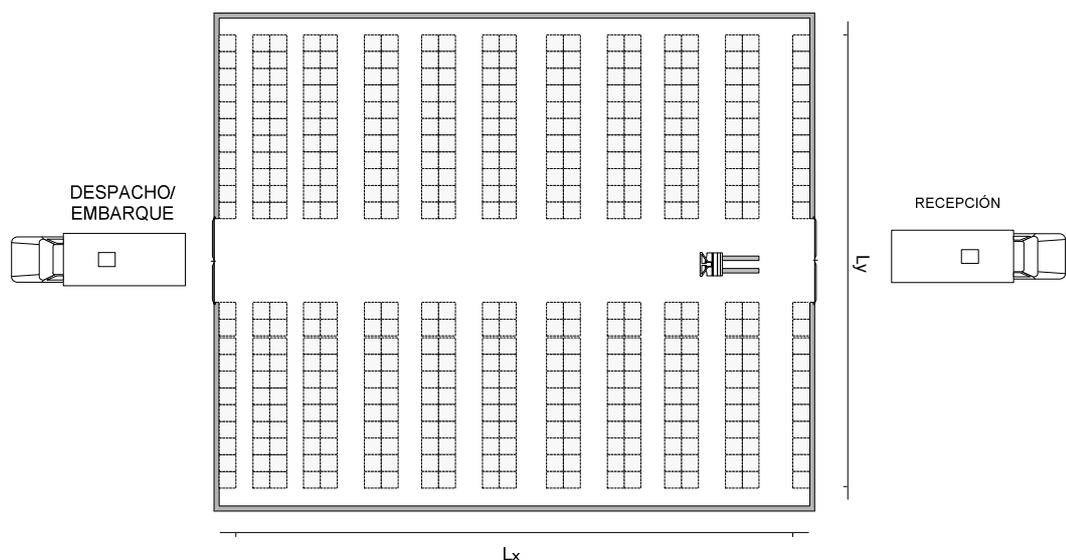
4.3.2.2. Aplicación de los Modelos Matemáticos

Para la aplicación de los modelos matemáticos de dimensionamiento de las zonas de almacenamiento de reserva y frontal, en primer lugar se deben describir algunos parámetros importantes.

A continuación se presentará el cálculo del área designada al almacenamiento de pinturas y complementarios, tanto para la zona de reserva como para la zona frontal. Debido a que la bodega está compuesta de otros departamentos, se presentará el área requerida para la familia de maquinaria, thinner/polvos, piso flotante/porcelanato, recepción, embarque, y el área destinada a pasillos, en base a una proporción del estado actual de la bodega y estándares recomendados.

La determinación del área de almacenamiento de reserva y frontal para las familias de pinturas y complementarios, se hace en base los modelos matemáticos presentados por Ghianni, Laporte y Musmanno (2004, 169-170) y por Tompkins et. al. (2006, 562) respectivamente.

En el caso de la zona de almacenamiento de reserva, se establecerá el número de anaqueles necesarios, con sus respectivos pasillos de manera que la configuración gráfica se presente de la siguiente manera (Figura 3):



F

Fuente: Ghianni, Laporte y Musmanno (2004, 169)
Figura 3. Distribución Área de Almacenamiento de Reserva

En primer lugar, una vez que arriban los productos al área de recepción, estos se pre-empacan para el acomodo en pallets que luego serán envueltos en plástico. Los pallets tienen dimensiones de 122cm de ancho x 122cm de largo.

Por seguridad, no se podrá paletizar verticalmente a una altura mayor al metro y medio. Esta restricción, también proviene de las dimensiones de los pallets, y la capacidad del montacargas de contrapeso (<http://www.osha.gov/>)

Con las dimensiones de almacenamiento de cada uno de los productos, que se denotan en el Anexo C, se calculó el número de cargas unitarias que entran en la superficie del pallet tanto a lo largo, ancho y alto, para cada uno de los productos.

De la familia de pinturas, para aquellos productos con una alta rotación, se procedió a calcular la cantidad de pallets necesarios para almacenar el máximo de productos; 1037 pallets. De manera similar, para la familia de complementarios, se determinó que se requerirá una cantidad de 1007 pallets.

Existen una serie de parámetros necesarios para el cálculo de las dimensiones de la zona de almacenamiento de reserva. El montacargas seleccionado, con una capacidad de 3000 libras, requiere que los pasillos sean de 3.5 metros de ancho, para una maniobrabilidad apropiada (Frazelle, Sojo, 2007, 138-140). El pasillo principal tendrá 4 metros de ancho, lo que permitirá maniobrar dos montacargas de metro y medio de ancho uno junto al otro. La altura máxima a la cual puede elevar los pallets el montacargas seleccionado es de 5.8 metros, detallado en el Anexo B.

La altura de los anaqueles vendrá determinada por la altura de los pallets, así como las limitaciones de la instalación. Como se mencionó anteriormente, la altura máxima de un pallet será de 1.5 m, sumando la altura del pallet de 20 cm., junto al ancho del anaquel, se podrán tener cuatro aberturas donde colocar los anaqueles, y una más en el extremo superior del anaquel. Se brindarán 5 cm. de holgura a lo largo y ancho de cada pallet en los anaqueles para facilitar la introducción de los mismos al anaquel. De esta manera, las dimensiones finales de un pallet serán de 127 cm de largo x 127 cm de ancho.

Esta información nos permitirá determinar el número de anaqueles necesarios tanto a lo largo como a lo ancho de la zona de almacenamiento de

reserva, y consecuentemente, las dimensiones del almacén. El cual permitirá determinar el número de anaqueles necesarios y las dimensiones del almacén.

Para la aplicación del modelo matemático que permitirá determinar el número de anaqueles necesarios y las dimensiones de la zona de almacenamiento de reserva (Ghianni, Laporte y Musmanno, 2004, 169-170), se denotan los valores de cada una de las variables.

α_x : Ocupación de la unidad de almacenamiento en la dirección x = 1.27 m.

α_y : Ocupación de la unidad de almacenamiento en la dirección y = 1.27 m.

w_x : Ancho de los pasillos = 3.50 m

w_y : Ancho del pasillo central = 4.00 m

n_z : El número de posiciones de almacenamiento en la dirección z, en anaqueles selectivos = 4.

Las variables de decisión son las siguientes:

n'_x : El número óptimo de posiciones de almacenamiento en la dirección x, en anaqueles selectivos.

n'_y : El número óptimo de posiciones de almacenamiento en la dirección y, en anaqueles selectivos.

En primera instancia la aplicación del modelo se vio enfocada en las familias de Pintura y Complementarios, que representan un 89.6% de los productos que se mantienen en bodega.

Se utilizaron las Ecuaciones 11 y 12, que resuelven el modelo matemático, para encontrar la cantidad de anaqueles en dirección y y en dirección x, que corresponden al ancho y largo de la zona de almacenamiento respectivamente.

El número de pallets llenos necesarios en este caso para almacenar los productos mencionados es de 1037 pallets.

$$n'_x = \left\lceil \sqrt{\frac{1037 * 1.27}{2 * 4 * \left(1.27 + \frac{3.5}{2}\right)}} \right\rceil = \lceil 7.38 \rceil = 8$$

$$n'_y = \left\lceil \sqrt{\frac{2 * (1037) * \left(1.27 + \frac{3.5}{2}\right)}{1.27 * 4}} \right\rceil = \lceil 35.11 \rceil = 36$$

De acuerdo a esto, se requerirán 8 (ocho) aberturas de anaquel a lo largo del almacén, y 36 (treinta y seis) aberturas de anaquel a lo ancho del mismo.

Posteriormente, para los productos de rotación media, regular y baja de la familia de pinturas, se obtuvo que se necesitarán almacenar 137 pallets. De esta manera:

$$n'_x = \left\lceil \sqrt{\frac{137 * 1.27}{2 * 4 * \left(1.27 + \frac{3.5}{2}\right)}} \right\rceil = \lceil 2.68 \rceil = 3$$

$$n'_y = \left\lceil \sqrt{\frac{2 * (137) * \left(1.27 + \frac{3.5}{2}\right)}{1.27 * 4}} \right\rceil = \lceil 12.76 \rceil = 13$$

Por lo tanto, para estos productos se requerirán 3 (tres) aberturas de anaquel a lo largo del almacén y 13 (trece) aberturas de anaquel a lo ancho del mismo.

De manera similar, para los artículos de mayor rotación de la familia de complementarios se necesitará almacenar un total de 1007 pallets llenos de producto, con las dimensiones ya especificadas previamente:

$$n'_x = \left\lceil \sqrt{\frac{1007 * 1.27}{2 * 4 * \left(1.27 + \frac{3.5}{2}\right)}} \right\rceil = \lceil 7.27 \rceil = 8$$

$$n'_y = \left\lceil \sqrt{\frac{2 * (1007) * \left(1.27 + \frac{3.5}{2}\right)}{1.27 * 4}} \right\rceil = \lceil 34.60 \rceil = 35$$

Con esto, se necesitarán 8 (ocho) aberturas de anaquel a lo largo del almacén y 35 (treinta y cinco) anaqueles a lo ancho del mismo.

Para los productos de rotación media, regular y baja de la familia de complementarios, se obtuvo que se necesitarán almacenar 118 pallets. De esta manera:

$$n'_x = \left\lceil \sqrt{\frac{118 * 1.27}{2 * 4 * \left(1.27 + \frac{3.5}{2}\right)}} \right\rceil = \lceil 2.49 \rceil = 3$$

$$n'_y = \left\lceil \sqrt{\frac{2 * (118) * \left(1.27 + \frac{3.5}{2}\right)}{1.27 * 4}} \right\rceil = \lceil 11.84 \rceil = 12$$

Como resultado, se requerirán 3 (tres) aberturas de anaquel a lo largo del almacén y 12 (doce) aberturas de anaquel a lo ancho del mismo.

De acuerdo a estos resultados, para establecer las dimensiones del área de almacenamiento de reserva se utilizarán las Ecuaciones 4 y 5. En la Tabla 3

se detalla el número de anaqueles a la ancho y a lo largo, y cuantos metros cuadrados representa.

Tabla 3. Número de Anaqueles y Dimensiones de la Zona de Reserva para Pinturas y Complementos

Familia/Rotación	Número de Anaqueles a lo ancho	Número de Anaqueles a lo largo	Ancho (m)	Largo (m)	Área (m²)
Pintura/ Alta	8	36	24.2	61.8	1496
Pintura/ Media-Baja	3	13	9.1	32.6	295
Complementos/ Alta	8	35	24.2	60.4	1461
Complementos/ Media-Baja	3	12	9.1	31.3	284
Total					2530

Para la totalidad de las familias de Pinturas y Complementarios, se requerirán 2530 metros cuadrados (m²) en la zona de almacenamiento de reserva. Se debe resaltar que estas dimensiones significativas se deben al uso de cuatro pasillos principales de cuatro metros de ancho cada uno de ellos para facilitar el flujo de productos.

A continuación, se procede a la determinación del número de anaqueles de flujo en la zona frontal del almacén. Al momento de presentar los valores para las variables que aplican en el modelo presentado por Tompkins et. al. (2006, 562) se da una explicación de lo que se propone formalmente para el área frontal de almacenamiento.

W_i : Ancho de una carga unitaria del producto i , donde $i = 1, 2, \dots, n$; dependerá de cada producto, por lo que se detalla en el Anexo C.

C : La holgura lado a lado entre cargas unitarias y entre cargas unitarias y una barra de anaquel vertical; 8 cm., 4 cm. a cada lado de la carga unitaria.

r : El ancho de una barra de anaquel vertical; 4 centímetros.

L_i : La longitud o profundidad de una carga unitaria del producto i , donde $i = 1, 2, \dots, n$; dependerá de cada producto. El valor de n dependerá de cada unitaria, por lo que se detalla en el Anexo C.

A_i : La anchura de un pasillo de almacenamiento; 3.5 metros.

f : La profundidad del espacio espalda contra espalda entre secciones de un anaquel. No se mantendrá ningún espacio entre secciones de un anaquel, ya que se pretende un flujo continuo de producto entre anaqueles.

z : La altura del almacenamiento, en cargas unitarias o niveles de almacenamiento. Para que las cargas sean accesibles por la persona, se recomienda una altura máxima para cargas de carga a la altura de los hombros; 1.5 metros, por lo que se determinará a partir de la altura de cada carga unitaria, para establecer cuantas cargas unitarias de cada producto entran a partir de dicha altura (www.osha.gov/).

Q_i : El tamaño de un lote de almacenamiento, en cargas unitarias del producto i , donde $i = 1, 2, \dots, n$; es el promedio de compras mensuales de cada artículo, por lo que variará en cada producto. El valor de n dependerá de cada unitaria, por lo que se detalla en el Anexo C.

S : Las existencias de seguridad, en cargas unitarias del producto i , dado que $i = 1, 2, \dots, n$; un 10% de inventario de seguridad, se mantendrá a partir de políticas con la empresa (Entrevista Yolanda Arias, diciembre 2008). El valor de n dependerá de cada unitaria, por lo que se detalla en el Anexo C.

Las variables de decisión son:

x_i : La profundidad de una fila o carril de almacenamiento, en cargas unitarias;

v_i : El número de carriles de almacenamiento necesarios para alojar Q cargas unitarias con almacenamiento en carril profundo.

Para llevar a cabo la resolución del modelo se efectuó prueba y error para establecer los valores de las variables de decisión que minimicen el área total para los productos en la zona frontal, conociendo:

$$S_{DLSS} = v(w + 2c + r)[xL + 0.5(A + f)][2(Q + s) - xv + x] / 2(Q + s)z$$

En el Anexo C se detalla el número de carriles y la profundidad de los mismos, para cada uno de los productos, tanto para la familia de Pinturas como para la familia de Complementarios. Ya que las dimensiones varían significativamente en cada una de las cargas unitarias, se procedió a trabajar con las dimensiones máximas de todos los productos. Donde se determinó que para la familia de Pinturas se requieren 2.1 metros de ancho, 33.4 metros de largo, y 1.5 metros alto. De las especificaciones técnicas del anaquel de flujo, la longitud máxima es de 2.4 metros (Anexo B), por lo que se requerirá de 14 anaqueles de este tipo. En el caso de la familia de Complementarios, se requerirá de 4.00 metros de ancho, 28.9 metros de largo, y 1.5 metros de altura. Ya que la longitud requerida es de 28.9 metros, se requerirá de 12 anaqueles de flujo de 2.4 metros cada uno (Anexo B). Por tanto se tendrá un área de 70.10 metros cuadrados para pinturas, y 115.44 metros cuadrados para complementos. Se mantendrán un pasillo de 3.5 metros de ancho entre el anaquel frontal de pinturas y el de complementos. Y se colocará un pasillo de 3.5 entre la zona de reserva y frontal, de manera que pueda ingresar y maniobrar el montacargas a depositar las cargas unitarias; pallets.

El área destinada para almacenar los productos de las familias de Piso Flotante/Porcelanato, Maquinaria y Polvos/Thinner, se obtuvo de las dimensiones actuales de cada una de las bodegas. Por enfoque del presente trabajo no se procedió a utilizar los modelos matemáticos previamente descritos para estos productos debido a que únicamente representan un poco más del 10% del movimiento en la bodega. A continuación se detalla el área pertinente a cada Familia (Tabla 4).

Tabla 4. Áreas por Familia en Almacenamiento de Reserva y el Área Requerida para su Almacenamiento.

Material Almacenado	Área (m²)
Pinturas y Complementarios	2716
Polvos	610
Maquinaria	800
Piso Flotante y Porcelanato	890

Finalmente, para las áreas de recepción y de despacho, se considerarán áreas en las cuales el montacargas sea capaz de maniobrar más cierto porcentaje de holgura. En este caso, se determinó un ancho de 3.5 metros, igual a los pasillos internos descritos previamente en esta misma sección, y debido a la maniobrabilidad del montacargas.

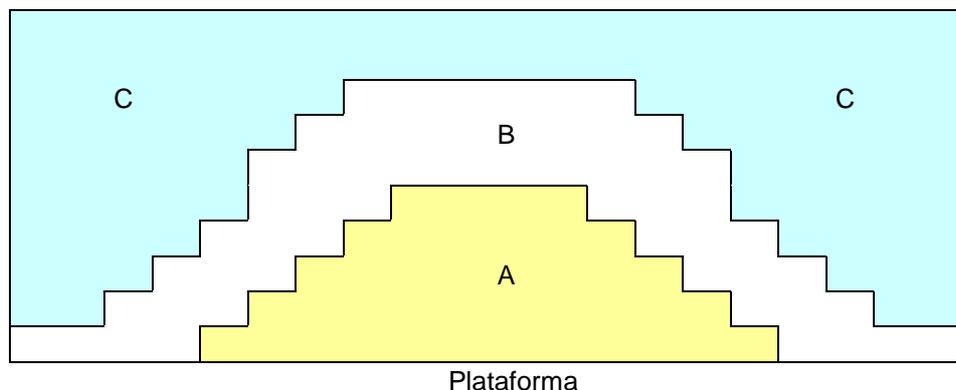
Se desarrollo un esquema en Autocad ® del plano, considerando las dimensiones reales del terreno y el diseño preliminar de la nueva bodega de Pintulac (Anexo D)

5. DECISIONES TACTICAS

5.1. Disposición de la Bodega

El objetivo de una buena disposición de la bodega es maximizar los recursos dentro de la misma que son espacio, equipo y personal, al mismo tiempo que se satisface los requerimientos del cliente que son obtener los artículos deseados lo más rápido posible y en buenas condiciones (Tompkins et. al, 2006, 430-431).

Con este objetivo, los productos pueden relacionarse por popularidad, similitud, tamaño, características o utilización de espacio. En el caso de almacenar los productos por popularidad, basándose en la regla de Pareto que describe que el 85% de rotación en una bodega se debe al 15% de los productos almacenados, se buscará guardar ese 15% se tal forma que la distancia recorrida sea inversamente proporcional a la popularidad del producto (Tompkins et. al, 2006, 440). Si se tiene una bodega en la que los materiales entran y salen del mismo punto, se puede ubicar los productos más populares de tal forma que se encuentren más cerca de la plataforma de embarque, los de menor movimiento se amplían hacia atrás y los lados, y por último, los de bajo movimiento se los coloca en el espacio restante, con el afán de minimizar el tiempo recorrido por los trabajadores (Tompkins et. al, 2006, 435-437). En la Figura 4 se muestra un ejemplo de cómo se vería esta distribución.

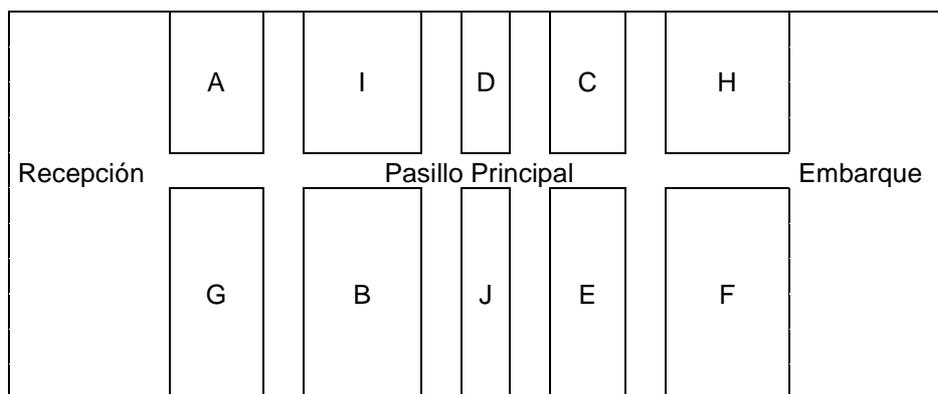


Fuente: Tompkins et. al, 2006. Generación Propia

Figura 4. Disposición ABC

Otra opción para determinar la disposición dentro de la bodega es la proporción de recepción y embarque que tienen los productos. De la misma

manera, se trabaja con los productos más populares, con la diferencia de que ahora se tienen distintos puertos para recepción y para embarque. En este tipo de disposición se debe encontrar la mejor manera de alinear los artículos a lo largo del pasillo principal, de tal forma que se minimice la distancia total recorrida (Tompkins et. al, 2006, 442). Dentro de los productos más populares se busca la proporción recepción/embarque que tengan, es decir, una relación entre los viajes de recepción y los viajes de embarque de un material; si es menor a 1, quiere decir que deben colocarse más cerca al puerto de embarque, mientras que aquellos que tienen la proporción más grande, deberán situarse más cerca del puerto de recepción (Tompkins et. al, 2006, 442). En la Figura 5 se bosqueja dicha asignación.



Fuente: Tompkins et. al, 2006. Generación Propia

Figura 5. Disposición Proporción Recepción/Embarque

Existe otra alternativa para la disposición de los productos dentro de la bodega, que incluye las características de los productos, como son restricciones de seguridad, o de espacio, etc. En este caso, podría aplicarse un procedimiento cualitativo desarrollado por Muther, quien lo denominó Planeación Sistemática de la Disposición (SLP, por sus siglas en inglés) y que por lo general se aplica en el problema de disposición de instalaciones (Tompkins et. al, 2006, 306). Este procedimiento se utiliza con más frecuencia cuando las rutas no son muy marcadas, o cuando el flujo en los procesos, no es fácil de determinar, por su variabilidad.

