

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN CENTRO DE DISTRIBUCION PARA LA
DISTRIBUIDORA MERCAPAVA S.A.

JULIAN ANDRES GIRALDO PASAJE
ANDRES ZULUAGA ARISTIZABAL

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
PALMIRA
2012

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN CENTRO DE DISTRIBUCION PARA LA
DISTRIBUIDORA MERCAPAVA S.A.

JULIAN ANDRES GIRALDO PASAJE
ANDRES ZULUAGA ARISTIZABAL

Trabajo de grado para obtener el título de Ingeniero Industrial

Director
Jimmy Gilberto Dávila Vélez
Msc. Ingeniería

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
PALMIRA
2012

DEDICATORIA

Este trabajo de grado está dedicado especialmente a nuestros padres, profesores y directivos que participaron durante el proceso académico y laboral, gracias por atreverse a confiar en nosotros; es indudable que sin su apoyo este sueño nunca hubiera podido ser realidad, sencillamente, porque ustedes son la base de nuestra vida profesional y toda la vida les estaremos agradecidos, aunque no existen palabras que puedan expresar lo mucho que los queremos y lo mucho que les debemos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por demostrarnos tantas veces su existencia y con ello darnos fuerzas para salir adelante en cada tropiezo

Agradecemos al Ingeniero Jimmy Gilberto Dávila por haber confiado en nuestro trabajo, por la paciencia, los consejos, el apoyo, el ánimo y por la dirección de este trabajo.

A Nuestros padres, hermanas y novias quienes nos acompañaron en esta aventura que significó el título de Ingenieros industriales y que de forma incondicional, entendieron nuestras ausencias y nuestros altibajos emocionales.

Gracias también a nuestros queridos compañeros, quienes nos apoyaron y nos permitieron entrar en su vida durante estos cinco años de convivir dentro y fuera del salón de clase.

Gracias a todos.

CONTENIDO

	Pág.
1. Introducción.	12
2. Descripción del problema .	14
3. Justificación	20
3.1. Justificación Teórica	20
3.2. Justificación Práctica	21
3.3. Justificación Investigativa	22
4. Objetivos	23
4.1. Objetivo general	23
4.2. Objetivos Específicos	23
5. Metodología	24
6. Marco teórico	26
6.1. Almacenamiento	27
6.2. Sistema de gestión de almacenes	28
6.3. Funciones de los almacenes	28
6.4. Razones para almacenar	29
6.5. Clasificación de almacenes	30
6.6. Distribución de las zonas del almacén	36
6.7. Diseño de almacenes	37

6.8.	Decisiones de diseño del almacén	39
6.9.	Determinación del Lay-Out del almacén	41
7.	Estado del Arte	42
8.	Desarrollo del proyecto	48
8.1.	Determinación de las Familias de productos en la distribuidora	53
8.2.	Nivel de Rotación de los productos	53
8.3.	Clasificación ABC Bi-Criterio	55
8.4.	Cuadro del Proceso de la Clasificación ABC Bi-Criterio	57
8.5.	Determinación de los tipos de cajas manejadas en la Bodega	59
8.6.	Determinación de la cantidad de estanterías en la Bodega	60
8.7.	Determinación de la Ubicación de las familias en la bodega	66
8.8.	Determinación de la ubicación de los productos dentro de la ubicación de las familias en la bodega	68
8.9.	Determinación de los elementos de manejo de materiales y dimensiones de estanterías	69
8.10.	Determinación del área y Lay-Out del Almacén	72
8.11.	Costos del Proyecto	76
9.	Conclusiones	78
10.	Recomendaciones	80
11.	Bibliografía	81

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Comparación ventas mensuales con el total de devolución y devoluciones por averías para el año 2010	14
Tabla 2. Comparación ventas mensuales con el total de devoluciones y devoluciones por pedidos incompletos para el año 2010	15
Tabla 3. Valores de devoluciones mensuales a causa de averías para la Distribuidora año 2010	16
Tabla 4. Valores de devoluciones mensuales a causa de pedidos incompletos 2010	16
Tabla 5. Valores de devoluciones a causa de averías de la distribuidora en los años 2009 y 2010	17
Tabla 6. Valores de devoluciones a causa de pedidos incompletos de la distribuidora en los años 2009 y 2010	19
Tabla 7. Relación entre variables importantes para el cliente	38
Tabla 8. Comparativos ventas 2009 - 2010	52
Tabla 9. Familias de productos de la distribuidora	54
Tabla 10. Nivel de rotación de las familias en la distribuidora	55

Tabla 11. Clasificación ABC por cantidad de productos vendidos en la distribuidora	56
Tabla 12. Clasificación ABC por cantidad de ventas en dinero de la distribuidora	57
Tabla 13. Resultado de la Clasificación ABC Bi- Criterio	59
Tabla 14. Tipos de cajas usadas en la Distribuidora	61
Tabla 15. Comparación de los proveedores	63
Tabla 16. Cantidad de estanterías necesarias por artículo	64
Tabla 17. Número de estibas necesarias por familias	65
Tabla 18. Resultado del COI para las familias de la distribuidora	67
Tabla 19. Ubicación de los productos en las líneas de las estanterías	68
Tabla 20. Resultado del COI para los productos	69
Tabla 21. Espacio requerido entre estibas para cada clase de estanterías	72
Tabla 22. Área requerida por distribución transversal	73
Tabla 23. Área requerida por distribución Longitudinal	75
Tabla 24. Comparación de áreas del Almacén	76
Tabla 25. Costos totales de la inversión	77

ÍNDICE DE GRAFICAS

	PÁG.
Grafica 1. Comparación de devoluciones entre los años 2009 y 2010	18
Grafica 2. Comparación de devoluciones por pedidos incompletos entre los años 2009 y 2010	19
Grafica 3. Comparativo ventas 2009 – 2010	52
Grafica 4. Clasificación ABC Bi-Criterio	58
Grafico 5. Tipos de estanterías posibles a utilizar	62
Grafica 6. Estanterías de tres espacios	71
Grafica 7. Distribución transversal de la bodega	74
Grafica 8. Distribución longitudinal de la bodega	75

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁG.
Figura 1. Centro de Consolidación	34
Figura 2. Centro de Ruptura	34
Figura 3. Separación de Almacén de Reserva y Picking	35
Figura 4. Formula de nivel de rotación	54
Figura 5. Fórmula para calcular el COI	66

INDICE DE IMÁGENES

	PAG.
Imagen 1. Escaleras de la distribuidora	48
Imagen 2. Almacenamiento de productos aleatorios	49
Imagen 3. Arrumes en la Distribuidora	50
Imagen 4. Estado actual de los pasillos	51
Imagen 5. Apiladores	70

RESUMEN

Este trabajo titulado “Propuesta de diseño de un centro de distribución para la distribuidora Mercapava s.a.” trata acerca del proceso de diseño de un centro de distribución para los productos manejados dentro de la distribuidora.

Dentro este texto se podrá identificar claramente la metodología realizada para el diseño y distribución interna del centro de distribución y las restricciones encontradas durante el proceso.

La metodología utilizada para el desarrollo del trabajo de grado consistió en la realización de un diagnostico inicial de la situación actual de la bodega utilizada, una vez seleccionado el proceso a atacar, se procede con el diseño del centro de distribución, en el cual seguimos el siguiente proceso: calcular las necesidades de almacenamiento determinando el nivel de Stock para cada referencia y nivel de rotación, luego se realizó un diseño de Lay- out del almacén haciéndonos la pregunta base ¿Qué tipo de estanterías utilizar (convencional o compacta) y como distribuirlas?, después se determinó la dimensión de los pasillos, basándonos en la normatividad colombiana (resolución 2400 de 1979) y en las fichas técnicas de los elementos de manipulación (montacargas y patines), posteriormente se evaluaron 2 alternativas para el diseño interno de la bodega, una longitudinal y otra transversal.

Una vez obtenida esta información se evaluaron los costos de la infraestructura y los elementos de manipulación, encontrando así las principales conclusiones acerca de este trabajo

INTRODUCCIÓN

El granero Pava fundado por el señor Fabio Pava Arbelaez, y funciono con esa razón social durante un periodo de 10 años de aproximadamente, seguidamente el granero fue heredado por sus hijos, quienes le dieron un giro al negocio hasta llegar al que hoy en día se conoce como Distribuidora Mercapava S.A.

Para el año 1992 se establece la empresa Autoservicio Mercapava S.A, dando paso a un nuevo concepto de compra para el municipio de Pradera, y en el año de 1993 el antiguo Granero Pava se transforma en distribuidora Mercapava S.A. dos unidades de negocio que en el año 1999 se transforman en la empresa Mercapava S.A.

En la actualidad la distribuidora, experimenta cambios, debido a los constantes variaciones en los mercados, que ahora son más competitivos y a los grandes avances tecnológicos, que han llevado a que la calidad sea una característica inherente a los productos y/o servicios ofertados. De la misma forma el cliente ha evolucionado, pasando de ser un ente pasivo a ser un ente activo.

El cliente ahora se encuentra mas informado, es más exigente, lo que implica que las empresas deben enfrentarse con mercados crecientes, que exigen el desarrollo del servicio al cliente como una ventaja competitiva.

Dentro del servicio al cliente, se encuentra el manejo adecuado del sistema logístico, como una herramienta que le permite a las empresas desarrollar un nivel competitivo representado en una oportuna respuesta a las solicitudes de los clientes en cuanto a lo que a cadenas de suministro se refiere.

En la actualidad la Distribuidora Mercapava S.A. cuenta con un sistema logístico deficiente, que retrasa la entrega de pedidos, este trabajo se enfocara en uno de los eslabones del sistema que es el almacenamiento, que ha traído pérdidas para

la distribuidora, a causa del reducido espacio de las bodegas que no se adecuan a la cantidad y al volumen almacenado requerido para satisfacer la demanda.