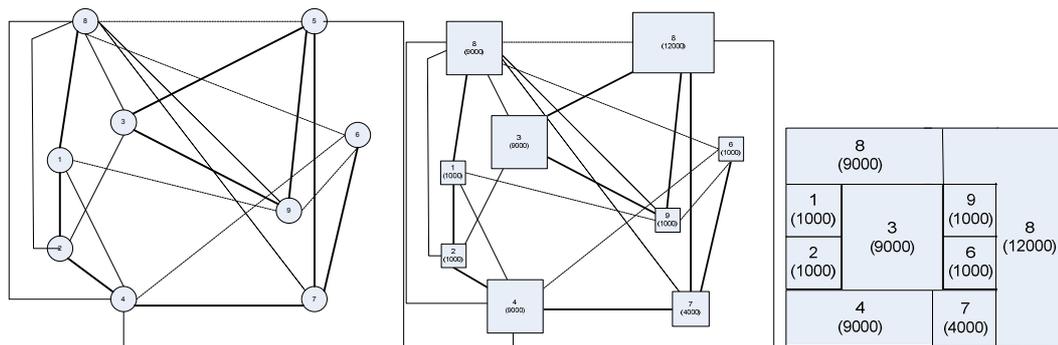
Con este procedimiento, lo que se busca, es determinar las relaciones más importantes entre los distintos departamentos, para asegurar que éstos, se encuentren más cerca, considerando el flujo de materiales, a partir de una tabla

desde – hacia, o mediante un análisis de relaciones (Tompkins et. al, 2006, 306). Los departamentos que se consideran incluyen las zonas de la bodega que se relacionan con el almacenamiento, además de las zonas de recepción y embarque.

En una primera etapa se toma la información anteriormente descrita y se ubica los departamentos, conectándolos con líneas que identifiquen la importancia de la relación.

A continuación, a los departamentos ya ubicados, se les da los tamaños adecuados, manteniendo las líneas conectoras.

Y, por último, se ubica los departamentos en las posiciones finales, de acuerdo al espacio total de la instalación (Tompkins et. al, 2006, 306 - 309). En la Figura 6 se muestra un bosquejo de los pasos que se siguen para la ejecución del SLP.



Fuente: Tompkins et. al, 2006. Generación Propia

Figura 6. Pasos del SLP para la Disposición de una Instalación

5.2. Ubicación de los Productos

Una vez determinados los tamaños de la bodega, estudio que se realizó en el Capítulo 4, es necesario ubicar los productos dentro de la bodega. El análisis se llevará a cabo en el lugar que tiene mayor cantidad de productos y por más tiempo, la zona de almacenamiento.

En la bodega que se propone, se tiene como objetivo primordial maximizar el espacio y disminuir los tiempos de recolección de los productos para despachar los pedidos. El análisis de la ubicación de los productos se lo realizará en el área de reserva de la zona de almacenamiento, debido a su gran cantidad y variedad

de productos. Para lograr este fin, se utiliza una metodología llamada curva ABC, en base a la distribución de Pareto, que plantea “que el 85% de la riqueza del mundo es propiedad del 15% de las personas” y al realizar una analogía con el almacenamiento, el 85% de movimiento corresponde al 15% que son los productos más populares (Tompkins, et al, 2006, 80). 46). En el momento de realizar el almacenamiento de los productos, los artículos más populares se colocan en los lugares más accesibles del almacén, para ser despachados en el menor tiempo posible y con la mayor versatilidad permitida.

Como se explicó en el Capítulo 2, existen algunos requerimientos para el almacenamiento de los productos, que al momento de construir la bodega, se deberá tomar en cuenta las restricciones que determinan esos requerimientos generales. Estos requerimientos se convierten además en una herramienta tanto para las determinaciones numéricas de los espacios como para el análisis cualitativo de las relaciones.

5.2.1. Planificación de los Departamentos en la Nueva Bodega

El objetivo de la planificación departamental, es facilitar la relación del flujo, el espacio y las actividades de almacenamiento. Para la disposición de los departamentos, en cuanto a volumen y a la variedad de los productos, existen 4 clasificaciones (Tompkins et. al., 2006, 80); 1.- La disposición por productos, usada cuando existe una baja variedad y un alto volumen. 2.- La disposición por procesos, recomendada en el caso de alta variedad de productos y bajo volumen de demanda. 3.- La disposición de ubicación, seleccionada, cuando existe baja demanda de un producto físicamente grande, ubicado así, por su bajo volumen de movimiento y baja variedad. 4.- Disposición por familia de productos, que se escoge cuando se tiene una variedad moderada y un volumen de movimiento medio (Tompkins et. al. 2006, 81).

En el caso de la Empresa, que tiene una gran variedad de artículos, 20.000 ítems aproximadamente (Entrevista Nancy Díaz, mayo 2008), de alta, media y baja rotación y volúmenes variables, ligados directamente con la demanda, se recomienda utilizar la disposición por familias de productos.

Además, es importante dividir la bodega por zonas, en este caso se recomienda que sean 4 zonas, recepción, almacenamiento, embarque y soporte (Ghianni, Laporte y Musmanno 2004, 165).

La finalidad del área de recepción, es la de recibir los productos que se descarga de los camiones, en forma rápida y ordenada, para mantenerlos momentáneamente hasta transferirlos a sus lugares de acomodo.

El área de almacenamiento se divide en dos, la zona frontal y la de reserva. La zona frontal se utiliza para los productos de mayor rotación; en este lugar se almacenan pequeñas cantidades, las suficientes para satisfacer la demanda mensual de dichos productos; ésta zona, a su vez se reabastece desde el área de reserva. Para el área de reserva se utiliza la clasificación por familias de productos, ésta clasificación se la realizará en base de las 6 bodegas que actualmente existen en la Empresa, división que dará a lugar a la formación de 5 familias de productos. Así, cada familia se convertirá en un departamento para la disposición de la nueva bodega.

En la primera familia se ubicarán las pinturas nacionales e importadas; la segunda estará formada por los complementarios (masking, brochas, etc.); en la tercera familia irá la maquinaria; en la cuarta los pisos flotantes y porcelanato, con sus respectivos aditivos; y finalmente, la quinta familia con los productos clasificados como contaminantes (polvos y thinner).

La zona de embarque se abastecerá tanto desde la zona frontal como desde el área de reserva y tiene como función importante agrupar los productos del pedido y colocarlos en los camiones de despacho. Esta zona no se encuentra dividida por anaqueles, ni se clasifica en familias, sólo se agrupa de acuerdo a los pedidos, antes de ser despachados y se encuentra limitada de manera directa por el número de muelles de embarque que se dispone, ya que los pedidos se preparan cuando llegan los camiones de entrega.

La zona de soporte, es un espacio que permite que todas las operaciones de la bodega se lleven a cabo (muelles de recepción y embarque, y áreas de circulación, descanso y baños).

5.2.2. Requerimientos de Espacio

Calcular el espacio necesario para una instalación determinada, puede resultar complicado, ya que abarca distintos aspectos. En primer lugar, PINTULAC espera que la nueva instalación sea útil por lo menos de 5 a 10 años, por lo que se tienen que considerar la tecnología que se va a utilizar; la demanda incierta; el rápido crecimiento de los productos; y las nuevas combinaciones programadas. El principal problema que surge es que la demanda y los productos siempre van a crecer más rápido de lo planeado, lo que obliga a las empresas a modificar sus instalaciones constantemente, así, se planean los requerimientos para un futuro incierto (Tompkins, et. al., 2006, 109). Como se conoce, la demanda no se la puede predecir de una manera exacta, porque depende de factores externos como son el clima, la situación política o económica, entre otros, que influirán a las personas, en el momento de decidir realizar la compra. Por esta razón, y debido al crecimiento proyectado en las ventas, se debe realizar una planificación de los requerimientos actuales, con opción a una proyección a futuro, esperando que estas proyecciones se aproximen de mejor forma a la realidad.

Para calcular los requerimientos de espacio, se necesita considerar los niveles de inventario, las cargas unitarias para el almacenamiento, los métodos y estrategias de almacenamiento, así como los requerimientos de equipo, que determinarán el diseño de la instalación, y las limitaciones físicas de la misma (Tompkins et. al., 2006, 109). En el caso de éste estudio, la Empresa ya ha comprado un terreno donde se ubicará la nueva Bodega, y de manera simultánea, se inició con el proceso de diseño estructural de la bodega, por lo que se deberá trabajar a partir de la información y diseños ya aprobados por la Empresa, pero con el fin de siempre aplicar la teoría que permita realizar todas las operaciones de la bodega de una manera eficiente.

Como se puede constatar en el Anexo D el terreno tiene una forma trapezoidal con una inclinación de 10° , lo que obliga a que la disposición de la bodega sea longitudinal. La primera limitación surge en el ancho de la bodega, lo que determinará que en el futuro el crecimiento de las instalaciones se realice a lo largo del terreno.

Para establecer el nivel de inventario de los numerosos productos, se analizan las cinco familias que conformarán el área de reserva del área de almacenamiento. Pinturas, Complementarios, Polvos, Maquinaria, Piso Flotante y Porcelanato.

Se evaluaron las cinco familias utilizando el análisis de Pareto, en dónde se selecciona el 20% de los productos, que representan el 80% de las ventas. Se obtuvo los 5,597 productos, que son el 20% de aquellos artículos que generan el mayor movimiento en las bodegas de Collaloma. A continuación nos enfocaremos en las dos familias que representan ese 80% de las ventas: Pintura y Complementarios, para determinar los requerimientos de espacio y la distribución de cada una de ellas dentro de la nueva bodega, para más tarde hacer extensivo al resto de familias.

Pintura:

De los 5,597 productos, se tomaron los 2,589 productos que corresponden a la familia de Pintura. Los artículos se clasificaron de acuerdo a las marcas, y mediante el análisis de Pareto, realizado en Minitab®, se determinó la marca que representa el mayor movimiento de productos dentro de la bodega (Figura 7).

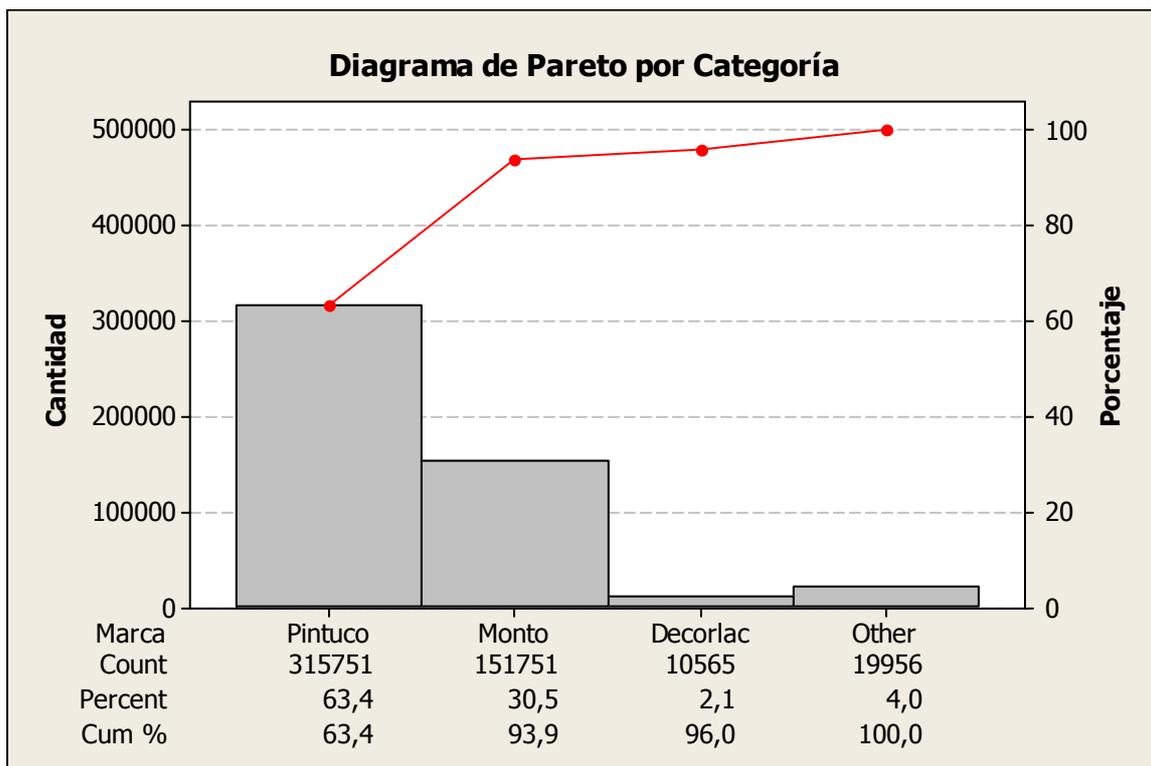


Figura 7. Pareto de Pinturas

Dentro de las marcas de pinturas que la Empresa comercializa se observa que sus ventas están enfocadas en los productos Pintuco y Monto, que representan más del 90% de la cantidad de pintura que se vende en el país.

Se procedió a desglosar las dos marcas más representativas en relación al movimiento de los productos, Pintuco y Monto, con un análisis de Pareto efectuado en Minitab® (Figuras 8 y 9).

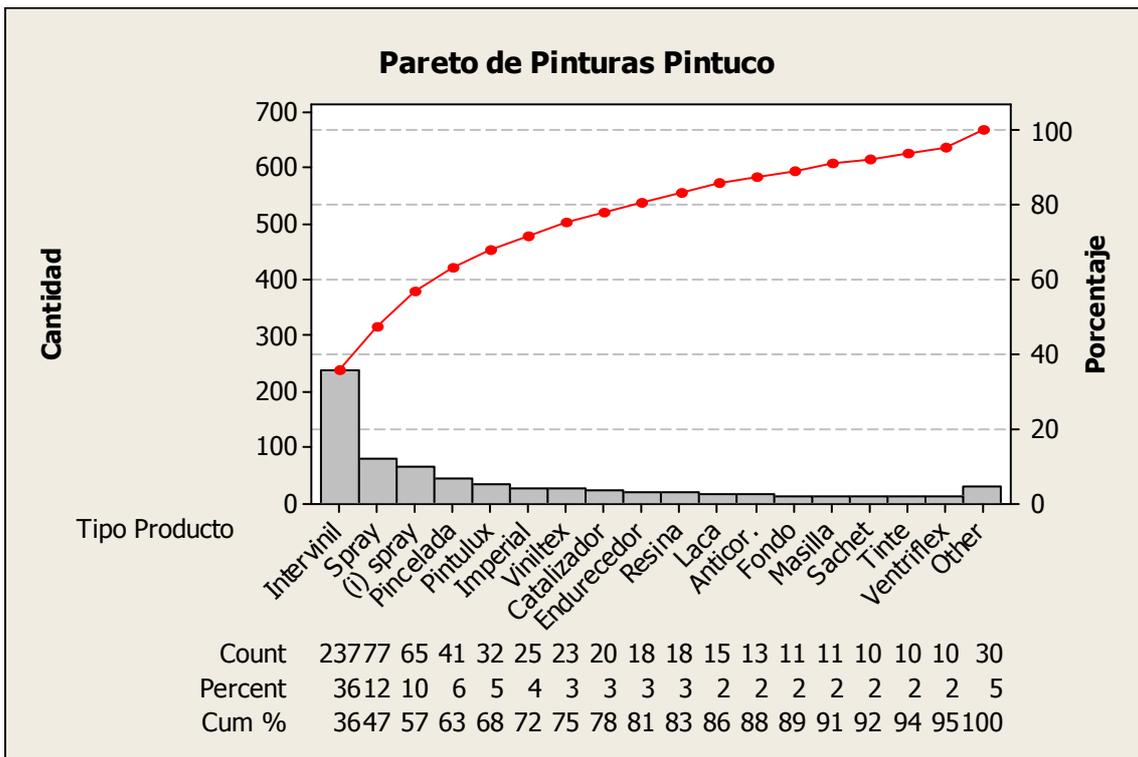


Figura 8. Pareto de Pinturas Pintuco

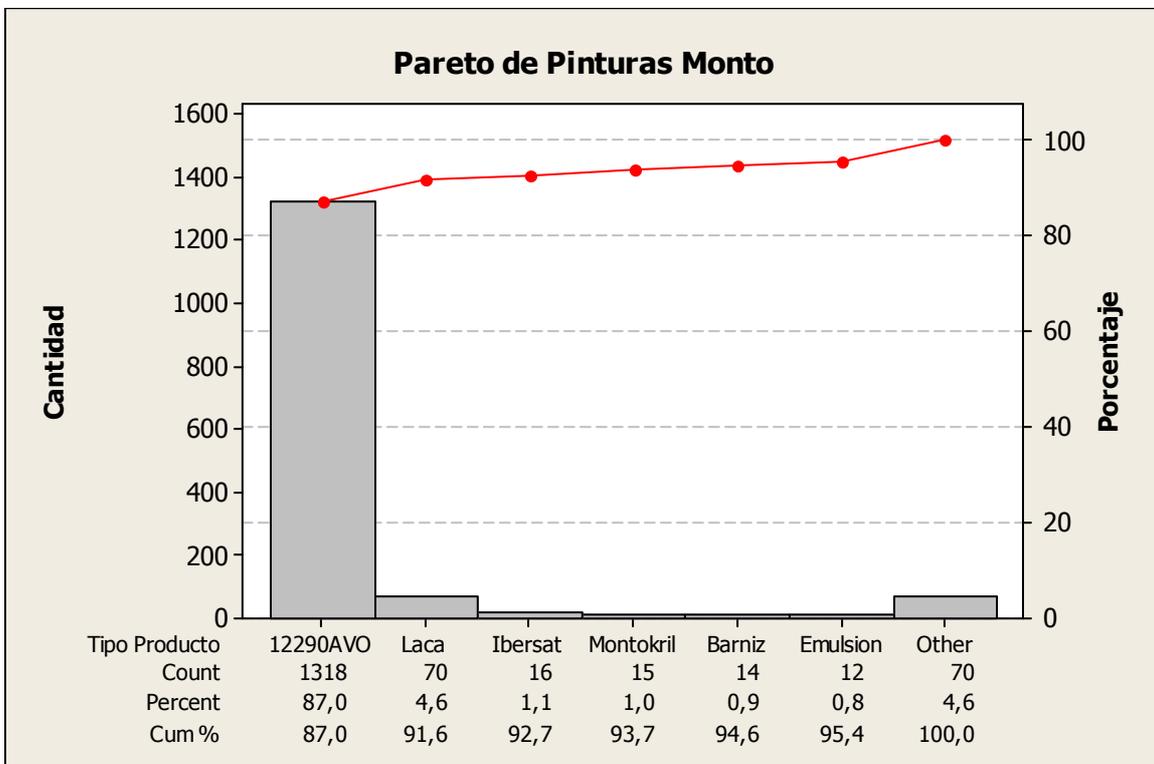


Figura 9. Pareto de Pinturas Monto

De acuerdo a la Figura 9, es posible verificar que el producto 12290 AVO tiene un volumen de ventas significativamente mayor al resto de productos, por lo que se realizó otro análisis de Pareto (en Minitab ®), sin considerar dicho producto para poder visualizar el peso en las ventas del resto de productos (Figura 10).

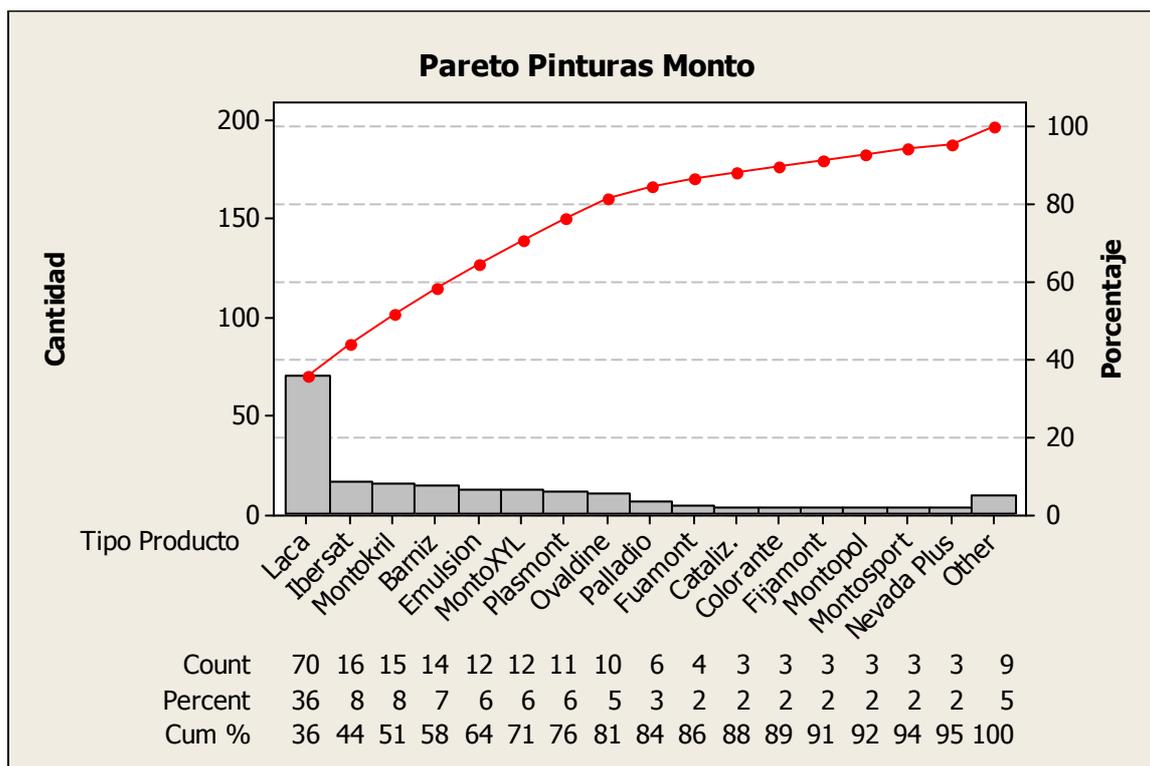


Figura 10. Pareto Pinturas Monto, sin 12290 AVO

Complementarios:

Los Complementarios son todos aquellos artículos pequeños que se encuentran dentro de la bodega y que no pertenecen a ninguna otra categoría. Para la familia de los complementarios, se realiza una clasificación de acuerdo al tipo de artículo, ya que al existir una variedad tan alta no sería adecuado clasificarlos por proveedor. Con la ayuda de Freddy Andrade encargado de bodega (Diciembre 2008), se pudo clasificar los productos de alta rotación, de tal manera que se tienen 11 categorías. Nuevamente, se realiza un análisis de Pareto, en Minitab ® con el fin de posteriormente planificar la ubicación de estos artículos, de acuerdo a su rotación (Figuras 11, 12 y 13).