Este estudio presenta un diagnostico de las condiciones actuales de almacenamiento de la Distribuidora Mercapava S.A. por la cual se derivara una propuesta de diseño de un centro de distribución que se adecue a los requerimientos actuales y futuros de la empresa concernientes almacenamiento.

.

1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

El diseño actual del almacén de la distribuidora no es el apropiado ya que es insuficiente para la cantidad y volumen de productos almacenados. Esto ha ocasionado, pérdidas por devoluciones de productos a causa del mal almacenamiento, por ejemplo productos con averías y pedido incompletos. La principal causa de esta problemática ha sido generada por el reducido espacio y la estructura inadecuada con la que cuenta la distribuidora en el área del almacén, lo que ha desencadenado en una mala ubicación y almacenaje de los productos, que a su vez dificultan el manejo de estos dentro de la bodega y que pueden llegar a causar accidentes por el inadecuado almacenamiento y manejo de la mercancía

En el año 2010 la distribuidora presentó ventas totales de \$15.340.960.470 relacionados por meses y el valor de las devoluciones en la tabla 1 y 2.

Tabla 1. Comparación ventas mensuales con el total de devoluciones y devoluciones por averías para el año 2010

Mes	Ventas 2010	Total Devoluciones	% en Devoluciones respecto a las ventas	Devoluciones por Averías	% de Averías respecto a las ventas
Enero	\$ 1.464.768.830	\$ 44.337.883	3,0%	\$ 12.211.305	0,8%
Febrero	\$ 1.251.752.974	\$ 45.667.706	3,6%	\$ 6.148.464	0,5%
Marzo	\$ 1.240.917.178	\$ 42.317.017	3,4%	\$ 17.061.273	1,4%
Abril	\$ 1.169.283.551	\$ 39.487.398	3,4%	\$ 15.648.107	1,3%
Mayo	\$ 1.402.096.861	\$ 50.598.469	3,6%	\$ 33.000.564	2,4%
Junio	\$ 1.204.823.833	\$ 65.422.752	5,4%	\$ 35.057.776	2,9%
Julio	\$ 1.277.556.246	\$ 47.643.161	3,7%	\$ 28.032.228	2,2%
Agosto	\$ 1.346.825.583	\$ 40.706.633	3,0%	\$ 18.023.324	1,3%
Septiembre	\$ 1.120.615.638	\$ 48.722.627	4,3%	\$ 5.750.017	0,5%
Octubre	\$ 1.290.700.436	\$ 103.435.601	8,0%	\$ 59.366.505	4,6%
Noviembre	\$ 1.237.010.905	\$ 70.686.401	5,7%	\$ 20.512.844	1,7%
Diciembre	\$ 1.334.608.435	\$ 42.481.353	3,2%	\$ 28.483.380	2,1%
Total	\$ 15.340.960.470	\$ 641.507.001	4,2%	\$ 279.295.787,7	1,8%

Fuente Distribuidora MercaPava S.A.

Tabla 2. Comparación ventas mensuales con el total de devoluciones y devoluciones por pedidos incompletos para el año 2010

Mes	Ventas 2010	Total Devoluciones	% en Devoluciones respecto a las ventas	Devoluciones Pedidos Incompletos	% de pedidos incompletos respecto a las ventas
Enero	\$ 1.464.768.830	\$ 44.337.883	3,0%	\$ 511.194	0,0%
Febrero	\$ 1.251.752.974	\$ 45.667.706	3,6%	\$ 1.996.278	0,2%
Marzo	\$ 1.240.917.178	\$ 42.317.017	3,4%	\$ 1.371.840	0,1%
Abril	\$ 1.169.283.551	\$ 39.487.398	3,4%	\$ 1.112.281	0,1%
Mayo	\$ 1.402.096.861	\$ 50.598.469	3,6%	\$ 321.986	0,0%
Junio	\$ 1.204.823.833	\$ 65.422.752	5,4%	\$ 2.032.003	0,2%
Julio	\$ 1.277.556.246	\$ 47.643.161	3,7%	\$ 1.613.459	0,1%
Agosto	\$ 1.346.825.583	\$ 40.706.633	3,0%	\$ 659.610	0,0%
Septiembre	\$ 1.120.615.638	\$ 48.722.627	4,3%	\$ 2.863.989	0,3%
Octubre	\$ 1.290.700.436	\$ 103.435.601	8,0%	\$ 566.653	0,0%
Noviembre	\$ 1.237.010.905	\$ 70.686.401	5,7%	\$ 3.964.631	0,3%
Diciembre	\$ 1.334.608.435	\$ 42.481.353	3,2%	\$ 653.595	0,0%
Total	\$ 15.340.960.470	\$ 641.507.001	4,2%	\$ 17.667.519,4	0,1%

Fuente Distribuidora Mercapava S.A.

La cantidad total de ventas se ve directamente afectada por las devoluciones de pedidos, estas devoluciones relacionadas por meses en la tabla 3 y 4, que son generadas por averías en los productos y pedidos incompletos, causados por mal almacenamiento y mal manejo de los productos. Todo esto se viene desencadenado por no tener identificada la ubicación de los productos dentro de la bodega y no tener la infraestructura adecuada. Estas devoluciones generaron a lo largo del año 2010 un valor de \$ 641'507.001 los cuales corresponden al 4 % de las ventas totales de este año.

La cantidad de devoluciones para este año generó una alerta en la distribuidora, ya que dejó de percibir más de 500 millones de pesos en el año, de los cuales 279 millones son a causa de averías y 17 millones por pedidos incompletos, por mal almacenamiento y manejo de los productos, por lo siguiente se encuentra la necesidad de mejorar las condiciones de almacenamiento, ya que las actuales no

son las adecuadas para el plan de desarrollo y crecimiento con el que se cuenta para los próximos 5 años.

Tabla 3. Valores de devoluciones mensuales a causa de averías para la Distribuidora año 2010

Mes	Total Devoluciones	Devoluciones por Averías	% de Averías
Enero	\$ 44.337.883	\$ 12.211.305	27,5%
Febrero	\$ 45.667.706	\$ 6.148.464	13,5%
Marzo	\$ 42.317.017	\$ 17.061.273	40,3%
Abril	\$ 39.487.398	\$ 15.648.107	39,6%
Mayo	\$ 50.598.469	\$ 33.000.564	65,2%
Junio	\$ 65.422.752	\$ 35.057.776	53,6%
Julio	\$ 47.643.161	\$ 28.032.228	58,8%
Agosto	\$ 40.706.633	\$ 18.023.324	44,3%
Septiembre	\$ 48.722.627	\$ 5.750.017	11,8%
Octubre	\$ 103.435.601	\$ 59.366.505	57,4%
Noviembre	\$ 70.686.401	\$ 20.512.844	29,0%
Diciembre	\$ 42.481.353	\$ 28.483.380	67,0%
Total	\$ 641.507.001	\$ 279.295.787,7	43,5%

Fuente Distribuidora MercaPava S.A.

Tabla 4. Valores de devoluciones mensuales a causa de pedidos incompletos para la Distribuidora año 2010

Mes	Total Devoluciones	Devoluciones Pedidos Incompletos	% de pedidos incompletos respecto a las ventas
Enero	\$ 44.337.883	\$ 511.194	1,2%
Febrero	\$ 45.667.706	\$ 1.996.278	4,4%
Marzo	\$ 42.317.017	\$ 1.371.840	3,2%
Abril	\$ 39.487.398	\$ 1.112.281	2,8%
Mayo	\$ 50.598.469	\$ 321.986	0,6%
Junio	\$ 65.422.752	\$ 2.032.003	3,1%
Julio	\$ 47.643.161	\$ 1.613.459	3,4%
Agosto	\$ 40.706.633	\$ 659.610	1,6%
Septiembre	\$ 48.722.627	\$ 2.863.989	5,9%
Octubre	\$ 103.435.601	\$ 566.653	0,5%
Noviembre	\$ 70.686.401	\$ 3.964.631	5,6%
Diciembre	\$ 42.481.353	\$ 653.595	1,5%
Total	\$ 641.507.001	\$ 17.667.519,4	2,8%

Fuente Distribuidora MercaPava S.A.

Adicionalmente se encuentra que esto no se presenta solo en este año, si no que el valor perdido en devoluciones por mal almacenamiento y manejo de los productos tiene una aparición en años anteriores. En el año 2009 las ventas de la distribuidora fueron mayores, por lo tanto se destaca mayor cantidad de perdidas en este año en comparación con el año 2010. Para lo cual se muestra la tabla 5 y 6, creada con los datos brindados por la distribuidora para el análisis de este problema.

Se realizó la agrupación de los datos de devoluciones a causa de averías y pedidos incompletos de los años 2009 y 2010 para realizar la comparación