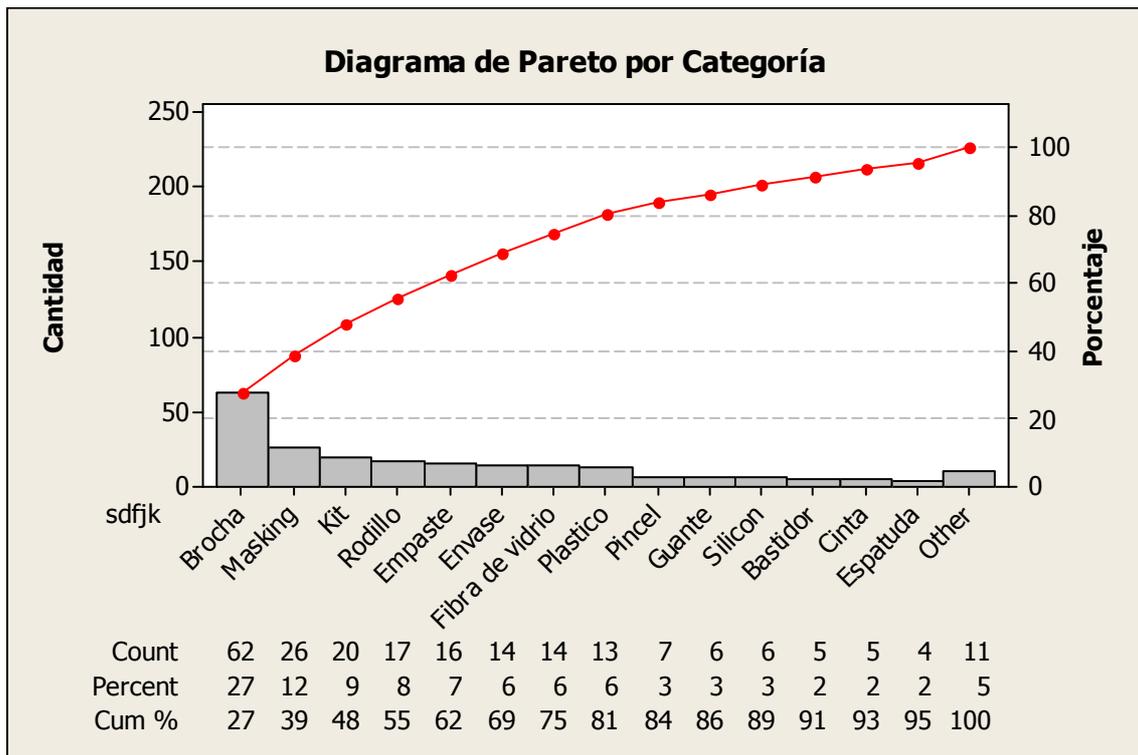


Figura 11. Pareto de Complementarios

De la Figura 11, se observa que la mayor rotación la tienen las brochas, seguido por la categoría Masking clasificación que considera así, a todo tipo de cintas adhesivas.

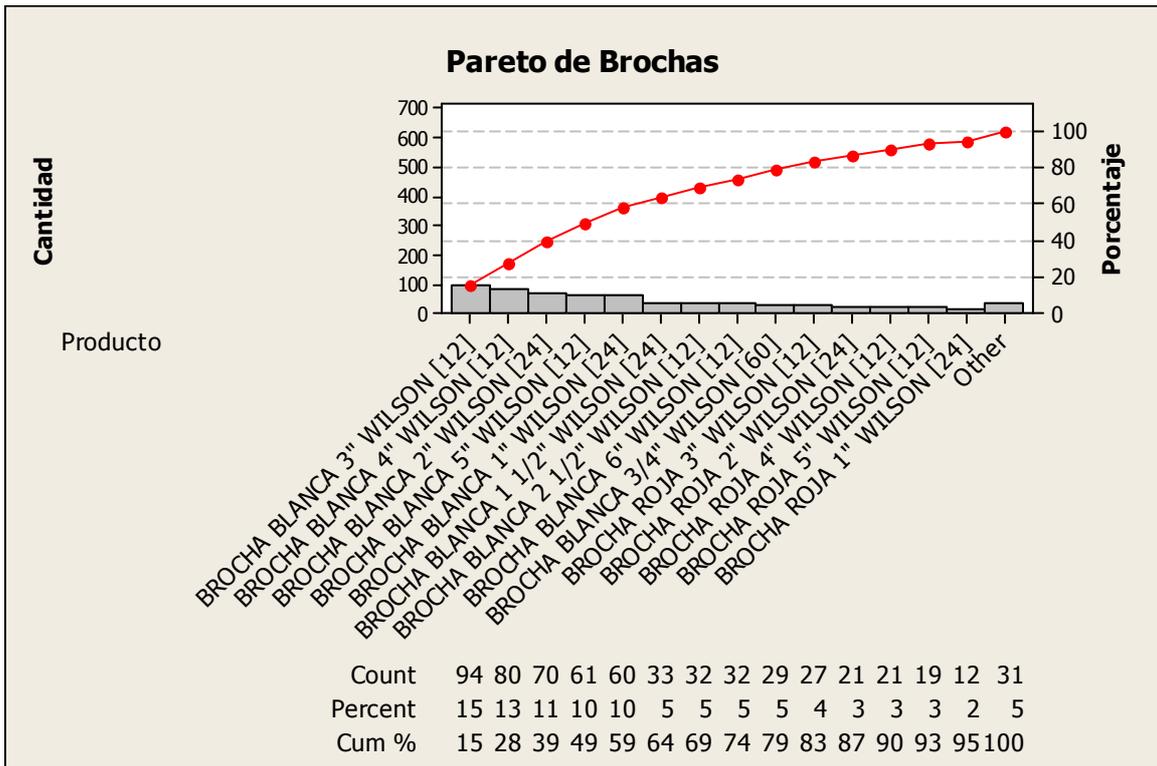


Figura 12. Pareto de Brochas

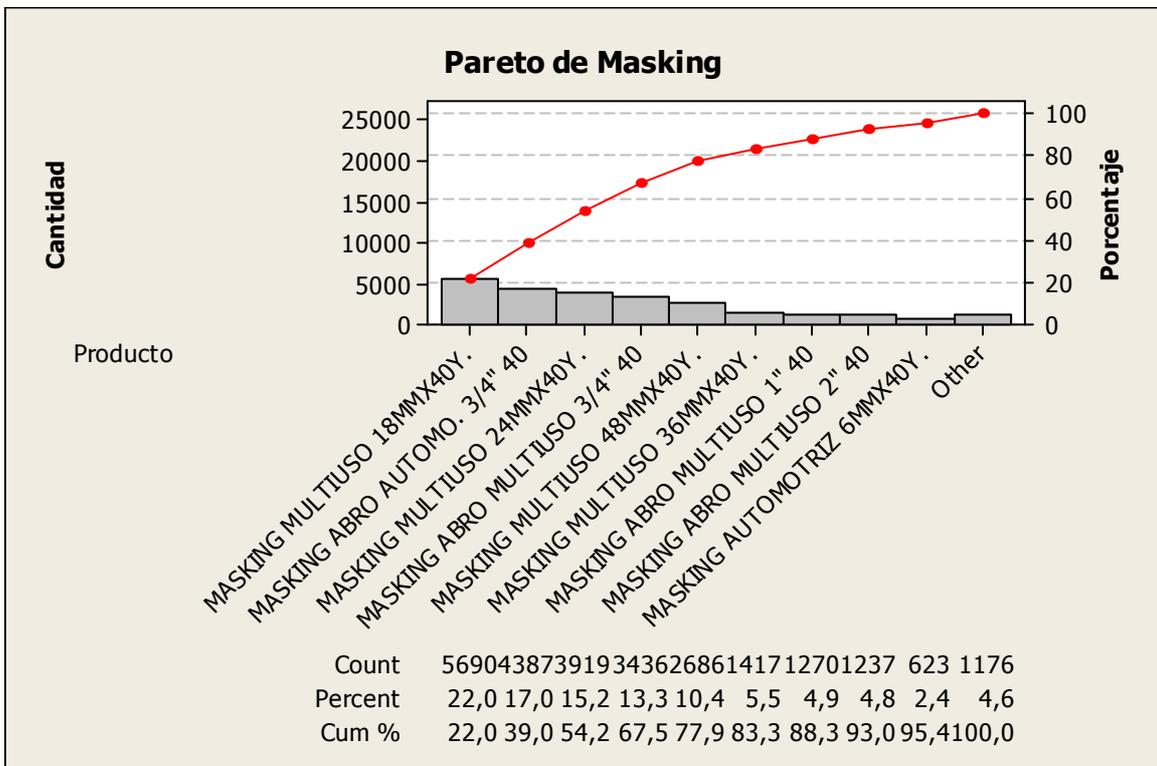


Figura 13. Pareto de Masking

A partir de esta información se llevó a cabo la determinación de los requerimientos de espacio para las zonas de almacenamiento que se presentaron en el capítulo 4.3.2.2, en la Tabla 4.

Es también necesario realizar el cálculo del espacio requerido de las áreas adicionales de las instalaciones. El espacio que necesita el área de recepción y embarque es de 4 metros de ancho, por el largo de la bodega que es de 114,06 y 129,53 respectivamente. Este espacio fue determinado en base a los requerimientos del montacargas. Estas áreas son pensadas para mantener el producto temporalmente, hasta ser ubicados en la zona de almacenamiento, o bien, en los camiones de reparto.

Por otra parte, el área de soporte, como descanso y baños está calculada en el área de las oficinas, razón por la cual no se la considera en este análisis.

Además de las áreas ya mencionadas dentro de una bodega, recepción, almacenamiento, embarque y apoyo, se debe también calcular el área de los pasillos, de tal manera que se genere un flujo eficaz de materiales, información y de personal (Tompkins et. al., 2006, 115). El ancho de los mismos debe ser el adecuado, para evitar el congestionamiento y desperdicio de espacio. Para lograr este propósito es muy importante determinar primero los departamentos y el equipo que se usará en el manejo de materiales, lo cual ya se llevó a cabo en el capítulo 4, función que determinará el ancho óptimo a diseñarse.

Por último debe haber una correcta administración visual de los requerimientos de espacio, para eso es necesario que la ubicación e identificación de los productos en la bodega, sea lo suficientemente claro y lógico, para que cualquier persona pueda entender su funcionamiento, y realice su trabajo con agrado, facilitando así su labor y manteniendo el orden necesario. Es importante en este aspecto que cada departamento esté correctamente señalado, así como las actividades, recursos y productos, y de igual manera el equipo para cada uno de los trabajadores; marcas en los pisos y mesas de trabajo muy importantes para que se conozcan las distintas áreas de recolección, de flujo y de peligro. Todas las herramientas de trabajo y de limpieza deben tener un sitio asignado, así como también el área técnica. También debe existir una correcta comunicación de información, descansos e instrucciones (Tompkins et. al., 2006, 116).

5.2.3. Requerimientos de Relaciones

Las relaciones entre las distintas actividades, son indispensables para la toma de decisiones dentro de la bodega. Las relaciones existentes entre los diferentes departamentos pueden ser cuantitativas o cualitativas. Existen 5 tipos de relaciones (Tompkins, et all, 2006, 92).

Las relaciones organizacionales, que son aquellas que dependen directamente del rango de control y de reporte de las actividades, y están generalmente representadas con un organigrama (Tompkins, et all, 2006, 93).

Las relaciones de flujo, incluyen el flujo de material, personas, equipos, información y dinero. Estas relaciones son quizás las más importantes en la planificación de las instalaciones, ya que eliminando el flujo innecesario de información y recursos, se puede optimizar el tiempo y el espacio de la bodega. (Tompkins, et all, 2006, 93). Un proceso de flujo se describe en términos del sujeto de flujo, que es el artículo a ser procesado, los recursos que generan el flujo son todas las plantas, ya sea de procesamiento o de transporte que se puede necesitar para lograr el flujo necesario, y de comunicaciones que coordinan los recursos, que incluyen procedimientos que facilitarán la manera que se lleve a cabo el flujo (Tompkins, et all, 2006, 93).

Las relaciones de control, incluye el control del inventario en tiempo real, el material centralizado, los niveles de automatización e integración (Tompkins, et all, 2006, 92).

En las relaciones ambientales, se considera la seguridad, contaminación, temperatura, ruido, y emanaciones que podrían poner en riesgo el personal y los recursos materiales de la empresa. (Tompkins, et all, 2006, 92-93).

Y por último las relaciones de procesos, incluye tratamientos de aguas y químicos y servicios especiales (Tompkins, et all, 2006, 93)

5.2.3.1. Requerimientos de Flujo

Se puede considerar que el flujo que se efectúa en la bodega es primordialmente de información, materiales y personas. La información

corresponde a las órdenes que ingresan, reportes de estado del producto y de inventarios. Los materiales por su parte, son los productos que se almacenan. Y las personas son los ejecutores de todas las actividades. Su flujo debe ser fácil y ágil, ya que de ello dependen las actividades de la bodega. A pesar de ser factores muy importantes dentro de la bodega, no se le puede considerar de manera directa para establecer una relación entre los distintos departamentos, debido a la variedad que existe en pedidos, recorridos y materiales.

5.2.3.2. Requerimientos de Seguridad

- Polvos: estos materiales deben estar ubicados en una zona abierta del almacén, porque pueden ser dañinos para el resto de productos y para las personas que trabajan en la bodega.
- Thinner: este producto, se colocará en zonas abiertas, debido a los gases que libera, y por el alto riesgo de inflamación, además de ser perjudicial para las personas que están trabajando cerca de ésta área sin los equipos necesarios.
- Maquinaria: debe estar separada de la zona de las pinturas por las propiedades altamente inflamables de estas, ya que al probar y dar mantenimiento a las máquinas existe el riesgo de que se produzcan incendios producidos por chispas o cortocircuitos..
- Rutas de Evacuación: deben existir rutas por las cuales el personal pueda salir de la bodega en el menor tiempo posible, ante una emergencia de cualquier naturaleza.

5.2.3.3. Tabla de Relaciones

En base a los requerimientos mencionados anteriormente, se realizó la siguiente Tabla de Relaciones para los departamentos en la nueva instalación de almacenamiento de PINTULAC (Tabla 5).

La manera en que se determinaron las relaciones finales entre departamentos fue en función a las propiedades de cada uno de los productos,

los requerimientos de seguridad anteriormente mencionados y en base a la observación para determinar las necesidades de cada familia de productos. Estas relaciones fueron analizadas y aprobadas de manera directa por los encargados de la bodega. La Tabla 5 incluye también las otras áreas de la bodega como son recepción, embarque y el área frontal o de adelante.

Tabla 5. Tabla de Relaciones

	PIINTURAS	COMPLEMEN TARIOS	MAQUINARIA	PISO FLOTAANTE Y PORCELANATO	POLVOS Y THIIIIER	RECEPCIÓN	AREA DE ADELANTE	EMBARQUE
PIINTURAS	*	A	X	U	U	O	A	E
COMPLEMEN TARIOS		*	O	U	X	O	A	E
MAQUINARIA			*	O	X	I	U	U
PISO FLOTAANTE Y PORCELANATO				*	X	I	U	U
POLVOS Y THIIIIER					*	O	X	O
RECEPCIÓN						*	X	X
AREA DE ADELANTE							*	A
EMBARQUE								*

Las relaciones que se muestran en la Tabla 5 representan la calificación que se muestra en la siguiente escala:

A: Extremadamente necesario que estén cerca

E: Necesario que estén cerca

I: Es bueno que estén cerca

O: Pueden estar cerca

U: No importa si se encuentran cerca

X: No es conveniente o no deben estar juntos

Esta escala fue desarrollada en función de aquella propuesta por Tompkins et. al. (2006, 307), con ligeras modificaciones en base a las cualidades de los productos, y los requerimientos planteados.

5.3. Disposición Propuesta para la Nueva Bodega

La instalación propuesta tiene puertos de entrada y de salida que se encuentran ubicados en extremos opuestos de la instalación, por lo tanto, es

necesario determinar la ubicación de cada uno de los departamentos a lo largo de pasillo principal de tal forma que se maximice el espacio utilizado.

De acuerdo a lo planteado en Tompkins et. al. (2006, 443), se analizaron las proporciones de recepción y embarque de cada una de las familias de productos, de tal forma que se pueda determinar su ubicación adecuada en la zona de almacenamiento de reserva. Los cálculos se realizan a partir de los datos otorgados por la Empresa, en cuanto a compras y ventas, es decir, la cantidad de producto que ingresa a la bodega y la cantidad de producto que sale de la misma. No es factible realizar una relación en cuanto a viajes de entrada / viajes de salida debido a la diversidad tan grande productos como órdenes.

Tabla 6. Proporciones Recepción/Embarque

	RECEPCION	EMBARQUE		
COMPLEMENTARIOS	339	210	1,61428571	Recepción
PINTURAS	302	126	2,3968254	Recepción
MAQUINARIA	283	48	5,89583333	Recepción
POLVOS Y THINNER	490	250	1,96	Recepción
PISO FLOTANTE Y PORCELANATO	397	195	2,03589744	Recepción

En la Tabla 6, se observa que debido a los grandes volúmenes de compras, ya sea por importaciones, o debido a una mala planificación, todos los productos deberían estar cerca de los muelles de recepción.

La manera de determinar la ubicación final de cada una de las familias debería darse por el coeficiente de cada uno, siendo el coeficiente más alto, el que deba acercarse más a la recepción.

Sin embargo, para la disposición de la bodega no se pueden considerar únicamente los resultados cuantitativos. En las secciones 5.2.3.1 y 5.2.3.2 se realizó un estudio de requerimientos cualitativos de ciertos productos que conforman las familias. En este caso, los factores cualitativos van a ser muy importantes, ya que el resultado numérico de las proporciones recepción/embarque no arroja ningún resultado definitivo práctico.

Por esta razón, se decide aplicar el modelo de SLP para realizar una disposición que se ajuste más a las necesidades de la Empresa. Esta

metodología se aplica a todos los departamentos que conforman la nueva instalación de almacenamiento de PINTULAC.

En primer lugar se deben definir los departamentos que van a ser parte de la nueva instalación. Los departamentos que se han identificado para la aplicación del SLP son los que están considerados en la Tabla de Relaciones desarrollada en la sección anterior (Tabla 5).

En la Figura 14 se muestra la aplicación del primer paso de la metodología SLP, que se refiere a establecer un Diagrama de las Relaciones entre los departamentos, las cuales han sido establecidas previamente y, que de igual manera, se muestran en la Tabla de Relaciones de la sección anterior (Tabla 5).

Cada uno de los departamentos en las Figuras 14, 15, 16 están representados por números como se muestra en la siguiente tabla, Tabla 7.

Tabla 7. Nomenclatura de los departamentos

1	Pinturas
2	Complementarios
3	Maquinaria
4	Piso Flotante
5	Polvos y Thinner
6	Recepción
7	Área Frontal
8	Embarque

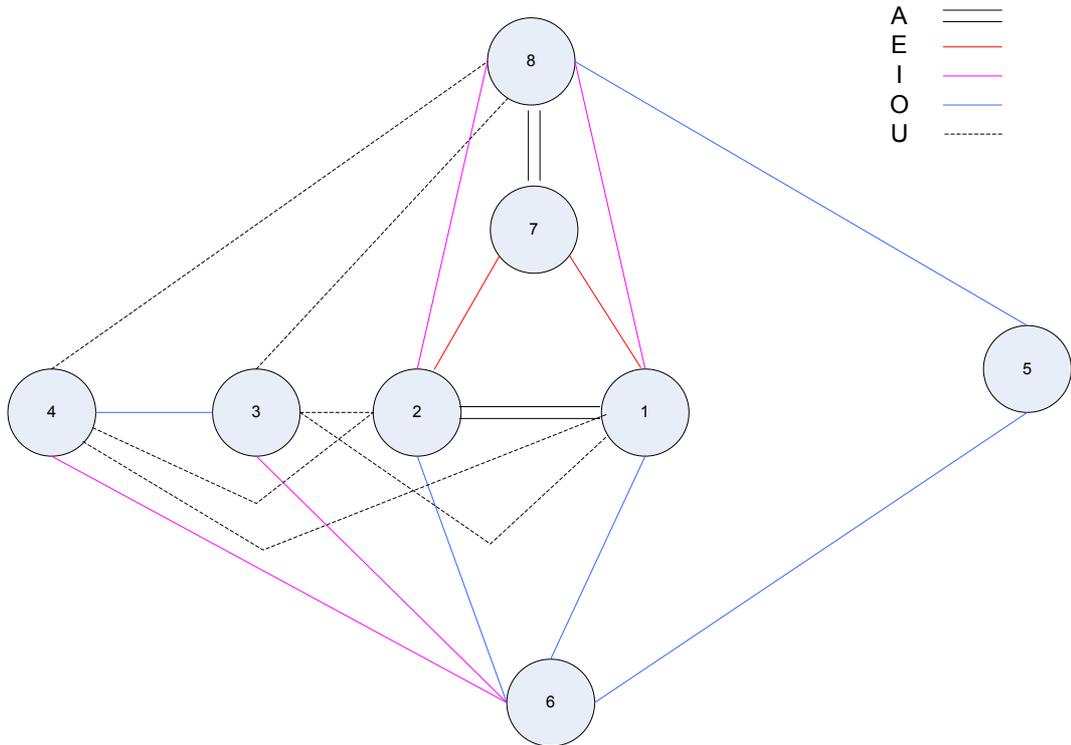


Figura 14. Diagrama de Relaciones

El siguiente paso es en base a las dimensiones finales para los distintos departamentos, construir un Diagrama de Relaciones de Espacio por encima del Diagrama de Relaciones (Figura 5). Como se muestra en la Figura 15.