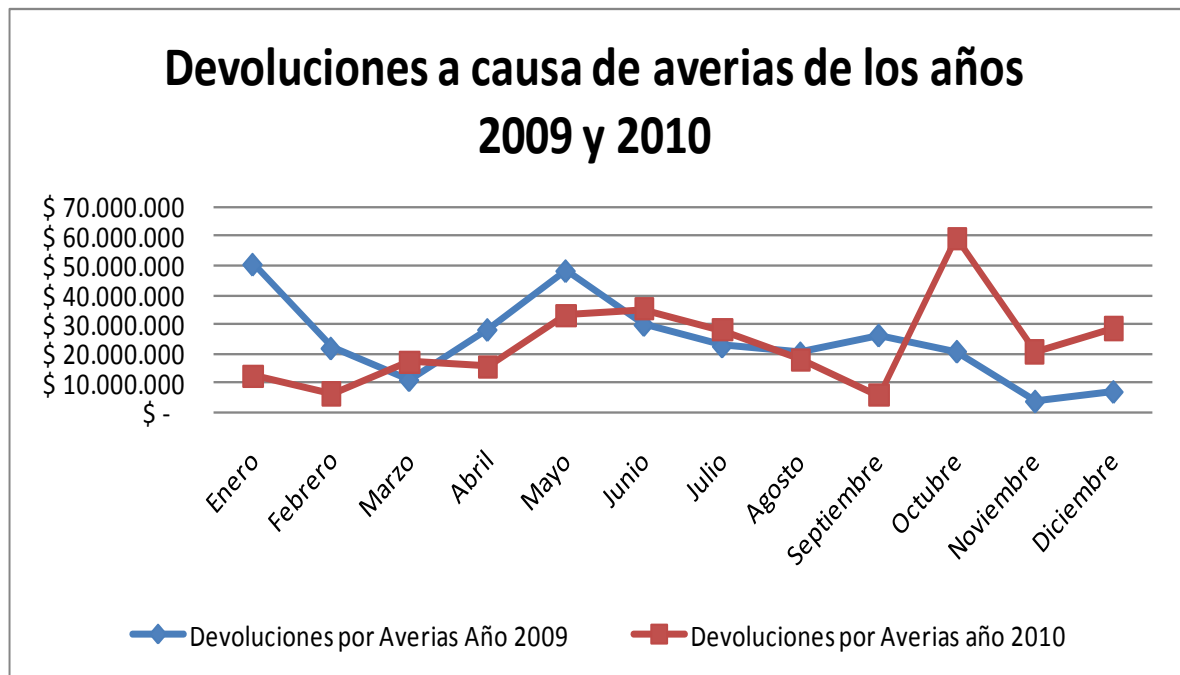
Tabla 5. Valores de devoluciones a causa de averías de la distribuidora en los años 2009 y 2010

Mes	Devoluciones por Averias Año 2009	Devoluciones por Averias año 2010
Enero	\$ 50.564.285	\$ 12.211.305
Febrero	\$ 21.954.701	\$ 6.148.464
Marzo	\$ 11.138.149	\$ 17.061.273
Abril	\$ 28.276.783	\$ 15.648.107
Mayo	\$ 48.349.185	\$ 33.000.564
Junio	\$ 29.974.663	\$ 35.057.776
Julio	\$ 22.635.544	\$ 28.032.228
Agosto	\$ 20.305.563	\$ 18.023.324
Septiembre	\$ 26.376.142	\$ 5.750.017
Octubre	\$ 20.859.653	\$ 59.366.505
Noviembre	\$ 3.867.926	\$ 20.512.844
Diciembre	\$ 7.113.486	\$ 28.483.380
Total	\$ 291.416.083	\$ 279.295.788

Fuente Distribuidora MercaPava.S.A.

Con base a estos datos se obtuvo la grafica 1, para observar el aumento de un año a otro.

Gráfica 1. Comparación de devoluciones por averías entre los años 2009 y 2010



Fuente Distribuidora MercaPava.S.A

En la gráfica 1 podemos analizar que a pesar de que el año 2009 fue un año superior en ventas en el año 2010 se acerca a los niveles de devoluciones por averías presentado en el año anterior.

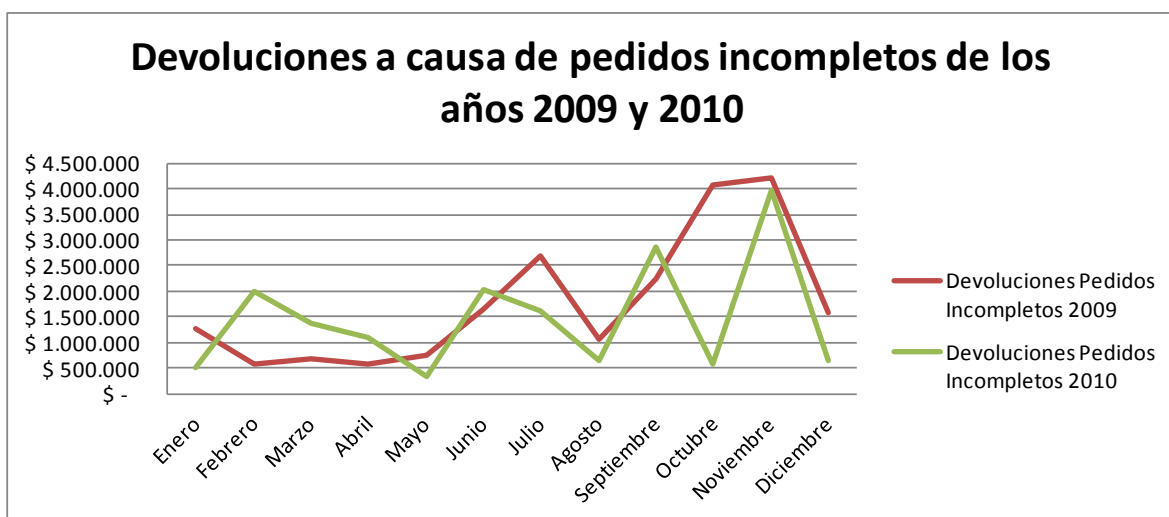
En la gráfica 2 podemos analizar que a pesar de que el año 2009 fue un año superior en ventas en el año 2010 se acerca a los niveles de devoluciones por pedidos incompletos presentado en el año anterior.