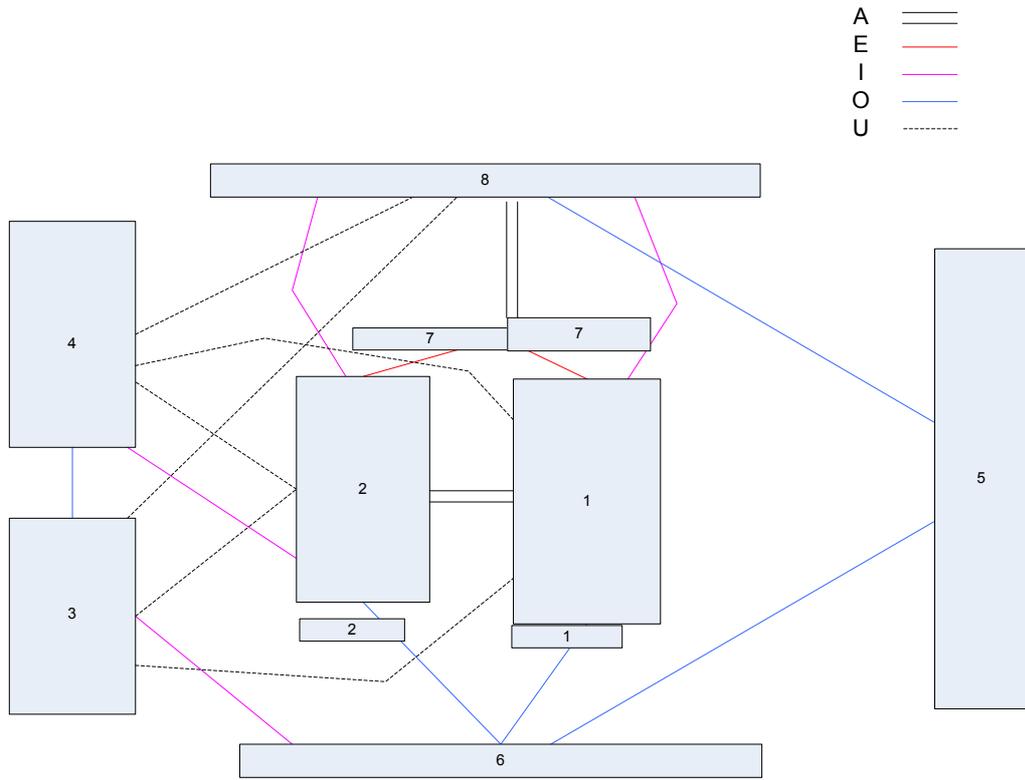


Figura 15. Diagrama de Relaciones de Espacio

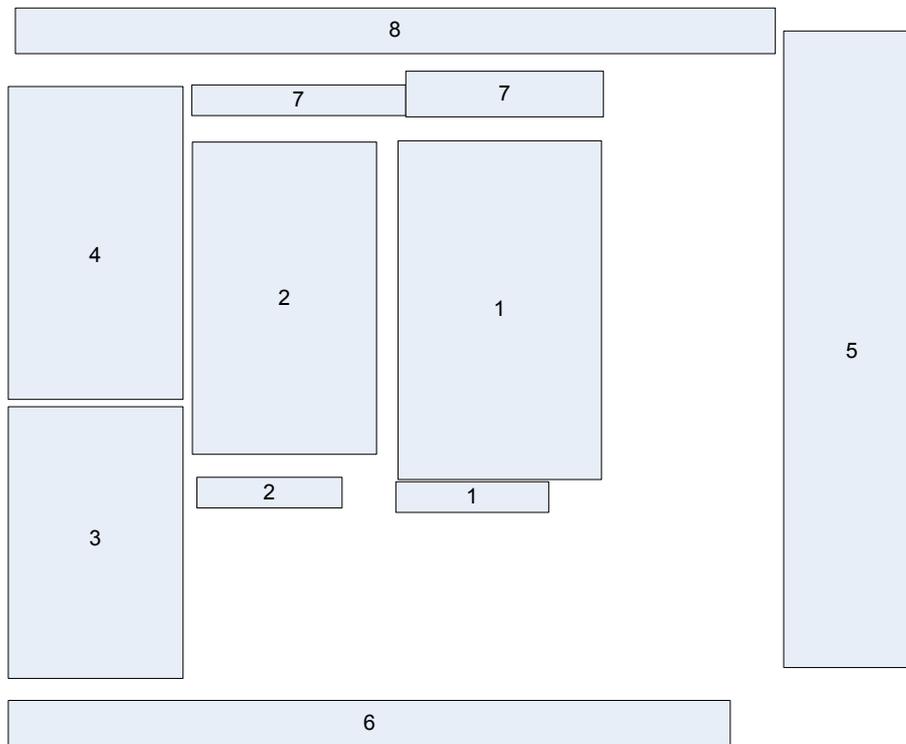


Figura 16. Disposición en bloques

De esta forma, la disposición final de la nueva instalación de almacenamiento de PINTULAC se encuentra dada en el plano propuesto en el Anexo D. Partiendo de las relaciones de seguridad, los Polvos y el Thinner, están ubicados al extremo de la bodega en un área de mayor ventilación, donde además existe un puerto de recepción individual por las razones antes comentadas.

A continuación se encuentra la familia de Pinturas, que por su importancia se la ubicará cerca de la recepción, y cerca del área de embarque, debido a la alta rotación que tiene. De la misma forma se procedió con la familia de Complementarios. Para determinar la cantidad de anaqueles que se utiliza en cada una de las dos familias, se parte del análisis efectuado en el capítulo 4, para conocer los porcentajes necesarios. Por último, se ubica la Maquinaria más cerca del puerto de entrada, por su coeficiente de recepción/embarque, y a continuación el Porcelanato y Piso Flotante. Es importante aclarar que estas familias estarían apartadas para asegurar la conservación del producto, evitando así que los golpeen, lo que sucedería si estuvieran ubicados en la mitad o al inicio de la bodega.

6. DECISIONES OPERATIVAS

Las operaciones de un almacén se encuentran en constante cambio, debido a factores internos: cantidad de órdenes o variación en los productos, y externos: situaciones logísticas, gubernamentales o climáticas (Tompkins et. al., 2006, 401). La operación más importante de un almacén es la de recolección de pedidos, ya que es ahí en donde se produce el vínculo entre proveedores y clientes, la Empresa agrega un valor, y se cumplen con las expectativas del cliente (Tompkins et. al., 2006, 447).

Al ser la recolección de pedidos la operación más importante, se busca minimizar los tiempos de recolección y maximizar la efectividad de la misma, es decir reducir los errores.

Como se explicó anteriormente, existe una división en la zona de almacenamiento, el área frontal y el área de reserva. Las actividades que en ellas se llevan a cabo son: abastecimiento de pedidos, en su mayoría desde el área frontal, aunque existen productos que serán abastecidos desde el área de reserva; y el reabastecimiento del área frontal desde el área de reserva.

6.1. Determinación de Requerimientos

Cada una de las dos zonas de almacenamiento es diferente en cuanto al tipo de producto almacenado y a las cantidades y tamaños de los mismos.

Como se explicó anteriormente, en la sección 4.1, en el área frontal se almacenan únicamente los productos de alta rotación de las 2 familias que representan el 90% del movimiento de la bodega (Pinturas y Complementarios). El objetivo de ésta área es el de agilizar la recolección de los productos más frecuentes en el momento de completar un pedido. Por lo tanto, se concluye que la mayoría de los productos que aparecen en una orden serán abastecidos desde esta zona.

El área frontal, como se explicó en el capítulo 4, está organizada en 2 anaqueles de flujo, uno para cada familia de productos (Pinturas y Complementarios). Estos anaqueles contienen el promedio mensual de los productos de alta rotación, para cada familia, y serán reabastecidos desde la zona de reserva, cada vez que se llegue al inventario de seguridad establecido en el

Anexo C. El objetivo es justamente evitar el constante flujo de productos en las bodegas, minimizar el tiempo de recolección y los espacios recorridos, así la extracción de la zona de almacenamiento solo será visitada cuando un pedido sea superior al inventario existente en la zona frontal. Las cargas unitarias que se almacenan en esta zona, son más pequeñas que en el área de reserva, lo que implica una despaletización al momento del reabastecimiento.

A pesar de ser un anaquel frontal, si amerita determinar una política de recolección de pedidos, siendo necesario que existan equipos especializados en la recolección, ayudado de un carro recolector, que se dirija a los lugares especificados para la extracción de los productos de un pedido. En esta área no ingresarán los montacargas, ya que éstos están asignados únicamente al área de reserva.

Para que las actividades en el área frontal se lleven a cabo de la mejor manera posible, es indispensable que los productos estén perfectamente identificados. Se manejará una ubicación fija dentro de los anaqueles para facilitar la recolección.

El área de reserva, por su parte, está dividida en anaqueles de hasta 4 niveles, con el afán de almacenar la mayor cantidad posible de productos. Las cargas unitarias que aquí se manejan son grandes, y por lo general, del mismo tamaño que las del proveedor.

Esta área, al tener cargas unitarias tan grandes, necesita de mecanismos de recolección mecánicos, como los montacargas, que necesitan al menos 3,5 m de espacio en cada pasillo para las maniobras respectivas. Las limitaciones de dicho mecanismo también incluyen el alto, por lo que en la sección 4 se consideró este detalle para el cálculo total de los anaqueles.

En esta zona sólo se encuentran almacenadas las dos familias más populares, Pinturas y Complementarios. El área de reserva está dividida en zonas, correspondientes a ciertos productos con características similares, ya sea de origen (marca) como de función.

La operación principal de esta zona, es la de abastecer a la zona frontal. Para ello existe la preparación de estos pedidos cada que el inventario existente sea igual al inventario de seguridad, para asegurar que dicha zona siempre tenga

existencias. Adicional a esta operación, también deberá completar los pedidos que soliciten productos de menor rotación de dichas familias. Que caso de ser necesario un artículo que no este disponible en la zona frontal, se requerirá extraerlo del área de reserva, manualmente si se encuentra en el inferior del anaquel o con la ayuda del montacargas en caso contrario.

6.2. Establecimiento de Políticas de Recolección de Pedidos para el Área Frontal

Como se explicó en la sección de requerimientos, la política que se maneje para la recolección de pedidos estará en función de minimizar los tiempos de recolección y las distancias recorridas.

Para ello se analiza la popularidad de cada artículo y se lo coloca en el anaquel en función de eso. Como se detalla en el Capítulo 5, este tipo de disposición se la denomina de distribución ABC de productos. En este caso, los productos más populares, A, de cada familia, se ubicará en el centro del anaquel, los B, a los costados, y por último los productos menos populares a los extremos. Con esta configuración se busca que las distancias que tienen que recorrer los recolectores, sea mínima.

Las órdenes llegan a la zona de despacho, y de ahí son transferidas a la zona frontal del almacenamiento para completar los pedidos. La forma que en que empiezan la recolección es siempre desde el producto más distante en uno de los extremos del anaquel, para minimizar el esfuerzo, y así acercarse a los productos A, en donde tendrán que recorrer la menor distancia con toda la orden completa.

6.3. Establecimiento de Políticas de Recolección de Pedidos para el Área de Reserva

Como se mencionó anteriormente, existen dos actividades en esta zona. La actividad principal, que es la de reabastecer al área frontal, se la realiza cada vez que el inventario existente sea igual al de seguridad. El objetivo principal de tener un área frontal es el de reducir el espacio recorrido y el tiempo de recolección, por lo que un reabastecimiento más frecuente no tendría sentido.

El reabastecimiento se lo lleva a cabo con la ayuda de los montacargas, para la extracción del producto necesario, y el transporte hacia el área frontal, dónde un operario ubica el producto en los anaqueles respectivos.

La segunda actividad, consiste en completar los pedidos que requieran algunos productos de menor rotación. En dicho caso, la recolección se la llevará a cabo únicamente con el operario, ya que las cantidades solicitadas no ameritan la utilización del montacargas, a menos que se encuentren en ubicaciones inalcanzables.

No es posible establecer una ruta definida de recolección de pedidos, debido a la variabilidad en los pedidos. Sin embargo, se puede proponer una secuencia de recolección óptima. Para ello se utiliza una política heurística, llamada política de cruce. Con esta política se fija la secuencia de recolección, haciendo que el recolector ingrese por un pasillo, recolecte todo lo que necesite, y salga por el extremo opuesto. De esta forma se asegura que al recorrer todo el pasillo el trabajador estará más familiarizado con los productos, ocasionando menor cantidad de errores (Tompkins et. al., 2006, 486).

Existe otra alternativa a la política previamente expuesta, donde el recolector ingrese al pasillo únicamente hasta llegar al o los productos necesarios y salga por el mismo extremo, o por el opuesto, dependiendo cual tenga la distancia más corta al siguiente producto. El objetivo es minimizar la distancia recorrida, y el tiempo de recolección, por lo que se recomienda emplear este heurístico para la determinación de la secuencia óptima de recolección de pedidos.

6.4. Identificación de Productos

La forma más eficiente de identificar los productos para la recolección de pedidos, es sin duda alguna la automatizada. La tecnología y las demandas de los consumidores están en constante crecimiento, lo que obliga a crear nuevos y mejores sistemas (Tompkins et. al., 2006, 279).

La identificación mediante el sistema de código de barras, es quizás la más popular y fácil de acceder, ya que éste sistema incluye el código de los productos,

un lector de códigos de barras, y una impresora de los mismos (Tompkins et. al., 2006, 279).

Para lograr que la bodega sea lo más eficiente en todos los aspectos, y particularmente en las operaciones de recolección por ser la actividad que más tiempo ocupa, se recomendará el uso a futuro de un sistema de manejo de la información. La forma de agilizar la recolección, asegurando que ésta sea precisa, es mediante el uso de códigos de barras para la identificación de los productos y manejo dentro del sistema computarizado de PINTULAC, ya que este sistema de identificación de los productos ya es utilizado por los actuales proveedores de la Empresa y en general por la mayoría de proveedores a nivel mundial para identificar sus productos.

El código de barras consiste en un conjunto de líneas y espacios, de diferentes tamaños y grosores, que identifican a un producto de una manera única (Tompkins et. al., 2006, 279). Al encontrarse este código sobre un producto, se puede conocer todas sus características de fabricación, origen, empresa e incluso una descripción del mismo, siempre que se posea el equipo correspondiente para su lectura y una base de datos debidamente diseñada y administrada.

En base a esta recomendación, es indispensable que cada recolector trabaje con un lector inalámbrico de códigos de barras, para la selección de los productos que son parte de cada pedido, de esta manera, al empezar el viaje, el trabajador tendrá una secuencia que seguir, y en el momento de tomar el producto, deberá pasarlo por el lector, así, el lector sólo identificará los códigos de la orden, disminuyendo los errores, y facilitando la recolección de los pedidos y el registro de los mismo en el sistema computarizado de control de inventarios de PINTULAC.

En la actualidad existen algunos proveedores de esta tecnología en el medio, los cuales están en la capacidad de implementar el sistema y brindar asesoría en su correcta utilización.

6.5 Posible Ahorro Económico de la Implementación de la Propuesta

Actualmente, la empresa no posee un dimensionamiento claro de los costos del manejo de las bodegas, sin embargo, es posible aproximar el ahorro económico de la implementación de la nueva Bodega, considerando la reducción de personal y el alquiler de las bodegas.

Como se menciona previamente, en la sección 3.1, en la actualidad, existen 42 trabajadores distribuidos en las seis bodegas de PINTULAC. Por medio de la consolidación de los inventarios que maneja la Empresa en una sola bodega nueva, es posible reducir la necesidad de fuerza laboral. Las tres personas en oficina y los 12 conductores mantendrían su puesto debido a la dependencia en sus actividades para el funcionamiento adecuado de la bodega. Pero, a partir de la nueva disposición de almacenamiento, es posible reducir el número de trabajadores en la bodega principal, así como en el resto de bodegas. La empresa plantea eliminar la distribución de la familia de Edesa, por lo tanto, el trabajador designado a dicha zona ya no es necesario. Luego se podría eliminar el trabajador designado a piso flotante, los tres de maquinaria y dos de Monto, ya que todas las familias estarán consolidadas, y no se necesitara personal en designado a cada una de ellas individualmente. Esto significaría un recorte de seis personas, con un sueldo mínimo de 200 dólares (www.iess.gov.ec), lo que implicaría una reducción de 1,200 dólares mensuales o 14,400 dólares al año, esto sin considerar los pagos por horas suplementarias, extraordinarias o recarga nocturna, así como afiliación al IESS, vacaciones, y beneficios. Otra de las ventajas de la propuesta de la nueva bodega, son los niveles de seguridad que se alcanzarían, al limitar la extracción de los artículos al montacargas, lo que reduciría el riesgo de ocurrencia de accidentes, y consecuentemente implicaría dependiendo de la gravedad del accidente: indemnización, hospital, gastos funerarios, etc.

Si bien la Empresa calculó para el año 2008 una pérdida en producto de 400 dólares, por medio de la simple inspección visual que se realizó en los últimos días de Diciembre, se pudo apreciar que existen daños en los productos, que

ocasionan costos superiores a los 2,000 dólares por mala manipulación de los mismos.

Por otra parte, de las seis bodegas que actualmente maneja PINTULAC, tres son alquiladas. En el sector, el precio por alquiler es de cuatro dólares por metro cuadrado (Entrevista Nancy Díaz, mayo 2008). La bodega de Edesa tiene 500 metros cuadrados, la de Maquinaria 800 metros cuadrados, y la de Piso Flotante y Porcelanato 890 metros cuadrados. Si se deja de alquilar dichas bodegas, se podría ahorrar 8,760 dólares mensuales, lo que proporciona un ahorro de 105,120 dólares anuales. A continuación, en la Tabla 8 se presenta un resumen de los posibles ahorros anuales para la Empresa de implementarse la propuesta de diseño planteada en el presente trabajo.

Tabla 8. Posible Ahorro Económico

RUBRO	COSTO ACTUAL (US\$)	COSTO EN LA PROPUESTA (US\$)	AHORRO (US\$)
Sueldo empleados	100,800	86,400	14,400
Pérdidas por mal manejo de materiales	2,000	0	2,000
Alquiler Bodega Edesa	24,000	0	24,000
Alquiler Bodega Maquinaria	38,400	0	38,400
Alquiler Bodega Piso Flotante y Porcelanato	42,720	0	42,720
TOTAL AHORRO CON LA PROPUESTA			US\$121,520

Los costos previamente mencionados, corresponden a un aspecto cuantitativo, pero hay que tomar en consideración los factores cualitativos relativos al servicio. Uno de los más importantes es incrementar la satisfacción del cliente. Esto se da al agilizar el proceso de recolección y entrega de sus pedidos y al disminuir la cantidad de errores, al utilizar el sistema de identificación de productos propuesto en la sección 6.4. Esta satisfacción se puede además ver reflejada en la disminución de órdenes o productos devueltos, que generan costos para las bodegas.

Este planteamiento, sin lugar a dudas, representa una mejora sustancial para la Empresa, ya que al presentar una mejora en la productividad de la bodega, es posible procesar más órdenes, se incrementa la satisfacción del cliente al mejorar el cumplimiento, y se reducen los costos globales.

A pesar del estudio previamente efectuado, es recomendable la formulación de un análisis económico profundo, donde sea posible determinar la factibilidad de la propuesta planteada y los ahorros que se podrían lograr en comparación con la situación actual.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

A partir del presente estudio se pudieron identificar algunas conclusiones significativas, como las que se muestran a continuación:

- La necesidad de planificar una nueva instalación de almacenamiento está estrechamente ligada con problemas que ocurren debido a la falta de capacidad de instalaciones existentes para almacenar todo el inventario del que se dispone. En este estudio específicamente surge de observar la falta de consolidación del inventario en las seis bodegas que actualmente maneja PINTULAC.
- La falta de consolidación de inventarios deriva en demoras en entrega, errores de pedido, stock innecesario en algunos productos e inexistencia de otros, lo que se traduce en la falta de eficiencia de las operaciones de almacenamiento.
- La falta de espacio y el deficiente acomodo de los productos incide directamente en las medidas de desempeño del almacén como el tiempo de ciclo para la descarga de camiones de proveedores y el tiempo de ciclo para la preparación de pedidos para embarque.
- La mala disposición dentro de las bodegas actuales, no permite realizar la recolección de pedidos de forma segura y ágil. Esto también se debe a la falta de equipos para la recolección.
- Se propone implementar una nueva instalación de almacenamiento para PINTULAC que almacene todos los productos de manera consolidada con el fin de minimizar los tiempos de recolección y embarque.
- Para determinar las dimensiones necesarias de la zona de almacenamiento, es necesario establecer con anticipación los equipos de almacenamiento y extracción de materiales.
- Para determinar la distribución interna del almacén, se debe establecer las políticas de almacenamiento y recepción.

- El escoger una política de asignación de ubicaciones de almacenamiento dedicadas o fijas requiere planificar la capacidad de la zona de almacenamiento de acuerdo al máximo nivel de inventario de los productos que se van a almacenar.
- El dimensionamiento de la zona de almacenamiento de reserva requiere determinar el número de ubicaciones de almacenamiento necesarias, el dimensionamiento de las cargas, considerar el medio de almacenamiento y los pasillos. Esta información es importante al aplicar los modelos matemáticos que pretenden optimizar el espacio de piso utilizado reduciendo a la vez el tiempo de recolección de pedidos.
- El estudio se realizó en base al análisis de Pareto, en el que se enfoca en el 70% de los productos más representativos, que están representados por dos familias: Pinturas y Complementarios, y luego se extiende a las demás familias.
- Para establecer la ubicación de los departamentos dentro de la nueva instalación es necesario conocer claramente los requerimientos cuantitativos y cualitativos que permitirán aplicar la metodología de disposición adecuada.
- La recolección de pedidos se realiza principalmente desde el área frontal de la zona de almacenamiento.
- El establecimiento de las políticas para recolección de pedidos del área frontal, así como para reabastecer el área frontal desde el área de reserva, y por último, para recolectar los productos del área de reserva cuando un pedido lo requiera toman en cuentas los aspectos de costo y eficiencia.

7.2. Recomendaciones

- Se realizó el estudio a profundidad en base a los productos más representativos de la bodega de PINTULAC. La Empresa deberá extenderlo a los otros productos para incrementar el nivel de precisión del diseño final de la nueva instalación de almacenamiento.
- Se podría maximizar aún más el espacio de bodega utilizado, si se utilizara un sistema de identificación de pedidos, y un sistema de control de existencias mucho más preciso y confiable que el actual. En ese caso, se

podría utilizar almacenamiento aleatorio, en lugar del almacenamiento dedicado actual.

- El reabastecimiento de la zona frontal podría automatizarse, de esta manera, se reducirían tiempos, se aseguraría que el producto esté siempre disponible, y se podrían reducir costos de equipo y mano de obra.
- Los niveles de compra deberían estar ligados a la bodega de manera directa, actualmente manejan un valor de stock de seguridad, pero éste no tiene ningún respaldo y ocasiona grandes cantidades de producto en cada pedido.
- Debe existir una mejor coordinación entre compras y bodegas, de tal forma, que en el momento que vaya a ingresar un nuevo producto, éste tenga su lugar, y código antes de que la mercadería llegue a la bodega.
- La Empresa debe controlar y coordinar mejor los tiempos para recepción y embarque, de tal forma que se encuentren bien distribuidos durante el día, y de esta forma evitar pérdida de tiempo o clientes insatisfechos.
- La Empresa debe considerar implementar sistemas de información que facilite la identificación de los productos.
- Como extensión de este trabajo, se debería hacer un análisis económico a profundidad de las propuestas presentadas.

BIBLIOGRAFÍA

Andrade Freddy, Entrevista personal, agosto 2008.

Almacenamiento Industrial Juric S.A de C.V. 27-12-2008.
<<<http://www.juric.com.mx/juric.html>>>.

Arias Yolanda, Entrevista personal, octubre 2008.

Chopra, Sunil y Peter Meindl, Supply Chain Management: Strategy, Planning & Operation, 3rd Edition, Prentice Hall, New Jersey, 2007.

Cisneros Patricio, Entrevista personal, enero 2008.

Daily Headlines, 24-03-2008, 23-04-2008.
<<<http://dailyheadlines.uark.edu/12533.htm>>>

Díaz Nancy, Entrevista personal, mayo 2008.

Frazelle H. Edward y Ricardo Sojo, Logística de Almacenamiento y Manejo de Materiales de Clase Mundial, Grupo Editorial Norma, Colombia, Enero 2007.

Ghiani, Gianpaolo, Gilbert Laporte y Roberto Musmanno, Introduction to Logistics Systems Planning and Control, John Wiley & Sons, Inglaterra, 2004.

IESS, Salarios de Aportación, <<<http://www.iess.gov.ec/site.php?content=21-salarios-de-aportacion>>>

Jenkins, Creed H., Administración Moderna de Almacenes, Editorial Diana, México, 1977.

Kotler, Philip y Garry Armstrong, Fundamentos de Marketing, Prentice Hall, México, 2003.

Ledo, José María, Construcción de Locales Industriales, Ediciones CEAC, S.A, Barcelona, S/F.

Material Handling Equipment, 4 Shelf Carton Flow Starter. 17-06-2008, 11-01-2009. <<<http://estore.sjf.com/sjf.nsf/vwLevel3Lkup/73AB567CF8FAD20A8625689C00657931?OpenDocument&Count=5&EndVars>>>

Material Handling Equipment, Steel Plataform Cart. 17-06-2008, 11-01-2009. <<<http://estore.sjf.com/sjf.nsf/vwLevel3Lkup/73AB567CF8FAD20A8625689C00657931?OpenDocument&Count=5&EndVars>>>

Material Handling Equipment, Renewed Pallet Rack Uprights. 17-06-2008, 11-01-2009. <<<http://estore.sjf.com/sjf.nsf/vwLevel3Lkup/73AB567CF8FAD20A8625689C00657931?OpenDocument&Count=5&EndVars>>>

Montgomery, Douglas C., Control Estadístico de la Calidad, Limusa Wiley, México DF, 2006.

Montgomery, Douglas C. y George Runger, Probabilidad y Estadística Aplicadas a la Ingeniería, Limusa Wiley, México DF, 2005.

Niebel, Benjamin y Andris Freivalds, Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo, Alfaomega, México, 2007.

Noboa Pablo, Entrevista personal, noviembre 2008.

Paspuesán Oscar, Entrevista personal, octubre 2008.

Robert L. Cook, Brian Gibson, and Douglas MacCurdy -- Supply Chain Management Review, 03-01-2005, 12-01-2009. <<<http://www.scmr.com/article/CA528696.html>>>

Sule, Dileep R., Instalaciones de Manufactura, Thomson Learning, México, 2001.

Tompkins, James, y otros, Planeación de Instalaciones, Thomson, México, 2006.

Villafuerte Luis, Entrevista personal, octubre 2008.

Yale, 24-03-2008.

<<http://www.northamerica.yale.com/yna_product_details.asp?product=GP070VX&page=yna_pneumatic_tire_trucks.asp>>

ANEXOS

Anexo A. INFORMACION PARA EL ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL

A.1. Muestra Piloto Desembarque

Fecha	Hora Desembarque	Hora Salida	Tiempo (HH,MM,SS)
07-Jun	7:45:00	10:45:00	3:00:00
09-Jun	10:00:00	10:10:00	0:10:00
09-Jun	10:50:00	11:10:00	0:20:00
09-Jun	11:17:00	11:25:00	0:08:00
09-Jun	11:45:00	12:51:00	1:06:00
09-Jun	12:05:00	12:11:00	0:06:00
09-Jun	13:55:00	14:05:00	0:10:00
09-Jun	14:07:00	14:45:00	0:38:00
09-Jun	16:10:00	16:30:00	0:20:00
09-Jun	17:35:00	17:55:00	0:20:00
10-Jun	8:45:00	10:30:00	1:45:00
10-Jun	10:00:00	10:15:00	0:15:00
10-Jun	11:30:00	11:50:00	0:20:00
10-Jun	11:55:00	13:35:00	1:40:00
10-Jun	13:00:00	13:30:00	0:30:00
10-Jun	13:40:00	14:30:00	0:50:00
10-Jun	14:35:00	15:10:00	0:35:00
10-Jun	15:15:00	15:40:00	0:25:00
10-Jun	15:45:00	16:30:00	0:45:00
10-Jun	16:37:00	14:45:00	1:52:00
10-Jun	16:50:00	18:30:00	1:40:00
11-Jun	10:45:00	11:40:00	0:55:00
11-Jun	11:45:00	12:05:00	0:20:00
11-Jun	13:00:00	13:30:00	0:30:00
11-Jun	13:35:00	14:00:00	0:25:00
11-Jun	14:20:00	14:40:00	0:20:00
11-Jun	14:42:00	14:40:00	0:02:00
11-Jun	15:00:00	17:00:00	2:00:00
11-Jun	15:30:00	15:20:00	0:10:00
11-Jun	15:50:00	16:20:00	0:30:00
11-Jun	17:03:00	17:10:00	0:07:00
11-Jun	17:12:00	17:30:00	0:18:00
12-Jun	9:00:00	9:10:00	0:10:00
12-Jun	9:20:00	9:30:00	0:10:00
12-Jun	9:38:00	9:45:00	0:07:00
12-Jun	10:00:00	10:10:00	0:10:00
12-Jun	11:00:00	11:25:00	0:25:00
12-Jun	11:28:00	11:47:00	0:19:00
12-Jun	11:50:00	12:15:00	0:25:00
12-Jun	14:15:00	16:50:00	2:35:00
12-Jun	14:40:00	14:50:00	0:10:00
12-Jun	15:00:00	16:30:00	1:30:00

12-Jun	16:30:00	16:45:00	0:15:00
12-Jun	16:50:00	17:55:00	1:05:00
12-Jun	17:10:00	17:30:00	0:20:00
12-Jun	17:30:00	18:00:00	0:30:00
13-Jun	8:00:00	8:35:00	0:35:00
13-Jun	8:55:00	9:10:00	0:15:00
13-Jun	9:10:00	9:20:00	0:10:00
13-Jun	9:30:00	9:45:00	0:15:00
13-Jun	9:50:00	10:00:00	0:10:00
13-Jun	10:15:00	10:25:00	0:10:00
13-Jun	11:25:00	11:45:00	0:20:00
13-Jun	14:30:00	14:45:00	0:15:00
13-Jun	15:10:00	16:00:00	0:50:00
13-Jun	16:20:00	16:25:00	0:05:00

A.2. Muestra Piloto Embarque

Fecha	Llegada	Salida	Vehiculo	Tiempo HH:MM
02-Jul	7:46	8:12	Dutro	0:26
02-Jul	8:32	9:20	Dutro	0:48
02-Jul	9:25	9:50	Dutro	0:25
02-Jul	9:58	10:30	Dutro	0:32
02-Jul	11:00	13:05	Dutro	2:05
02-Jul	14:05	14:45	Dutro	0:40
02-Jul	15:30	16:27	Dutro	0:57
02-Jul	7:15	7:30	Dutro	0:15
02-Jul	7:55	8:18	Dutro	0:23
02-Jul	9:00	9:30	GD	0:30
02-Jul	9:30	10:08	GD	0:38
02-Jul	10:22	10:38	FB	0:16
02-Jul	10:46	11:45	Dutro	0:59
02-Jul	12:15	12:32	Carri	0:17
02-Jul	14:35	14:55	Dutro	0:20
02-Jul	15:40	15:50		0:10
02-Jul	16:10	16:15	Dutro	0:05
03-Jul	7:40	8:14	Dutro	0:34
03-Jul	8:29	9:20	Dutro	0:51
03-Jul	9:40	10:22	Dutro	0:42
03-Jul	10:36	11:20	Camion	0:44
03-Jul	11:24	12:23	GH	0:59
03-Jul	14:15	15:19	GH	1:04
03-Jul	15:30	16:10	Dutro	0:40
03-Jul	16:15	16:57	Dutro	0:42
03-Jul	7:38	7:58	Dutro	0:20
03-Jul	8:15	8:41	GD	0:26
03-Jul	9:05	9:35	FB	0:30
03-Jul	9:35	9:55	FB	0:20
03-Jul	11:35	11:55	Dutro	0:20
03-Jul	14:10	14:25	Dutro	0:15
03-Jul	15:50	15:55	Dutro	0:05
03-Jul	16:00	16:20	GD	0:20

Anexo B. EQUIPOS PARA MANEJO DE MATERIALES

B.1. Montacargas de Contrapeso

Este sistema de transporte y manipulación del producto, permite la movilización de mercadería por secciones largas y alcanza un desplazamiento vertical de hasta 7.5 metros de altura. La principal deficiencia del montacargas de contrapeso es su amplio radio de giro, que demanda de pasillos de 3.50 metros. Dicho vehículo es beneficioso cuando es utilizado para varios propósitos y brinda la flexibilidad de movimiento que otros vehículos de pasillo angosto no pueden facilitar. Cuando se pretende utilizar el vehículo para descargar y cargar camiones y llevar a cabo el almacenamiento y retiro de las cargas, el montacargas se ajusta adecuadamente (Frazelle y Sojo, 2007, 138-140).

B.2. Especificaciones del Montacargas Seleccionado

Las especificaciones del montacargas seleccionado se presentan en la Tabla 8:

Tabla 9. Especificaciones Montacargas Seleccionado

	Marca	Modelo	Capacidad de Carga	Máximo de Altura	Radio de Giro
Montacargas de Contrapeso	Yale	GP070VX	7000 (lb)	(229 in.)	93.7 (in.)

Fuente:(<http://www.northamerica.yale.com>)

Por finalidades del trabajo, se efectúa la conversión de las especificaciones del montacargas, y se lo presenta en la Tabla 9:

Tabla 10. Especificaciones Montacargas Seleccionado

	Marca	Modelo	Capacidad de Carga	Máximo de Altura	Radio de Giro
Montacargas de Contrapeso	Yale	GP070VX	3181 (lb)	5.8 (m)	2.38 (m)

Fuente:(<http://www.northamerica.yale.com>)

B.2. Carros Recolectores

“Existen diversos carros recolectores para facilitar la comunicación, clasificación y/o empaque de pedidos cuando una persona hace un recorrido de

recolección.” (Tompkins et. al, 2006, 269) Los carros pueden ser impulsados por sistemas eléctricos o de esfuerzo humano, y permiten la recolección de varios artículos, incrementando la productividad. Pueden ser de uno o más niveles.

B.3. Especificación Carros Recolectores

El carro recolector seleccionado tiene un solo nivel. La capacidad máxima es de 1637 kilogramos, y tiene una dimensión de 1.27 metros x 50.8 cm. Una imagen del carro recolector se presenta en la Figura 17.



Fuente:(<http://estore.sjf.com/>)
Figura 17. Carro Recolector

B.4. Especificación Anaqueles Selectivos Profundidad Única

El anaquel selectivo seleccionado, brinda una altura entre niveles de 1.52 metros, y una capacidad de 8700 kilogramos (Tabla 10).

Tabla 11. Especificaciones Anaquel Selectivo Seleccionado

	Capacidad Total (en kilogramos)
Máxima Altura del	7.62 x 7.62
1.52 m	8700 kg

B.5. Especificación Anaquel de Flujo

Anaqueles de cuatro niveles, donde permite una inclinación de dos a diez grados, de manera que el producto se deslice gracias a la gravedad hacia la zona frontal del anaquel. Se puede comprar el producto hasta 2.4 metros de largo, lo que aplicaría para el área frontal de pinturas con un requerimiento de 2.1 metros de profundidad. Tiene una capacidad de 22 kilogramos por línea por división. (<http://estore.sjf.com>), una representación gráfica de este anaquel se visualiza en la Figura 18.



4 Shelf Add-On Unit

Fuente: (<http://estore.sjf.com/>)

Figura 18. Anaquel de Flujo

Anexo C. CÁLCULO DEL ESPACIO DEL ALMACENAMIENTO

C.1. Cálculo Espacio Almacenamiento Pinturas Alta Rotación,

Figura 19.

	MAX	Promedio	Frente	Alto	Profundidad	Volumen Total	Unidades/caja	Cantidad	Unidades en la zona frontal	Numero de unidades por pallet	# de pallets requerido
1	1.040	19	33	12,5	33	13612,5	6	169	4,0	108	2
2	432	9	35	19	35	23275	3	141	3,0	63	2
3	310	6	33	12,5	33	13612,5	6	51	1,0	108	1
4	168	3	35	19	35	23275	3	54	2,0	63	1
5	778	11	33	12,5	33	13612,5	12	64	1,0	108	1
6	700	12	35	19	35	23275	4	171	4,0	63	3
7	581	10	33	12,5	33	13612,5	12	47	1,0	108	1
8	312	6	35	19	35	23275	4	76	2,0	63	1
9	294	4	33	12,5	33	13612,5	6	48	1,0	108	1
10	200	3	35	19	35	23275	4	49	1,0	63	1
11	358	4	33	12,5	33	13612,5	6	59	1,0	108	1
12	272	4	35	19	35	23275	4	67	2,0	63	1
13	208	5	35	19	35	23275	4	51	2,0	63	1
14	270	3	33	12,5	33	13612,5	6	44	1,0	108	1
15	824	12	40	45	40	72000	1	823	13,0	27	31
16	480	5	33	12,5	33	13612,5	6	78	1,0	108	1
17	420	5	33	12,5	33	13612,5	6	69	1,0	108	1
18	218	4	35	19	35	23275	4	53	2,0	63	1
19	884	17	35	19	35	23275	4	220	5,0	63	4
20	228	4	40	45	40	72000	1	215	4,0	27	8
21	720	8	33	12,5	33	13612,5	6	119	2,0	108	1
22	560	10	35	19	35	23275	4	139	3,0	63	2
23	356	4	33	12,5	33	13612,5	6	57	1,0	108	1
24	272	4	35	19	35	23275	4	63	2,0	63	1
25	279	4	35	19	35	23275	4	66	1,0	63	1
26	468	7	33	12,5	33	13612,5	6	76	2,0	108	1
27	470	8	35	19	35	23275	4	115	3,0	63	2
28	223	5	35	19	35	23275	4	55	2,0	63	1
29	384	5	33	12,5	33	13612,5	6	62	1,0	108	1
30	312	6	35	19	35	23275	4	77	2,0	63	1
31	312	7	35	19	35	23275	4	76	2,0	63	1
32	190	3	40	45	40	72000	1	187	3,0	27	7
33	184	4	35	19	35	23275	4	44	1,0	63	1
34	962	14	35	12,5	35	15312,5	8	119	2,0	108	1
35	3.152	37	33	12,5	33	13612,5	6	523	7,0	108	5

36	328	6	35	19	35	23275	4	80	2,0	63	1
37	1.638	26	33	12,5	33	13612,5	6	272	5,0	108	3
38	996	15	35	19	35	23275	4	248	4,0	63	4
39	420	8	35	19	35	23275	4	102	3,0	63	2
40	254	5	35	19	35	23275	4	63	2,0	63	1
41	960	11	33	12,5	33	13612,5	6	158	2,0	108	2
42	492	8	35	19	35	23275	2	244	4,0	63	4
43	330	5	33	12,5	33	13612,5	6	48	1,0	108	1
44	408	6	35	19	35	23275	2	202	4,0	63	3
45	206	3	35	19	35	23275	2	98	2,0	63	2
46	540	9	38	44	38	63536	1	536	10,0	27	20
47	1.258	16	33	12,5	33	13612,5	6	209	3,0	108	2
48	1.124	21	35	19	35	23275	2	559	11,0	63	9
49	2.572	28	33	12,5	33	13612,5	6	427	5,0	108	4
50	1.174	16	35	19	35	23275	2	585	8,0	63	9
51	774	14	33	12,5	33	13612,5	6	125	3,0	108	1
52	690	10	35	19	35	23275	2	344	6,0	63	6
53	554	7	33	12,5	33	13612,5	6	88	2,0	108	1
54	381	6	33	12,5	33	13612,5	6	63	1,0	108	1
55	379	5	33	12,5	33	13612,5	6	61	1,0	108	1
56	204	3	35	19	35	23275	4	41	1,0	63	1
57	672	3	25	32	25	20000	1	669	4,0	64	11
58	396	5	33	12,5	33	13612,5	6	55	1,0	108	1
59	304	5	35	19	35	23275	4	71	2,0	63	1
60	324	5	33	12,5	33	13612,5	6	46	1,0	108	1
61	264	4	35	19	35	23275	4	63	2,0	63	1
62	168	3	35	19	35	23275	4	36	1,0	63	1
63	400	4	40	45	40	72000	1	398	4,0	27	15
64	517	7	40	45	40	72000	1	516	8,0	27	19
65	1.470	13	33	12,5	33	13612,5	6	244	3,0	108	2
66	972	19	35	19	35	23275	4	242	5,0	63	4
67	444	7	33	12,5	33	13612,5	6	70	2,0	108	1
68	216	3	35	19	35	23275	4	53	1,0	63	1
69	318	7	33	12,5	33	13612,5	6	52	2,0	108	1
70	348	6	33	12,5	33	13612,5	6	56	1,0	108	1
71	500	5	8	20	12	1920	1	499	5,0	1050	1
72	300	4	25	30	25	18750	1	298	5,0	80	4
73	600	6	8	20	12	1920	1	599	6,0	1050	1
74	400	5	25	30	25	18750	1	399	5,0	80	5
75	660	3	15	22	15	4950	1	656	4,0	384	2
76	1.000	9	33	12,5	33	13612,5	1	992	9,0	108	9
77	1.600	12	35	19	35	23275	1	1597	12,0	63	25
78	600	7	40	45	40	72000	1	595	8,0	27	22
79	2.249	26	33	12,5	33	13612,5	1	2248	26,0	108	21
80	3.000	45	35	19	35	23275	1	2998	46,0	63	48
81	998	3	15	22	15	4950	1	997	4,0	384	3