Tabla 6. Valores de devoluciones a causa de pedidos incompletos de la distribuidora en los años 2009 y 2010

Mes	Devoluciones Pedidos Incompletos 2009	Devoluciones Pedidos Incompletos 2010
Enero	\$ 1.276.555	\$ 511.194
Febrero	\$ 579.888	\$ 1.996.278
Marzo	\$ 696.934	\$ 1.371.840
Abril	\$ 568.526	\$ 1.112.281
Mayo	\$ 740.924	\$ 321.986
Junio	\$ 1.640.172	\$ 2.032.003
Julio	\$ 2.682.949	\$ 1.613.459
Agosto	\$ 1.056.251	\$ 659.610
Septiembre	\$ 2.231.468	\$ 2.863.989
Octubre	\$ 4.086.325	\$ 566.653
Noviembre	\$ 4.212.041	\$ 3.964.631
Diciembre	\$ 1.570.844	\$ 653.595
Total	\$ 21.342.877,1	\$ 17.667.519,4

Fuente Distribuidora MercaPava S.A.

Gráfica 2. Comparación de devoluciones por pedidos incompletos entre los años 2009 y 2010



Fuente Distribuidora MercaPava S.A

2. JUSTIFICACION

3.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Hoy, en una era de disminución de los ciclos de vida, proliferación de productos y nuevas tecnologías, el dominio de la logística se ha convertido en un ingrediente esencial para el éxito competitivo. Un sistema logístico mal administrado puede crear una cantidad interminable de problemas, pues la competitividad de los mercados, depende en gran parte de la habilidad que tiene la compañía para adaptarse al cambio, reduciendo variables como lead time y los costos logísticos, incrementando los niveles de servicio al cliente y mejorando la calidad de sus productos.

La competitividad y la globalización en el almacenamiento de productos de consumo masivo, han convertido a los sistemas logísticos y sus eslabones en la mejor estrategia para generar valor y diferenciación a sus clientes, lo que lleva al aumento el nivel de servicio y se generaran mayores ingresos, disminuyendo costos y aumento de la rentabilidad operativa.

Diversos son los autores como Alvaro Norberto Silva¹, Donald J. Bowersox, David Closs², Ronald H. Ballou³, Mikel Mauleon⁴, coinciden en la importancia de las funciones logísticas en las organizaciones. Para una empresa que opere en una economía de alto nivel, es vital una buena gestión de las actividades logísticas.

Los sistemas logísticos, son los que proporcionan el puente entre productores y clientes. "La logística contribuye a la competitividad empresarial, con la reducción

¹ Álvaro Silva. "Logística de Almacenamiento" Tecana American University. Caracas 2006. PP. 7-21

² Donald J. Bowersox y otros. Administración y Logística en la Cadena de suministros, Segunda edición. 2007 Capítulo 9 Decisiones de Almacén

³ Ronald H. Ballou. Logística. Administración de la cadena de suministro Quinta edición.

⁴ Mikel Mauleon Logística y Costos,, Capítulo 6 Almacén. Pp 91-118

de costos (reducción de averías en almacenaje, incremento y aprovechamiento de las capacidad de almacenamiento, etc) y en el incremento del nivel de servicio al cliente, es decir, se pueden lograr importantes ventajas competitivas a partir de un adecuado diseño y aplicación de la logística en la empresa (métodos de optimización de almacenaje)".⁵

3.2. JUSTIFICACIÓN PRACTICA

Las grandes empresas en la actualidad se hacen más competitivas dentro de su rama de desempeño y cada vez adoptan más estrategias con el fin de garantizar el éxito. Estas organizaciones están adoptando herramientas de mejoramiento, basadas en los nuevos enfoques logísticos como en la selección del tipo de estanterías, métodos de distribución interna de almacenes entre otros, con lo que proyectan las metas de corto, mediano y largo plazo.

Con el propósito de establecerse metas, que permitan el alcance de los sistemas logísticos, enfocados al cumplimiento de la Visión, Misión, Valores etc., estos elementos conjugados, comprometen tanto a empleados como a empleadores, a través de un sentido de pertenencia para alcanzar los objetivos. La necesidad de plantear la evaluación de los procesos del área de logística, incidirá en la mejoramiento del sistema, ya que mediante su análisis se podrán establecer los lineamientos a seguir en cuanto al sistema logístico, requeridos para el logro de los objetivos del departamento en beneficio de la organización, esto con el fin de que la empresa pueda continuar siendo una compañía competitiva en el mercado.