82	1.020	11	15	22	15	4950	1	1018	11,0	384	3
83	1.056	9	33	12,5	33	13612,5	1	1055	9,0	108	10
84	400	3	25	30	25	18750	1	399	4,0	80	5
85	1.600	19	33	12,5	33	13612,5	1	1595	19,0	108	15
86	480	6	35	19	35	23275	1	475	6,0	63	8
87	1.198	12	33	12,5	33	13612,5	1	1192	12,0	108	11
88	2.000	16	35	19	35	23275	1	1995	16,0	63	32
89	3.086	14	40	45	40	72000	1	3082	15,0	27	114
90	756	4	33	12,5	33	13612,5	1	747	5,0	108	7
91	2.000	13	35	19	35	23275	1	1988	14,0	63	32
92	578	4	35	19	35	23275	1	570	4,0	63	9
93	3.187	11	33	12,5	33	13612,5	1	3161	12,0	108	29
94	2.369	8	33	12,5	33	13612,5	1	2323	8,0	108	22
95	960	10	33	12,5	33	13612,5	1	956	10,0	108	9
96	823	8	35	19	35	23275	1	812	8,0	63	13
97	756	5	33	12,5	33	13612,5	1	747	5,0	108	7
98	756	4	33	12,5	33	13612,5	1	752	4,0	108	7
99	1.242	7	33	12,5	33	13612,5	1	1238	7,0	108	12
100	650	6	35	19	35	23275	1	631	6,0	63	10
101	500	4	33	12,5	33	13612,5	1	494	4,0	108	5
102	997	7	40	45	40	72000	1	985	8,0	27	37
103	1.000	12	33	12,5	33	13612,5	1	984	12,0	108	9
104	2.192	15	35	19	35	23275	1	2177	15,0	63	35
105	1.200	6	33	12,5	33	13612,5	1	1195	6,0	108	11
106	720	5	35	19	35	23275	1	706	6,0	63	11
107	800	6	33	12,5	33	13612,5	1	796	7,0	108	7
108	840	5	35	19	35	23275	1	828	5,0	63	13
109	546	3	33	12,5	33	13612,5	1	538	4,0	108	5
110	846	7	33	12,5	33	13612,5	1	836	7,0	108	8
111	934	11	33	12,5	33	13612,5	9	96	2,0	108	1
112	366	5	21,5	15	32,56	10500,6	6	56	1,0	150	0
113	945	8	33	12,5	33	13612,5	9	101	1,0	108	1
114	276	5	35	19	35	23275	4	62	2,0	63	1
115	376	6	35	19	35	23275	4	88	2,0	63	1
116	927	12	33	12,5	33	13612,5	9	99	2,0	108	1
117	488	6	35	19	35	23275	4	114	2,0	63	2
118	288	3	35	19	35	23275	4	60	1,0	63	1
119	228	3	35	19	35	23275	4	42	1,0	63	1
120	452	5	35	19	35	23275	4	107	2,0	63	2
121	244	5	35	19	35	23275	4	55	2,0	63	1
122	542	8	38	44	38	63536	1	535	9,0	27	20
123	1.708	21	35	19	35	23275	4	422	6,0	63	7
124	1.603	23	32,5	13,5	32,5	14259,375	9	174	3,0	99	2
125	488	7	35	19	35	23275	4	115	2,0	63	2
126	533	10	33	12,5	33	13612,5	9	57	2,0	108	1
127	532	10	35	19	35	23275	4	132	3,0	63	2

128	368	5	35	19	35	23275	4	91	2,0	63	2
129	504	6	35	19	35	23275	4	125	2,0	63	2
130	513	8	33	12,5	33	13612,5	9	56	1,0	108	1
131	608	9	35	19	35	23275	4	151	3,0	63	2
132	352	7	35	19	35	23275	4	86	2,0	63	1
133	468	7	33	12,5	33	13612,5	9	50	1,0	108	1
134	592	8	35	19	35	23275	4	146	3,0	63	2
135	280	7	35	19	35	23275	4	68	2,0	63	1
136	372	6	35	19	35	23275	4	92	2,0	63	2
137	459	7	33	12,5	33	13612,5	9	50	1,0	108	1
138	532	11	35	19	35	23275	4	131	3,0	63	2
139	184	3	35	19	35	23275	4	44	1,0	63	1
140	424	4	35	19	35	23275	4	97	2,0	63	2
141	180	3	35	19	35	23275	4	39	1,0	63	1
142	1.143	18	33	12,5	33	13612,5	9	124	2,0	108	1
143	564	7	35	19	35	23275	4	139	2,0	63	2
144	468	7	33	12,5	33	13612,5	9	50	1,0	108	1
145	408	8	35	19	35	23275	4	99	2,0	63	2
146	228	3	35	19	35	23275	4	55	1,0	63	1
147	320	4	35	19	35	23275	4	79	1,0	63	1
148	869	12	38	44	38	63536	1	868	12,0	27	32
149	932	12	38	44	38	63536	1	930	12,0	27	35
150	2.133	33	33	12,5	33	13612,5	9	236	4,0	108	2
151	10.000	30	35	19	35	23275	4	2497	8,0	63	40
152	2.844	31	40,5	18,5	40,5	30344,625	4	710	8,0	72	10
153	224	5	35	19	35	23275	4	54	2,0	63	1
154	252	4	38	44	38	63536	1	251	5,0	27	9
155	872	15	35	19	35	23275	4	215	4,0	63	4
156	296	6	38	44	38	63536	1	295	6,0	27	11
157	305	4	35	19	35	23275	4	74	1,0	63	1
158	728	12	35	19	35	23275	4	181	4,0	63	3
159	444	9	35	19	35	23275	4	110	3,0	63	2
160	368	6	35	19	35	23275	4	90	2,0	63	2
161	616	8	35	19	35	23275	4	153	3,0	63	3
162	420	7	35	19	35	23275	4	102	2,0	63	2
163	268	4	35	19	35	23275	4	66	1,0	63	1
164	252	4	35	19	35	23275	4	61	1,0	63	1
165	546	10	35	19	35	23275	4	136	3,0	63	2
166	428	7	35	19	35	23275	4	105	2,0	63	2
167	424	7	35	19	35	23275	4	104	2,0	63	2
168	816	11	35	19	35	23275	4	203	3,0	63	3
169	504	6	33	12,5	33	13612,5	9	54	1,0	108	1
170	584	7	35	19	35	23275	4	145	2,0	63	2
171	480	6	35	19	35	23275	4	119	2,0	63	2
172	924	13	35	19	35	23275	4	230	4,0	63	4
173	576	7	33	12,5	33	13612,5	9	63	1,0	108	1

174	953	14	35	19	35	23275	4	237	4,0	63	4
175	300	5	35	19	35	23275	4	63	2,0	63	1
176	450	8	33	12,5	33	13612,5	9	38	1,0	108	0
177	1.348	20	35	19	35	23275	4	333	5,0	63	5
178	308	4	35	19	35	23275	4	69	1,0	63	1
179	468	7	35	19	35	23275	4	109	2,0	63	2
180	316	4	35	19	35	23275	4	77	2,0	63	1
181	1.031	17	35	19	35	23275	4	253	5,0	63	4
182	192	3	35	19	35	23275	4	47	1,0	63	1
183	572	9	35	19	35	23275	4	139	3,0	63	2
184	220	3	35	19	35	23275	4	49	1,0	63	1
185	713	13	38	44	38	63536	1	712	14,0	27	26
186	1.935	40	33	12,5	33	13612,5	9	214	5,0	108	2
187	2.808	41	35	19	35	23275	4	698	11,0	63	11
188	275	4	38	44	38	63536	1	272	5,0	27	10
189	1.188	25	33	12,5	33	13612,5	9	131	3,0	108	1
190	1.384	19	35	19	35	23275	4	344	5,0	63	6
191	1.287	29	33	12,5	33	13612,5	9	142	4,0	108	1
192	1.008	18	35	19	35	23275	4	249	5,0	63	4
193	891	17	33	12,5	33	13612,5	9	98	2,0	108	1
194	504	9	35	19	35	23275	4	124	3,0	63	2
195	701	8	33	12,5	33	13612,5	9	77	1,0	108	1
196	700	9	35	19	35	23275	4	174	3,0	63	3
197	232	3	35	19	35	23275	4	57	1,0	63	1
198	660	12	33	12,5	33	13612,5	9	72	2,0	108	1
199	404	7	35	19	35	23275	4	98	2,0	63	2
200	414	6	33	12,5	33	13612,5	9	45	1,0	108	1
201	280	5	35	19	35	23275	4	68	2,0	63	1
202	240	4	35	19	35	23275	4	59	1,0	63	1
203	428	5	38	44	38	63536	1	426	6,0	27	16
204	513	9	33	12,5	33	13612,5	9	56	2,0	108	1
205	652	11	35	19	35	23275	4	160	3,0	63	3
206	275	4	38	44	38	63536	1	274	5,0	27	10
207	452	7	35	19	35	23275	4	111	2,0	63	2
208	424	5	35	19	35	23275	4	105	2,0	63	2
209	364	3	35	19	35	23275	4	89	1,0	63	2
210	308	3	35	19	35	23275	4	76	1,0	63	1
211	340	4	35	19	35	23275	4	81	1,0	63	1
212	237	4	38	44	38	63536	1	236	4,0	27	9
213	1.170	16	33	12,5	33	13612,5	9	126	2,0	108	1
214	896	15	35	19	35	23275	4	223	4,0	63	4
215	621	7	33	12,5	33	13612,5	9	67	1,0	108	1
216	444	6	35	19	35	23275	4	110	2,0	63	2
217	873	9	33	12,5	33	13612,5	9	92	2,0	108	1
218	368	6	35	19	35	23275	4	91	2,0	63	2
219	414	6	33	12,5	33	13612,5	9	45	1,0	108	1

220	393	3	33	12,5	33	13612,5	9	42	1,0	108	0
221	1.532	16	7	15	7	735	1	1531	17,0	2890	1
222	953	9	33	12,5	33	13612,5	9	104	1,0	108	1
223	5.342	62	12	14	12	2016	9	593	7,0	1000	1
224	248	3	35	19	35	23275	4	57	1,0	63	1
225	372	5	33	12,5	33	13612,5	6	61	1,0	108	1
226	637	3	40	18	40	28800	16	39	1,0	72	1
227	800	10	40	18	40	28800	16	47	1,0	72	1
228	400	5	33	12,5	33	13612,5	6	66	1,0	108	1
229	630	14	33	12,5	33	13612,5	6	104	3,0	108	1
230	270	5	33	12,5	33	13612,5	6	31	1,0	108	0
231	396	6	35	19	35	23275	4	94	2,0	63	2
232	200	3	35	19	35	23275	4	39	1,0	63	1
233	176	4	35	19	35	23275	4	39	1,0	63	1
234	392	8	35	19	35	23275	4	95	3,0	63	2
235	204	5	35	19	35	23275	4	46	2,0	63	1
236	1.524	35	35	19	35	23275	4	377	9,0	63	6
237	635	11	35	19	35	23275	4	154	3,0	63	3
238	494	9	35	19	35	23275	4	122	3,0	63	2
239	1.500	4	35	19	35	23275	1	1497	5,0	63	24
240	388	6	35	19	35	23275	4	96	2,0	63	2
241	312	3	35	19	35	23275	4	77	1,0	63	1
242	324	4	35	19	35	23275	4	80	2,0	63	1
243	184	3	35	19	35	23275	4	43	1,0	63	1
244	1.080	20	33	12,5	33	13612,5	12	89	2,0	108	1
245	1.040	21	35	19	35	23275	4	258	6,0	63	4
246	400	6	35	19	35	23275	4	98	2,0	63	2
247	744	13	33	12,5	33	13612,5	12	61	2,0	108	1
248	324	5	35	19	35	23275	4	79	2,0	63	1
249	320	5	35	19	35	23275	4	79	2,0	63	1
250	660	12	35	19	35	23275	4	159	4,0	63	3
251	534	9	33	12,5	33	13612,5	12	43	1,0	108	0
252	560	10	35	19	35	23275	4	137	3,0	63	2
253	780	13	33	12,5	33	13612,5	12	60	2,0	108	1
254	592	11	35	19	35	23275	4	146	3,0	63	2
255	200	4	35	19	35	23275	4	48	1,0	63	1
256	270	3	35	19	35	23275	4	67	1,0	63	1
257	228	4	35	19	35	23275	4	56	1,0	63	1

Figura 19. Almacenamiento Pinturas Alta Rotación

C.1. Cálculo Espacio Almacenamiento Complementos Alta

Rotación, Figura 20.

	MAX	PROMEDIO	Frente	Alto	Profundidad	Volumen Total	Unidades/caja	Cantidad	Numero de unidades por pallet	# de pallets requerido
1	17.400	52	35	8	23	6440	24	722	270	3
2	600	7	24	11	46	12144	10	59	130	1
3	9.600	153	30	22	53	34980	8	1199	48	25
4	6.406	104	44	23	35	35420	108	39	36	1
5	5.292	90	44	23	35	35420	108	48	36	1
6	1.596	21	27	21	20	11340	12	132	168	1
7	900	12	27	21	20	11340	12	73	168	1
8	888	14	27	21	20	11340	12	72	168	1
9	1.170	13	75	25	90	168750	30	37	6	6
10	1.260	10	30	50	30	45000	6	201	48	4
11	2.896	9	14	15	36	7560	1	2889	240	12
12	2.200	7	14	15	36	7560	1	2196	240	9
13	1.000	14	20	35	20	14000	4	241	144	2
14	2.700	8	14	3	10	420	1	2698	4800	1
15	3.284	10	36	11	36	14256	6	537	117	5
16	3.168	9	35	25	30	26250	1	3165	72	44
17	1.824	34	24	24	20	11520	12	150	180	1
18	1.968	15	30	24	20	14400	12	159	144	1
19	3.600	53	30	24	20	14400	12	296	144	2
20	3.468	44	30	24	20	14400	12	286	144	2
21	2.760	35	30	24	20	14400	12	228	144	2
22	900	14	30	24	20	14400	12	72	144	1
23	4.056	66	16	24	20	7680	24	167	252	1
24	2.760	32	20	24	20	9600	24	111	216	1
25	6.048	88	24	24	20	11520	24	248	180	1
26	2.916	37	30	24	20	14400	12	233	144	2
27	7.500	113	30	24	20	14400	12	616	144	4
28	5.400	101	30	24	20	14400	12	444	144	3

29	5.196	65	30	24	20	14400	12	430	144	3
30	2.520	28	30	24	20	14400	12	200	144	1
31	800	10	40	16	80	51200	1	670	27	25
32	5.050	130	40	16	80	51200	1	4989	27	185
33	3.017	60	40	16	80	51200	1	2968	27	110
34	2.385	49	40	16	80	51200	1	2378	27	88
35	350	7	40	16	80	51200	1	336	27	13
36	1.165	14	35	25	30	26250	1	1158	72	16
37	1.356	8	35	25	30	26250	1	1347	72	19
38	10.500	200	9,5	11	9,5	992,75	1	10494	1872	6
39	12.000	223	5,5	8	5,5	242	1	11999	8712	1
40	7.400	146	7	10	7	490	1	7399	4335	2
41	448	7	35	25	30	26250	1	247	72	4
42	2.040	9	27	21	20	11340	12	-54	168	0
43	2.040	9	27	21	20	11340	12	23	168	0
44	2.532	11	27	21	20	11340	12	204	168	1
45	3.276	14	27	21	20	11340	12	272	168	2
46	4.752	21	27	21	20	11340	12	395	168	2
47	3.228	14	27	21	20	11340	12	268	168	2
48	1.716	7	27	21	20	11340	12	141	168	1
49	2.880	12	27	21	20	11340	12	238	168	2
50	2.208	10	27	21	20	11340	12	182	168	1
51	7.548	33	27	21	20	11340	12	628	168	4
52	15.156	65	27	21	20	11340	12	1261	168	8
53	5.220	23	27	21	20	11340	12	434	168	3
54	8.340	36	27	21	20	11340	12	692	168	4
55	5.352	23	27	21	20	11340	12	440	168	3
56	2.208	9	21	20	28	11760	12	182	140	1
57	3.144	17	21	20	28	11760	12	259	140	2
58	1.008	8	21	20	28	11760	12	82	140	1
59	1.008	9	21	20	28	11760	12	83	140	1
60	760	11	34	20	34	23120	1	758	63	12
61	8.400	163	28	31	29	25172	48	174	64	3
62	2.688	49	28	31	29	25172	32	83	64	1
63	3.792	66	28	31	29	25172	24	147	64	2
64	7.807	143	28	31	29	25172	64	118	64	2

65	1.152	20	34	49	30	49980	72	15	36	1
66	1.612	28	34	49	30	49980	72	20	36	1
67	1.000	22	15	29	21	9135	1	997	200	5
68	1.000	19	21	70	60	88200	100	7	20	0
69	8.076	69	12,5	8	24,5	2450	8	1009	648	2
70	27.637	172	12,5	8	24,5	2450	8	3454	648	5
71	14.958	57	12,5	8	24,5	2450	8	1847	648	3
72	11.766	77	12,5	8	24,5	2450	8	1470	648	2
73	48.481	353	12,5	8	24,5	2450	8	6051	648	9
74	2.000	22	30	22	53	34980	8	228	48	5
75	1.707	27	21	3	21	1323	1	1699	1250	1
76	3.000	37	24	27	24	15552	12	240	125	2
77	1.500	34	30	40	30	36000	1	1455	48	30
78	870	18	24	15	30	10800	10	84	200	1
79	780	14	24	30	34	24480	6	103	75	1
80	1.000	14	30	42	30	37800	1	996	48	21
81	750	16	36	11	36	14256	6	90	117	1
82	5.680	72	40	130	2	163280	1	5678	183	31
83	1.307	20	40	130	2	163280	1	1304	183	7
84	1.128	24	40	130	2	163280	1	1113	183	6
85	1.000	23	40	130	2	163280	1	997	183	6
86	940	20	40	130	2	163280	1	868	183	5
87	6.000	110	5	20	10	1000	1	5980	2016	3
88	15.885	387	12	26	12	3744	1	15861	500	32
89	1.500	8	16	25	10	4000	1	1476	504	3
90	540	9	12	16	14	2688	1	519	720	1
91	2.220	43	15	45	46	31050	48	-64	48	-1
92	2.034	44	14	3	10	420	1	1647	4800	0
93	438	8	16	10	36	5760	1	429	315	1
94	1.200	29	6	15	10	900	1	1199	2400	1
95	1.500	17	5	8	23	920	1	1455	2160	1
96	438	7	24	26	40	24960	6	65	75	1
97	850	11	14	21	14	4116	1	820	448	2
98	750	12	14	21	14	4116	1	732	448	2
99	1.740	33	40	30	40	48000	1	1738	45	39
100	450	9	40	10	60	24000	1	439	90	5

101	48.396	379	15	10	18	2700	1	48384	720	67
102	2.000	13	25	45	30	33750	1	1966	48	41
103	418	9	30	10	30	9000	1	409	240	2
104	480	9	30	20	30	18000	1	101	112	1

Figura 20. Almacenamiento Complementos Alta Rotación

C.1. Cálculo Espacio Almacenamiento Pinturas Baja, Regular y Mediana Rotación, Figura 21.

	GRUPO	MAX	Frente	Alto	Profundidad	Cantidad	Numero de unidades por pallet	# de pallets requerido
1	PINTURAS	252,0	30,6	16,7	30,6	32	72	1
2	PINTURAS	242,0	30,6	16,7	30,6	30	72	1
3	PINTURAS	246,0	30,6	16,7	30,6	31	72	1
4	PINTURAS	94,0	30,6	16,7	30,6	12	72	1
5	PINTURAS	178,0	30,6	16,7	30,6	22	72	1
6	PINTURAS	190,0	30,6	16,7	30,6	24	72	1
7	PINTURAS	153,0	30,6	16,7	30,6	19	72	1
8	PINTURAS	164,0	30,6	16,7	30,6	21	72	1
9	PINTURAS	93,0	30,6	16,7	30,6	12	72	1
10	PINTURAS	170,0	30,6	16,7	30,6	21	72	1
11	PINTURAS	168,0	30,6	16,7	30,6	21	72	1
12	PINTURAS	128,0	30,6	16,7	30,6	16	72	1
13	PINTURAS	120,0	30,6	16,7	30,6	15	72	1
14	PINTURAS	184,0	30,6	16,7	30,6	23	72	1
15	PINTURAS	214,0	30,6	16,7	30,6	27	72	1
16	PINTURAS	152,0	30,6	16,7	30,6	19	72	1
17	PINTURAS	160,0	30,6	16,7	30,6	20	72	1
18	PINTURAS	132,0	30,6	16,7	30,6	17	72	1
19	PINTURAS	160,0	30,6	16,7	30,6	20	72	1
20	PINTURAS	300,0	30,6	16,7	30,6	38	72	1
21	PINTURAS	648,0	30,6	16,7	30,6	81	72	2
22	PINTURAS	739,0	30,6	16,7	30,6	92	72	2
23	PINTURAS	300,0	30,6	16,7	30,6	38	72	1
24	PINTURAS	446,0	30,6	16,7	30,6	56	72	1
25	PINTURAS	499,0	30,6	16,7	30,6	62	72	1
26	PINTURAS	200,0	30,6	16,7	30,6	25	72	1
27	PINTURAS	400,0	30,6	16,7	30,6	50	72	1
28	PINTURAS	300,0	30,6	16,7	30,6	38	72	1
29	PINTURAS	504,0	30,6	16,7	30,6	63	72	1
30	PINTURAS	600,0	30,6	16,7	30,6	75	72	2
31	PINTURAS	300,0	30,6	16,7	30,6	38	72	1
32	PINTURAS	200,0	30,6	16,7	30,6	25	72	1
33	PINTURAS	200,0	30,6	16,7	30,6	25	72	1
34	PINTURAS	240,0	30,6	16,7	30,6	30	72	1
35	PINTURAS	517,0	30,6	16,7	30,6	65	72	1
36	PINTURAS	300,0	30,6	16,7	30,6	38	72	1
37	PINTURAS	480,0	30,6	16,7	30,6	60	72	1
38	PINTURAS	400,0	30,6	16,7	30,6	50	72	1
39	PINTURAS	402,0	30,6	16,7	30,6	50	72	1
40	PINTURAS	200,0	30,6	16,7	30,6	25	72	1
41	PINTURAS	200,0	30,6	16,7	30,6	25	72	1
42	PINTURAS	366,0	30,6	16,7	30,6	46	72	1
43	PINTURAS	342,0	30,6	16,7	30,6	43	72	1
44	PINTURAS	332,0	30,6	16,7	30,6	42	72	1

45	PINTURAS	300,0	30,6	16,7	30,6	38	72	1
46	PINTURAS	156,0	30,6	16,7	30,6	20	72	1
47	PINTURAS	212,0	30,6	16,7	30,6	27	72	1
48	PINTURAS	91,0	30,6	16,7	30,6	11	72	1
49	PINTURAS	270,0	30,6	16,7	30,6	34	72	1
50	PINTURAS	145,0	30,6	16,7	30,6	18	72	1
51	PINTURAS	120,0	30,6	16,7	30,6	15	72	1
52	PINTURAS	216,0	30,6	16,7	30,6	27	72	1
53	PINTURAS	160,0	30,6	16,7	30,6	20	72	1
54	PINTURAS	288,0	30,6	16,7	30,6	36	72	1
55	PINTURAS	160,0	30,6	16,7	30,6	20	72	1
56	PINTURAS	160,0	30,6	16,7	30,6	20	72	1
57	PINTURAS	171,0	30,6	16,7	30,6	21	72	1
58	PINTURAS	408,0	30,6	16,7	30,6	51	72	1
59	PINTURAS	360,0	30,6	16,7	30,6	45	72	1
60	PINTURAS	132,0	30,6	16,7	30,6	17	72	1
61	PINTURAS	180,0	30,6	16,7	30,6	23	72	1
62	PINTURAS	144,0	30,6	16,7	30,6	18	72	1
63	PINTURAS	140,0	30,6	16,7	30,6	18	72	1
64	PINTURAS	158,0	30,6	16,7	30,6	20	72	1
65	PINTURAS	216,0	30,6	16,7	30,6	27	72	1
66	PINTURAS	110,0	30,6	16,7	30,6	14	72	1
67	PINTURAS	252,0	30,6	16,7	30,6	32	72	1
68	PINTURAS	171,0	30,6	16,7	30,6	21	72	1
69	PINTURAS	135,0	30,6	16,7	30,6	17	72	1
70	PINTURAS	180,0	30,6	16,7	30,6	23	72	1
71	PINTURAS	140,0	30,6	16,7	30,6	18	72	1
72	PINTURAS	189,0	30,6	16,7	30,6	24	72	1
73	PINTURAS	92,0	30,6	16,7	30,6	12	72	1
74	PINTURAS	189,0	30,6	16,7	30,6	24	72	1
75	PINTURAS	252,0	30,6	16,7	30,6	32	72	1
76	PINTURAS	160,0	30,6	16,7	30,6	20	72	1
77	PINTURAS	228,0	30,6	16,7	30,6	29	72	1
78	PINTURAS	160,0	30,6	16,7	30,6	20	72	1
79	PINTURAS	164,0	30,6	16,7	30,6	21	72	1
80	PINTURAS	131,0	30,6	16,7	30,6	16	72	1
81	PINTURAS	162,0	30,6	16,7	30,6	20	72	1
82	PINTURAS	240,0	30,6	16,7	30,6	30	72	1
83	PINTURAS	156,0	30,6	16,7	30,6	20	72	1
84	PINTURAS	212,0	30,6	16,7	30,6	27	72	1
85	PINTURAS	162,0	30,6	16,7	30,6	20	72	1
86	PINTURAS	114,0	30,6	16,7	30,6	14	72	1
87	PINTURAS	176,0	30,6	16,7	30,6	22	72	1
88	PINTURAS	130,0	30,6	16,7	30,6	16	72	1
89	PINTURAS	108,0	30,6	16,7	30,6	14	72	1
90	PINTURAS	216,0	30,6	16,7	30,6	27	72	1
91	PINTURAS	162,0	30,6	16,7	30,6	20	72	1
92	PINTURAS	234,0	30,6	16,7	30,6	29	72	1
93	PINTURAS	232,0	30,6	16,7	30,6	29	72	1
94	PINTURAS	144,0	30,6	16,7	30,6	18	72	1
95	PINTURAS	198,0	30,6	16,7	30,6	25	72	1
96	PINTURAS	226,0	30,6	16,7	30,6	28	72	1
97	PINTURAS	249,0	30,6	16,7	30,6	31	72	1

98	PINTURAS	164,0	30,6	16,7	30,6	21	72	1
99	PINTURAS	104,0	30,6	16,7	30,6	13	72	1
100	PINTURAS	144,0	30,6	16,7	30,6	18	72	1
101	PINTURAS	140,0	30,6	16,7	30,6	18	72	1
102	PINTURAS	176,0	30,6	16,7	30,6	22	72	1
103	PINTURAS	400,0	30,6	16,7	30,6	50	72	1
104	PINTURAS	170,0	30,6	16,7	30,6	21	72	1
105	PINTURAS	128,0	30,6	16,7	30,6	16	72	1
106	PINTURAS	188,0	30,6	16,7	30,6	24	72	1
107	PINTURAS	176,0	30,6	16,7	30,6	22	72	1
108	PINTURAS	153,0	30,6	16,7	30,6	19	72	1
109	PINTURAS	222,0	30,6	16,7	30,6	28	72	1
110	PINTURAS	165,0	30,6	16,7	30,6	21	72	1
111	PINTURAS	222,0	30,6	16,7	30,6	28	72	1
112	PINTURAS	135,0	30,6	16,7	30,6	17	72	1
113	PINTURAS	287,0	30,6	16,7	30,6	36	72	1
114	PINTURAS	227,0	30,6	16,7	30,6	28	72	1
115	PINTURAS	232,0	30,6	16,7	30,6	29	72	1
116	PINTURAS	309,0	30,6	16,7	30,6	39	72	1
117	PINTURAS	208,0	30,6	16,7	30,6	26	72	1
118	PINTURAS	224,0	30,6	16,7	30,6	28	72	1
119	PINTURAS	192,0	30,6	16,7	30,6	24	72	1
120	PINTURAS	152,0	30,6	16,7	30,6	19	72	1
121	PINTURAS	96,0	30,6	16,7	30,6	12	72	1
122	PINTURAS	102,0	30,6	16,7	30,6	13	72	1
123	PINTURAS	124,0	30,6	16,7	30,6	16	72	1
124	PINTURAS	120,0	30,6	16,7	30,6	15	72	1
125	PINTURAS	96,0	30,6	16,7	30,6	12	72	1
126	PINTURAS	126,0	30,6	16,7	30,6	16	72	1
127	PINTURAS	192,0	30,6	16,7	30,6	24	72	1
128	PINTURAS	184,0	30,6	16,7	30,6	23	72	1
129	PINTURAS	164,0	30,6	16,7	30,6	21	72	1
130	PINTURAS	172,0	30,6	16,7	30,6	22	72	1
131	PINTURAS	140,0	30,6	16,7	30,6	18	72	1
132	PINTURAS	170,0	30,6	16,7	30,6	21	72	1
133	PINTURAS	134,0	30,6	16,7	30,6	17	72	1
134	PINTURAS	156,0	30,6	16,7	30,6	20	72	1

Figura 21. Almacenamiento Pinturas Baja-Media Rotación

C.1. Cálculo Espacio Almacenamiento Complementos Baja, Regular y Mediana Rotación, Figura 22.

	MAX	Frente	Alto	Profundidad	Unidades/caja	Cantidad	Numero de unidades por pallet	# de pallets requerido
1	20,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
2	12,00	32,00	16,00	32,00	12	1	81	0,1
3	24,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
4	25,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
5	12,00	32,00	16,00	32,00	12	1	81	0,1
6	38,00	32,00	16,00	32,00	12	3	81	0,1
7	18,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
8	18,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
9	18,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
10	18,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
11	21,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
12	15,00	32,00	16,00	32,00	12	1	81	0,1
13	15,00	32,00	16,00	32,00	12	1	81	0,1
14	33,00	32,00	16,00	32,00	12	3	81	0,1
15	72,00	32,00	16,00	32,00	12	6	81	0,1
16	48,00	32,00	16,00	32,00	12	4	81	0,1
17	20,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
18	32,00	32,00	16,00	32,00	12	3	81	0,1
19	24,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
20	16,00	32,00	16,00	32,00	12	1	81	0,1
21	24,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
22	12,00	32,00	16,00	32,00	12	1	81	0,1
23	20,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
24	15,00	32,00	16,00	32,00	12	1	81	0,1
25	24,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
26	24,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
27	72,00	32,00	16,00	32,00	12	6	81	0,1
28	36,00	32,00	16,00	32,00	12	3	81	0,1
29	48,00	32,00	16,00	32,00	12	4	81	0,1
30	72,00	32,00	16,00	32,00	12	6	81	0,1
31	72,00	32,00	16,00	32,00	12	6	81	0,1
32	36,00	32,00	16,00	32,00	12	3	81	0,1
33	72,00	32,00	16,00	32,00	12	6	81	0,1
34	72,00	32,00	16,00	32,00	12	6	81	0,1
35	48,00	32,00	16,00	32,00	12	4	81	0,1
36	36,00	32,00	16,00	32,00	12	3	81	0,1
37	25,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
38	48,00	32,00	16,00	32,00	12	4	81	0,1

39	48,00	32,00	16,00	32,00	12	4	81	0,1
40	50,00	32,00	16,00	32,00	12	4	81	0,1
41	48,00	32,00	16,00	32,00	12	4	81	0,1
42	24,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
43	48,00	32,00	16,00	32,00	12	4	81	0,1
44	36,00	32,00	16,00	32,00	12	3	81	0,1
45	51,00	32,00	16,00	32,00	12	4	81	0,1
46	36,00	32,00	16,00	32,00	12	3	81	0,1
47	36,00	32,00	16,00	32,00	12	3	81	0,1
48	72,00	32,00	16,00	32,00	12	6	81	0,1
49	72,00	32,00	16,00	32,00	12	6	81	0,1
50	72,00	32,00	16,00	32,00	12	6	81	0,1
51	72,00	32,00	16,00	32,00	12	6	81	0,1
52	51,00	32,00	16,00	32,00	12	4	81	0,1
53	36,00	32,00	16,00	32,00	12	3	81	0,1
54	51,00	32,00	16,00	32,00	12	4	81	0,1
55	36,00	32,00	16,00	32,00	12	3	81	0,1
56	36,00	32,00	16,00	32,00	12	3	81	0,1
57	30,00	32,00	16,00	32,00	12	3	81	0,1
58	28,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
59	26,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
60	28,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
61	41,00	32,00	16,00	32,00	12	3	81	0,1
62	19,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
63	21,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
64	27,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
65	26,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
66	16,00	32,00	16,00	32,00	12	1	81	0,1
67	30,00	32,00	16,00	32,00	12	3	81	0,1
68	15,00	32,00	16,00	32,00	12	1	81	0,1
69	15,00	32,00	16,00	32,00	12	1	81	0,1
70	15,00	32,00	16,00	32,00	12	1	81	0,1
71	43,00	32,00	16,00	32,00	12	4	81	0,1
72	50,00	32,00	16,00	32,00	12	4	81	0,1
73	25,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
74	41,00	32,00	16,00	32,00	12	3	81	0,1
75	34,00	32,00	16,00	32,00	12	3	81	0,1
76	18,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
77	17,00	32,00	16,00	32,00	12	1	81	0,1
78	50,00	32,00	16,00	32,00	12	4	81	0,1
79	32,00	32,00	16,00	32,00	12	3	81	0,1
80	19,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
81	46,00	32,00	16,00	32,00	12	4	81	0,1
82	18,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
83	35,00	32,00	16,00	32,00	12	3	81	0,1
84	30,00	32,00	16,00	32,00	12	3	81	0,1
85	22,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
86	20,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1

87	23,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
88	24,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
89	24,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
90	15,00	32,00	16,00	32,00	12	1	81	0,1
91	15,00	32,00	16,00	32,00	12	1	81	0,1
92	23,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
93	25,00	32,00	16,00	32,00	12	2	81	0,1
94	42,00	32,00	16,00	32,00	12	4	81	0,1
95	47,00	32,00	16,00	32,00	16	3	81	0,1
96	24,00	32,00	16,00	32,00	16	2	81	0,1
97	43,00	32,00	16,00	32,00	16	3	81	0,1
98	30,00	32,00	16,00	32,00	16	2	81	0,1
99	30,00	32,00	16,00	32,00	16	2	81	0,1
100	19,00	32,00	16,00	32,00	16	1	81	0,1
101	40,00	32,00	16,00	32,00	16	3	81	0,1
102	25,00	32,00	16,00	32,00	16	2	81	0,1
103	20,00	32,00	16,00	32,00	16	1	81	0,1
104	16,00	32,00	16,00	32,00	16	1	81	0,1
105	14,00	32,00	16,00	32,00	16	1	81	0,1
106	24,00	32,00	16,00	32,00	16	2	81	0,1
107	21,00	32,00	16,00	32,00	16	1	81	0,1
108	30,00	32,00	16,00	32,00	16	2	81	0,1
109	48,00	32,00	16,00	32,00	16	3	81	0,1
110	24,00	32,00	16,00	32,00	16	2	81	0,1
111	37,00	32,00	16,00	32,00	16	2	81	0,1
112	24,00	32,00	16,00	32,00	16	2	81	0,1
113	24,00	32,00	16,00	32,00	16	2	81	0,1
114	12,00	32,00	16,00	32,00	16	1	81	0,1
115	12,00	32,00	16,00	32,00	16	1	81	0,1
116	20,00	32,00	16,00	32,00	16	1	81	0,1
117	24,00	32,00	16,00	32,00	16	2	81	0,1
118	32,00	32,00	16,00	32,00	16	2	81	0,1

Figura 22. Almacenamiento Complementos Baja-Media Rotación

C.1. Cálculo Espacio Almacenamiento Zona Frontal Complementos, Figura 23.

	MAX	Frente	Alto	Profundidad	Numero de cajas en la zona frontal de almacenamiento	Numero de unidades en la zona frontal de almacenamiento	Niveles de almacenamiento	Inventario de seguridad	x	v	
1	17.400	35	8	23	3	72	1	1	5	1	2335
2	1.020	25	16	38	1	24	1	1	5	1	2364,917
3	600	24	11	46	1	10	1	1	5	1	2781
4	9.600	30	22	53	20	160	1	2	5	4	25992,12
5	6.406	44	23	35	1	108	1	1	5	1	3299,333
6	5.292	44	23	35	1	108	1	1	5	1	3299,333
7	1.596	27	21	20	2	24	1	1	5	1	1700,679
8	900	27	21	20	2	24	1	1	5	1	1700,679
9	888	27	21	20	2	24	1	1	5	1	1700,679
10	2.896	14	15	36	9	9	1	1	5	2	5063,036
11	2.200	14	15	36	7	7	1	1	5	2	4331,708
12	1.000	20	35	20	4	16	1	1	5	1	1808,889
13	2.700	14	3	10	9	9	1	1	5	2	1441,607
14	3.284	36	11	36	2	12	1	1	5	1	3738,857
15	3.168	35	25	30	10	10	1	1	5	2	8083,217
16	1.824	24	24	20	3	36	1	1	5	1	1831,5
17	1.968	30	24	20	2	24	1	1	5	1	1831,5
18	3.600	30	24	20	5	60	1	1	5	1	2564,1
19	3.468	30	24	20	4	48	1	1	5	1	2374,167
20	2.760	30	24	20	3	36	1	1	5	1	2136,75
21	900	30	24	20	2	24	1	1	5	1	1831,5
22	4.056	16	24	20	3	72	1	1	5	1	1424,5
23	2.760	20	24	20	2	48	1	1	5	1	1395,429
24	6.048	24	24	20	4	96	1	1	5	1	2035
25	2.916	30	24	20	4	48	1	1	5	1	2374,167
26	7.500	30	24	20	10	120	1	1	5	2	4843,3
27	5.400	30	24	20	9	108	1	1	5	2	4578,75
28	5.196	30	24	20	6	72	1	1	5	2	3496,5
29	2.520	30	24	20	3	36	1	1	5	1	2136,75
30	800	40	16	80	10	10	1	1	5	2	23676,47
31	5.050	40	16	80	130	130	1	13	5	26	323887,9
32	3.017	40	16	80	61	61	1	7	5	13	156366
33	2.385	40	16	80	49	49	1	5	5	10	121864,2
34	350	40	16	80	7	7	1	1	5	2	19150,08
35	1.165	35	25	30	14	14	1	2	5	3	12387,59
36	350	25	15	25	7	7	1	1	5	2	4298,938
37	1.356	35	25	30	9	9	1	1	5	2	7641,696
38	360	30	16	26	6	6	1	1	5	2	4527,409
39	240	23	18	34	1	24	1	1	5	1	2003,75
40	156	23	18	34	1	12	1	1	5	1	2003,75
41	10.500	9,5	11	9,5	201	201	1	21	5	41	25711,13

42	12.000	5,5	8	5,5	224	224	1	23	5	45	13780,39
43	7.400	7	10	7	147	147	1	15	5	30	12334,22
44	448	35	25	30	7	7	1	1	5	2	6537,896
45	2.040	27	21	20	1	12	1	1	5	1	1322,75
46	2.040	27	21	20	1	12	1	1	5	1	1322,75
47	2.532	27	21	20	1	12	1	1	5	1	1322,75
48	3.276	27	21	20	2	24	1	1	5	1	1700,679
49	4.752	27	21	20	2	24	1	1	5	1	1700,679
50	3.228	27	21	20	2	24	1	1	5	1	1700,679
51	1.716	27	21	20	1	12	1	1	5	1	1322,75
52	2.880	27	21	20	2	24	1	1	5	1	1700,679
53	2.208	27	21	20	1	12	1	1	5	1	1322,75
54	7.548	27	21	20	3	36	1	1	5	1	1984,125
55	15.156	27	21	20	6	72	1	1	5	6	-11904,8
56	5.220	27	21	20	2	24	1	1	5	1	1700,679
57	8.340	27	21	20	3	36	1	1	5	1	1984,125
58	5.352	27	21	20	2	24	1	1	5	1	1700,679
59	2.208	21	20	28	1	12	1	1	5	1	1559,25
60	3.144	21	20	28	2	24	1	1	5	1	2004,75
61	1.008	21	20	28	1	12	1	1	5	1	1559,25
62	1.008	21	20	28	1	12	1	1	5	1	1559,25
63	760	34	20	34	11	11	1	2	5	3	11850,75
64	8.400	28	31	29	4	192	1	1	5	1	3261,111
65	384	28	31	29	1	96	1	1	5	1	1956,667
66	2.688	28	31	29	2	64	1	1	5	1	2515,714
67	3.792	28	31	29	3	72	1	1	5	1	2935
68	7.807	28	31	29	3	192	1	1	5	1	2935
69	1.152	34	49	30	1	72	1	1	5	1	2326,833
70	1.612	34	49	30	1	72	1	1	5	1	2326,833
71	1.000	15	29	21	23	23	1	3	5	5	8235
72	1.000	21	70	60	1	100	1	1	5	1	3319,25
73	8.076	12,5	8	24,5	9	72	1	1	5	2	3261,563
74	27.637	12,5	8	24,5	22	176	1	3	5	5	8455,903
75	14.958	12,5	8	24,5	8	64	1	1	5	2	3044,125
76	11.766	12,5	8	24,5	10	80	1	1	5	2	3450,008
77	48.481	12,5	8	24,5	45	360	1	5	5	9	16438,28
78	2.000	30	22	53	3	24	1	1	5	1	5601,75
79	1.707	21	3	21	27	27	1	3	5	6	11559,02
80	3.000	24	27	24	4	48	1	1	5	1	2435
81	1.500	30	40	30	35	35	1	4	5	7	26768,7
82	870	24	15	30	2	20	1	1	5	1	2341,286
83	780	24	30	34	3	18	1	1	5	1	3091,5
84	1.000	30	42	30	15	15	1	2	5	3	11472,3
85	750	36	11	36	3	18	1	1	5	1	4362
86	5.680	40	130	2	72	72	1	8	5	15	5356,169
87	1.307	40	130	2	20	20	1	2	5	4	1417,52
88	1.128	40	130	2	24	24	1	3	5	5	1790,862
89	1.000	40	130	2	24	24	1	3	5	5	1790,862
90	940	40	130	2	21	21	1	3	5	5	1645
91	6.000	5	20	10	110	110	1	11	5	22	11528,55
92	15.885	12	26	12	387	387	1	39	5	85	69412,04

93	1.500	16	25	10	9	9	1	1	5	2	1552,5
94	2.220	15	45	46	1	48	1	1	5	1	2085,75
95	2.034	14	3	10	45	45	1	5	5	9	7265,7
96	438	16	10	36	8	8	1	1	5	2	5089
97	1.200	6	15	10	30	30	1	3	5	6	3273,557
98	1.500	5	8	23	18	18	1	2	5	4	4314,674
99	438	24	26	40	2	12	1	1	5	1	3112,714
100	850	14	21	14	11	11	1	2	5	3	2798,25
101	750	14	21	14	12	12	1	2	5	3	2962,853
102	1.740	40	30	40	34	34	1	4	5	7	43309
103	450	40	10	60	9	9	1	1	5	2	16811,79
104	48.396	15	10	18	379	379	1	38	5	76	112521,3
105	2.000	25	45	30	14	14	1	2	5	3	9751,934
106	418	30	10	30	10	10	1	1	5	2	7223,3
107	480	30	20	30	9	9	1	1	5	2	6828,75

Figura 23. Almacenamiento Zona Frontal Complementos

C.1. Cálculo Espacio Almacenamiento Zona Frontal Pintura, Figura 24.