Como resultado del diseño del sistema de almacenamiento se generaran beneficios que se expresarán en la calidad de sus servicios, aprovechamiento de sus recursos, disminución de los costos y aumento de la rentabilidad operativa, la

⁵, Torres Gemell/ Medeos Cabrera, en fundamentos generales de la logística, 2007

cual se ve afectada directamente por las devoluciones a causa de los problemas de almacenamiento (averías en los productos, pedidos incompletos a causa de no conocer la ubicación en la bodega). Esta propuesta de diseño brindara a la distribuidora una permanencia en el tiempo ya que la adaptación a los cambios del mercado debidos a la globalización será más rápida.

3.3. JUSTIFICACIÓN INVESTIGATIVA

Un aspecto estratégico que se constituye en un reto para la administración de la logística, es la tendencia hacia la globalización y el ingreso de nuevas tecnologías al mercado, pues estas generan modificaciones en la forma de realizar el almacenamiento de los productos, esto ha causado alteración en los mercados y clientes; debido a que exigen mayor calidad en la prestación del servicio⁶.

La investigación tiene como propósito fundamental, realizar una propuesta de diseño de un centro de distribución para la Distribuidora Merca pava.

Por ello se consultara como las variables de almacenamiento han impactado el sistema de almacenaje de la distribuidora. Adicionalmente se pretenderá encontrar la causa del por qué el almacenamiento es ineficiente y por que ha sido causante de la disminución de la utilidad operativa para la distribuidora.

⁶ Ronald H. Balloud. Logística empresarial control y planificación

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar una propuesta de diseño del Lay-out para el centro de distribución de la Distribuidora Mercapava S.A.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar el sistema actual de almacenamiento.
- Identificar las herramientas de ingeniería enfocadas al diseño de centros de almacenamiento
- Definir la capacidad necesaria para el volumen actual de productos, tipos y cantidad de estanterías.
- Realizar una propuesta de diseño del lay-out de la bodega.

5. METODOLOGIA

La metodología se fundamentara en identificar con el uso de las herramientas investigativas y concluyentes que nos permitan diagnosticar y proponer un diseño del centro de almacenamiento que cumpla con los requerimientos esenciales del almacén y permita el buen funcionamiento del sistema logístico.

Inicialmente es de tipo exploratorio, por que se procura examinar la situación y obtener de esta forma un perfil o conocimiento previo de la empresa; de la misma forma, servirá para observar cómo han abordado diversas situaciones en el pasado, familiarizarse con el tema de investigación, determinar prioridades e identificar relaciones potenciales entre variables.

Posteriormente, será de corte descriptivo, analítico y concluyente con lo que se busca conocer las características específicas y de igual forma medir y evaluar los diversos aspectos que interactúan con el objeto de estudio.

El desarrollo de esta investigación se hará en varias etapas, que se realizaran metodológicamente y nos llevarán al logro del objetivo de este trabajo, las cuales son:

1. Recopilación de la información
2. Tratamiento y análisis de la información
3. Diagnóstico

Posteriormente mediante el análisis e interpretación de la situación actual, y con base en la información suministrada por la Distribuidora Mercapava S.A., se realizará el diseño del centro de almacenamiento, para mejorar las condiciones actuales.

Para ello se tendrá como base los datos históricos de la compañía, para poder determinar la rotación de los productos dentro de la Distribuidora Mercapava S.A.

Se utilizará herramientas cualitativas y cuantitativas para determinar las dimensiones del nuevo centro de distribución de la bodega.

Se utilizarán investigaciones previas del diseño de almacenes y textos de consulta como guía para el desarrollo del trabajo

Para el diseño de los almacenes se tendrá en cuenta los siguientes factores.⁷

- Cálculo de las necesidades de almacenamiento
 - Determinar el nivel de Stock para cada referencia
 - Determinar el nivel de rotación
- Diseño de Lay- out del almacén
 - Qué tipo de estanterías utilizar (convencional o compacta) y como distribuirlas
 - Determinar la ubicación de los pasillos
 - Tener presente las dimensiones de las estibas
- Cálculo de las necesidades de personal y elementos de manipulación.
 - Nivel de productividad de la maquina
 - Movimientos de la maquinaria en el almacén
- Elección de Alternativas.
 - Comparación entre las alternativas propuestas
- Calculo de Costos.
 - Calcular los costos de inversión

⁷ Mikel Mauleon, Logística y Costos, Capítulo 6 Almacén, pp. 91-118

6. MARCO TEÓRICO

La razón de ser de todo almacén, estriba en el hecho de que el hombre debe de guardar aquello que produce, para consumirlo con cierta dosificación. Y esta es precisamente la razón última (o primera), de la existencia de los almacenes. El hombre produce bienes en un lugar determinado en el tiempo, pero no precisa consumirlos con regularidad.