	MAX	Promedio	Frente	Alto	Profundidad	Numero de cajas en la zona frontal de almacenamiento	Numero de unidades en la zona frontal de almacenamiento	Niveles de almacenamiento	Invetario de seguridad	x	v	
1	1.040	19	33	12,5	33	4	24	1	1	5	1	7503,8
2	432	9	35	19	35	3	9	1	1	5	1	8307,3
3	310	6	33	12,5	33	1	6	1	1	5	1	7503,8
4	168	3	35	19	35	2	6	1	1	5	1	8307,3
5	778	11	33	12,5	33	1	12	1	1	5	1	7503,8
6	700	12	35	19	35	4	16	1	1	5	1	7953,8
7	581	10	33	12,5	33	1	12	1	1	5	1	7503,8
8	312	6	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
9	294	4	33	12,5	33	1	6	1	1	5	1	7503,8
10	376	6	33	12,5	33	1	12	1	1	5	1	7503,8
11	200	3	35	19	35	1	4	1	1	5	1	7953,8
12	176	4	33	12,5	33	1	6	1	1	5	1	7503,8
13	222	4	33	12,5	33	1	6	1	1	5	1	7503,8
14	147	4	33	12,5	33	1	6	1	1	5	1	7503,8
15	358	4	33	12,5	33	1	6	1	1	5	1	7503,8
16	272	4	35	19	35	2	8	1	1	5	1	7953,8
17	240	4	33	12,5	33	1	6	1	1	5	1	7503,8
18	208	5	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
19	270	3	33	12,5	33	1	6	1	1	5	1	7503,8
20	824	12	40	45	40	13	13	1	2	5	3	20982
21	480	5	33	12,5	33	1	6	1	1	5	1	7503,8
22	420	5	33	12,5	33	1	6	1	1	5	1	7503,8
23	218	4	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
24	884	17	35	19	35	5	20	1	1	5	1	8307,3
25	228	4	40	45	40	4	4	1	1	5	1	10491
26	720	8	33	12,5	33	2	12	1	1	5	1	7503,8
27	560	10	35	19	35	3	12	1	1	5	1	8307,3
28	356	4	33	12,5	33	1	6	1	1	5	1	7503,8
29	272	4	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
30	279	4	35	19	35	1	4	1	1	5	1	8307,3
31	468	7	33	12,5	33	2	12	1	1	5	1	7503,8
32	470	8	35	19	35	3	12	1	1	5	1	8307,3
33	223	5	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
34	384	5	33	12,5	33	1	6	1	1	5	1	7503,8
35	312	6	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
36	312	7	35	19	35	2	8	1	1	5	1	7953,8
37	432	3	12	10	18	1	24	1	1	5	1	2202
38	720	7	12	10	18	1	24	1	1	5	1	2202
39	190	3	40	45	40	3	3	1	1	5	1	10491
40	184	4	35	19	35	1	4	1	1	5	1	8307,3
41	1.090	20	15	12,5	15	2	36	1	1	5	1	3453,8
42	962	14	35	12,5	35	2	16	1	1	5	1	8307,3

43	3.152	37	33	12,5	33	7	42	1	1	5	2	10318
44	328	6	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
45	1.638	26	33	12,5	33	5	30	1	1	5	1	7503,8
46	996	15	35	19	35	4	16	1	1	5	1	7953,8
47	198	4	33	12,5	33	1	6	1	1	5	1	7503,8
48	420	8	35	19	35	3	12	1	1	5	1	8307,3
49	254	5	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
50	960	11	33	12,5	33	2	12	1	1	5	1	7503,8
51	492	8	35	19	35	4	8	1	1	5	1	7953,8
52	330	5	33	12,5	33	1	6	1	1	5	1	7503,8
53	408	6	35	19	35	4	8	1	1	5	1	8307,3
54	246	4	33	12,5	33	1	6	1	1	5	1	7503,8
55	206	3	35	19	35	2	4	1	1	5	1	8307,3
56	540	9	38	44	38	10	10	1	1	5	2	8628,8
57	1.258	16	33	12,5	33	3	18	1	1	5	1	7503,8
58	1.124	21	35	19	35	11	22	1	2	5	3	15336
59	2.572	28	33	12,5	33	5	30	1	1	5	1	7503,8
60	1.174	16	35	19	35	8	16	1	1	5	2	11999
61	774	14	33	12,5	33	3	18	1	1	5	1	7503,8
62	690	10	35	19	35	6	12	1	1	5	2	10681
63	554	7	33	12,5	33	2	12	1	1	5	1	7503,8
64	381	6	33	12,5	33	1	6	1	1	5	1	7503,8
65	379	5	33	12,5	33	1	6	1	1	5	1	7503,8
66	204	3	35	19	35	1	4	1	1	5	1	7953,8
67	672	3	25	32	25	4	4	1	1	5	2	4689,8
68	300	5	33	12,5	33	1	12	1	1	5	1	7503,8
69	396	5	33	12,5	33	1	6	1	1	5	1	7503,8
70	304	5	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
71	324	5	33	12,5	33	1	6	1	1	5	1	7503,8
72	264	4	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
73	189	3	33	12,5	33	1	12	1	1	5	1	7503,8
74	168	3	35	19	35	1	4	1	1	5	1	8307,3
75	400	4	40	45	40	4	4	1	1	5	2	10491
76	517	7	40	45	40	8	8	1	1	5	2	9078,8
77	1.470	13	33	12,5	33	3	18	1	1	5	1	7503,8
78	972	19	35	19	35	5	20	1	1	5	1	8307,3
79	180	4	33	12,5	33	1	6	1	1	5	1	7503,8
80	444	7	33	12,5	33	2	12	1	1	5	1	7503,8
81	216	3	35	19	35	1	4	1	1	5	1	7953,8
82	318	7	33	12,5	33	2	12	1	1	5	1	7503,8
83	162	3	33	12,5	33	1	6	1	1	5	1	7503,8
84	348	6	33	12,5	33	1	6	1	1	5	1	7503,8
85	500	5	8	20	12	5	5	1	1	5	1	1235
86	300	4	25	30	25	5	5	1	1	5	1	5703,8
87	600	6	8	20	12	6	6	1	1	5	2	1587,9
88	400	5	25	30	25	5	5	1	1	5	1	4689,8
89	660	3	15	22	15	4	4	1	1	5	1	2072,3
90	1.000	9	33	12,5	33	9	9	1	1	5	2	11256
91	1.600	12	35	19	35	12	12	1	2	5	3	0
92	600	7	40	45	40	8	8	1	1	5	2	15154
93	2.249	26	33	12,5	33	26	26	1	3	5	6	25616

94	3.000	45	35	19	35	46	46	1	5	5	10	46423
95	998	3	15	22	15	4	4	1	1	5	1	2072,3
96	1.020	11	15	22	15	11	11	1	2	5	3	0
97	1.056	9	33	12,5	33	9	9	1	1	5	2	11256
98	1.000	4	2	8	2	4	4	1	1	5	1	164,5
99	400	3	25	30	25	4	4	1	1	5	1	4689,8
100	1.600	19	33	12,5	33	19	19	1	2	5	4	19295
101	480	6	35	19	35	6	6	1	1	5	2	7953,8
102	1.198	12	33	12,5	33	12	12	1	2	5	3	14472
103	2.000	16	35	19	35	16	16	1	2	5	4	19384
104	3.086	14	40	45	40	15	15	1	2	5	3	22216
105	756	4	33	12,5	33	5	5	1	1	5	1	7503,8
106	2.000	13	35	19	35	14	14	1	2	5	3	0
107	578	4	35	19	35	4	4	1	1	5	1	8307,3
108	3.187	11	33	12,5	33	12	12	1	2	5	3	14472
109	2.369	8	33	12,5	33	8	8	1	1	5	2	10839
110	960	10	33	12,5	33	10	10	1	1	5	2	11597
111	823	8	35	19	35	8	8	1	1	5	2	7953,8
112	756	5	33	12,5	33	5	5	1	1	5	1	7503,8
113	756	4	33	12,5	33	4	4	1	1	5	1	7503,8
114	1.242	7	33	12,5	33	7	7	1	1	5	2	10318
115	650	6	35	19	35	6	6	1	1	5	2	10681
116	500	4	33	12,5	33	4	4	1	1	5	1	7503,8
117	997	7	40	45	40	8	8	1	1	5	2	15154
118	1.000	12	33	12,5	33	12	12	1	2	5	3	14472
119	2.192	15	35	19	35	15	15	1	2	5	3	17592
120	1.200	6	33	12,5	33	6	6	1	1	5	2	9647,7
121	720	5	35	19	35	6	6	1	1	5	2	7953,8
122	800	6	33	12,5	33	7	7	1	1	5	2	10318
123	840	5	35	19	35	5	5	1	1	5	1	8307,3
124	546	3	33	12,5	33	4	4	1	1	5	1	7503,8
125	846	7	33	12,5	33	7	7	1	1	5	2	10318
126	934	11	33	12,5	33	2	18	1	1	5	1	7503,8
127	315	4	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
128	234	4	34,5	13	12,5	1	9	1	1	5	1	2987,6
129	333	7	34,5	13	12,5	1	9	1	1	5	1	2987,6
130	366	5	21,5	15	32,56	1	6	1	1	5	1	5512,4
131	945	8	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
132	276	5	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
133	376	6	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
134	927	12	33	12,5	33	2	18	1	1	5	1	7503,8
135	488	6	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
136	288	3	35	19	35	1	4	1	1	5	1	7953,8
137	228	3	35	19	35	1	4	1	1	5	1	8307,3
138	452	5	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
139	244	5	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
140	542	8	38	44	38	9	9	1	1	5	2	14381
141	1.708	21	35	19	35	6	24	1	1	5	2	7953,8
142	1.603	23	32,5	13,5	32,5	3	27	1	1	5	1	7309,1
143	488	7	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
144	533	10	33	12,5	33	2	18	1	1	5	1	7503,8

145	532	10	35	19	35	3	12	1	1	5	1	8307,3
146	368	5	35	19	35	2	8	1	1	5	1	7953,8
147	297	4	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
148	313	5	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
149	504	6	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
150	513	8	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
151	608	9	35	19	35	3	12	1	1	5	1	7953,8
152	351	5	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
153	352	7	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
154	468	7	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
155	592	8	35	19	35	3	12	1	1	5	1	8307,3
156	350	6	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
157	280	7	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
158	216	4	36	11	36	1	6	1	1	5	1	8724
159	234	5	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
160	372	6	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
161	459	7	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
162	532	11	35	19	35	3	12	1	1	5	1	8307,3
163	184	3	35	19	35	1	4	1	1	5	1	8307,3
164	424	4	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
165	180	3	35	19	35	1	4	1	1	5	1	8307,3
166	1.143	18	33	12,5	33	2	18	1	1	5	1	7503,8
167	564	7	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
168	468	7	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
169	408	8	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
170	261	4	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
171	228	3	35	19	35	1	4	1	1	5	1	7953,8
172	341	6	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
173	320	4	35	19	35	1	4	1	1	5	1	8307,3
174	333	4	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
175	869	12	38	44	38	12	12	1	2	5	3	18490
176	932	12	38	44	38	12	12	1	2	5	3	0
177	2.133	33	33	12,5	33	4	36	1	1	5	1	7503,8
178	10.000	30	35	19	35	8	32	1	1	5	2	11999
179	2.844	31	40,5	18,5	40,5	8	32	1	1	5	2	15489
180	224	5	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
181	252	4	38	44	38	5	5	1	1	5	2	8628,8
182	324	6	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
183	872	15	35	19	35	4	16	1	1	5	1	8307,3
184	296	6	38	44	38	6	6	1	1	5	2	12327
185	378	7	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
186	305	4	35	19	35	1	4	1	1	5	1	7953,8
187	728	12	35	19	35	4	16	1	1	5	1	8307,3
188	444	9	35	19	35	3	12	1	1	5	1	8307,3
189	234	3	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
190	368	6	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
191	270	4	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
192	616	8	35	19	35	3	12	1	1	5	1	8307,3
193	324	5	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
194	420	7	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
195	252	3	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8

196	268	4	35	19	35	1	4	1	1	5	1	7953,8
197	252	4	35	19	35	1	4	1	1	5	1	8307,3
198	252	5	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
199	546	10	35	19	35	3	12	1	1	5	1	8307,3
200	288	4	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
201	428	7	35	19	35	2	8	1	1	5	1	7953,8
202	351	6	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
203	424	7	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
204	261	5	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
205	816	11	35	19	35	3	12	1	1	5	1	8307,3
206	504	6	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
207	584	7	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
208	369	4	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
209	480	6	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
210	387	7	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
211	924	13	35	19	35	4	16	1	1	5	1	7953,8
212	576	7	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
213	953	14	35	19	35	4	16	1	1	5	1	8307,3
214	306	4	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
215	300	5	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
216	450	8	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
217	1.348	20	35	19	35	5	20	1	1	5	1	8307,3
218	308	4	35	19	35	1	4	1	1	5	1	8307,3
219	261	3	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
220	468	7	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
221	261	4	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
222	316	4	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
223	279	7	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
224	1.031	17	35	19	35	5	20	1	1	5	1	8307,3
225	192	3	35	19	35	1	4	1	1	5	1	8307,3
226	315	6	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
227	572	9	35	19	35	3	12	1	1	5	1	8307,3
228	315	3	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
229	220	3	35	19	35	1	4	1	1	5	1	8307,3
230	713	13	38	44	38	14	14	1	2	5	3	19774
231	1.935	40	33	12,5	33	5	45	1	1	5	1	7503,8
232	2.808	41	35	19	35	11	44	1	2	5	3	15336
233	275	4	38	44	38	5	5	1	1	5	2	11185
234	1.188	25	33	12,5	33	3	27	1	1	5	1	7503,8
235	1.384	19	35	19	35	5	20	1	1	5	1	8307,3
236	1.287	29	33	12,5	33	4	36	1	1	5	1	7503,8
237	1.008	18	35	19	35	5	20	1	1	5	1	8307,3
238	891	17	33	12,5	33	2	18	1	1	5	1	7503,8
239	504	9	35	19	35	3	12	1	1	5	1	8307,3
240	228	4	33	12,5	33	1	48	1	1	5	1	7503,8
241	447	7	35	19	35	1	24	1	1	5	1	7953,8
242	701	8	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
243	700	9	35	19	35	3	12	1	1	5	1	8307,3
244	232	3	35	19	35	1	4	1	1	5	1	8307,3
245	660	12	33	12,5	33	2	18	1	1	5	1	7503,8
246	404	7	35	19	35	2	8	1	1	5	1	7953,8

247	414	6	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
248	280	5	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
249	240	4	35	19	35	1	4	1	1	5	1	8307,3
250	428	5	38	44	38	6	6	1	1	5	3	8217,9
251	513	9	33	12,5	33	2	18	1	1	5	1	7503,8
252	652	11	35	19	35	3	12	1	1	5	1	8307,3
253	275	4	38	44	38	5	5	1	1	5	3	4793,8
254	452	7	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
255	424	5	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
256	364	3	35	19	35	1	4	1	1	5	1	7953,8
257	308	3	35	19	35	1	4	1	1	5	1	8307,3
258	340	4	35	19	35	1	4	1	1	5	1	8307,3
259	237	4	38	44	38	4	4	1	1	5	3	0
260	1.170	16	33	12,5	33	2	18	1	1	5	1	7503,8
261	896	15	35	19	35	4	16	1	1	5	1	7953,8
262	621	7	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
263	444	6	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
264	873	9	33	12,5	33	2	18	1	1	5	1	7503,8
265	368	6	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
266	414	6	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
267	393	3	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
268	1.532	16	7	15	7	17	17	1	2	5	4	1690,5
269	953	9	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
270	5.342	62	12	14	12	7	63	1	1	5	2	2037,8
271	234	4	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
272	307	4	33	12,5	33	1	9	1	1	5	1	7503,8
273	248	3	35	19	35	1	4	1	1	5	1	8307,3
274	372	5	33	12,5	33	1	6	1	1	5	1	7503,8
275	637	3	40	18	40	1	16	1	1	5	1	10491
276	800	10	40	18	40	1	16	1	1	5	1	9078,8
277	400	5	33	12,5	33	1	6	1	1	5	1	7503,8
278	630	14	33	12,5	33	3	18	1	1	5	1	7503,8
279	270	5	33	12,5	33	1	6	1	1	5	1	7503,8
280	208	3	33	12,5	33	1	6	1	1	5	1	7503,8
281	396	6	35	19	35	2	8	1	1	5	1	7953,8
282	200	3	35	19	35	1	4	1	1	5	1	8307,3
283	176	4	35	19	35	1	4	1	1	5	1	8307,3
284	392	8	35	19	35	3	12	1	1	5	1	8307,3
285	204	5	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
286	1.524	35	35	19	35	9	36	1	1	5	2	7953,8
287	635	11	35	19	35	3	12	1	1	5	1	8307,3
288	494	9	35	19	35	3	12	1	1	5	1	8307,3
289	1.500	4	35	19	35	5	5	1	1	5	1	8307,3
290	504	9	33	12,5	33	1	12	1	1	5	1	7503,8
291	294	4	33	12,5	33	1	12	1	1	5	1	7503,8
292	388	6	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
293	312	3	35	19	35	1	4	1	1	5	1	8307,3
294	204	4	33	12,5	33	1	12	1	1	5	1	7503,8
295	324	4	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
296	336	5	33	12,5	33	1	12	1	1	5	1	7503,8
297	264	4	12	10	18	1	24	1	1	5	1	2202

298	276	6	33	12,5	33	1	12	1	1	5	1	7503,8
299	312	4	33	12,5	33	1	12	1	1	5	1	7503,8
300	184	3	35	19	35	1	4	1	1	5	1	8307,3
301	1.080	20	33	12,5	33	2	24	1	1	5	1	7503,8
302	1.040	21	35	19	35	6	24	1	1	5	2	10681
303	264	5	33	12,5	33	1	12	1	1	5	1	7503,8
304	400	6	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
305	254	5	40	18	40	1	16	1	1	5	1	10491
306	510	8	12	10	18	1	24	1	1	5	1	4128,8
307	744	13	33	12,5	33	2	24	1	1	5	1	7503,8
308	324	5	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
309	192	3	33	12,5	33	1	12	1	1	5	1	7503,8
310	288	4	40	18	40	1	16	1	1	5	1	10491
311	504	9	12	10	18	1	24	1	1	5	1	4128,8
312	480	8	33	12,5	33	1	12	1	1	5	1	7503,8
313	320	5	35	19	35	2	8	1	1	5	1	8307,3
314	264	5	33	12,5	33	1	12	1	1	5	1	7503,8
315	660	12	35	19	35	4	16	1	1	5	1	8307,3
316	534	9	33	12,5	33	1	12	1	1	5	1	7503,8
317	560	10	35	19	35	3	12	1	1	5	1	8307,3
318	780	13	33	12,5	33	2	24	1	1	5	1	7503,8
319	592	11	35	19	35	3	12	1	1	5	1	8307,3
320	200	4	35	19	35	1	4	1	1	5	1	8307,3
321	272	5	33	12,5	33	1	12	1	1	5	1	7503,8
322	270	3	35	19	35	1	4	1	1	5	1	8307,3
323	228	4	35	19	35	1	4	1	1	5	1	8307,3

Figura 24. Almacenamiento Zona Frontal Pinturas

Anexo D. PLANOS DE LA INSTALACIÓN PROPUESTA

D.1. Planos Otorgados por la Empresa

D.2. Disposición Sugerida de la Bodega

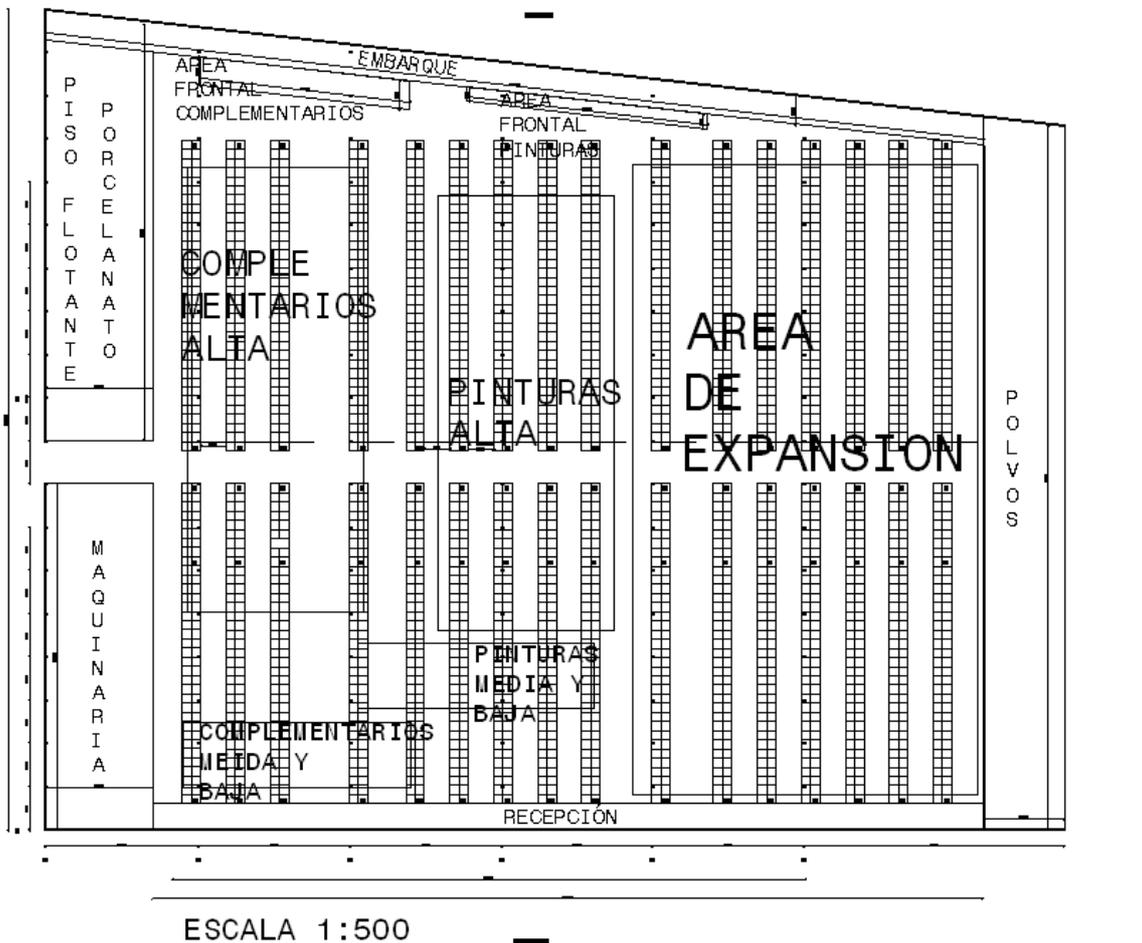


Figura 25. Plano de la Bodega Sugerida