La necesidad de mejorar la productividad viene del mundo de la competencia entre las empresas. Cuando un mercado permanece estable, las empresas pueden sobrevivir sin manejar sus activos con eficiencia. Pero la creciente inestabilidad nacional e internacional de los mercados, además del aumento número de empresas multinacionales que se están abriendo paso en los mercados internos y externos, por lo que Colombia no es una excepción, también constituye oportunidades y amenazas para las empresas, que tienen que ser obligatoriamente mas productivas para mantenerse competitivas.

En el estudio de la administración moderna el almacén es un medio para lograr economías potenciales y para aumentar utilidades de la empresa.

El manejo de inventarios ha llegado a la cumbre de los problemas de la administración de empresas debido a que es un componente fundamental de la productividad. En mercados altamente competitivos, las empresas trabajan con inventarios cada vez más bajos y con niveles de servicios cada vez más altos.⁸

⁸ Álvaro Silva. "Logística de Almacenamiento" Tecana American University. Caracas 2006. PP. 7-21

6.1. ALMACENAMIENTO⁹.

6.2.1. Definición: Esta función controla físicamente y mantiene todos los artículos inventariados. Al elaborar la estrategia de almacenamiento se deben definir de manera coordinada el sistema de gestión del almacén y el modelo de almacenamiento.

6.2.2. Principios de Almacenaje: Al margen de que cualquier decisión de almacenaje que se adopte tenga que estar enmarcada en el conjunto de actividades de la distribución integrada, se deben tener siempre en cuenta las siguientes reglas generales o Principios de Almacenaje:

- 1.** El almacén no es un ente aislado, independiente del resto de las funciones de la empresa. En consecuencia, su planificación deberá ser acorde con las políticas de ésta e insertarse en la planificación general para participar de sus objetivos empresariales.
- 2.** Las cantidades almacenadas se calcularán para que los costos que originen sean mínimos; siempre que se mantengan los niveles de servicios deseados.
- 3.** La disposición del almacén deberá ser tal que exija los menores esfuerzos para su funcionamiento; para ello deberá minimizarse:
 - a. El espacio empleado, utilizando al máximo el volumen de almacenamiento disponible.
 - b. El tráfico interior, que depende de las distancias a recorrer y de la frecuencia con que se produzcan los movimientos.
 - c. Los movimientos, tendiendo al mejor aprovechamiento de los medios disponibles y a la utilización de cargas completas.

⁹ Álvaro Silva. "Logística de Almacenamiento" Tecana American University. Caracas 2006. PP. 7-21

d. Los riesgos, debe considerarse que unas buenas condiciones ambientales y de seguridad incrementan notablemente la productividad del personal.

4. Por último, un almacén debe ser lo más flexible posible en cuanto a su estructura e implantación, de forma que pueda adaptarse a las necesidades de evolución en el tiempo.

6.2. SISTEMA DE GESTIÓN DEL ALMACÉN

La importancia de este sistema radica en que incide directamente sobre el período de permanencia de los productos en el almacén. El sistema más conocido es el FIFO, según el cual el primer producto llegado al almacén, es el primero que se despacha, está el sistema LIFO (last in, first out) Entiende que la última mercancía que entra es la primera que sale, FEFO: del inglés, first expired, first out, es decir primero en caducar, primero en salir. Utilizado en la industria farmacéutica. 10

6.3. FUNCIONES DE LOS ALMACENES¹¹

- Mantener las materias primas a cubierto de incendios, robos y deterioros.
- Permitir a las personas autorizadas el acceso a las materias almacenadas.

¹⁰ Donald J. Bowersox y otros. Administración y Logística en la Cadena de suministros, Segunda edición. 2007 Capítulo 9 Decisiones de Almacén

¹¹ Álvaro Silva. "Logística de Almacenamiento" Tecana American University. Caracas 2006. PP. 7-21

- Mantener informado constantemente al departamento de compras, sobre las existencias reales de materia prima.
- Llevar en forma minuciosa controles sobre las materias primas (entradas y salidas)
- Vigilar que no se agoten los materiales (máximos – mínimos).
- Minimizar costos logrando así dar mayor eficiencia a la empresa.
- Darle movimiento a los productos estacionados dentro del almacén, tanto de entrada como de salida.
- Valorizar, controlar y supervisar las operaciones internas de los movimientos físicos y administrativos.

6.4. RAZONES PARA ALMACENAR

Existen 4 razones básicas para usar espacio de almacenamiento¹²

- 6.4.1.** Reducir los costos de producción - transportación: El almacenamiento y su inventario asociado son gastos añadidos, pero pueden ser compensados por costos bajos obtenidos gracias a la mejora en la eficiencia en transportación y producción.
- 6.4.2.** Coordinar oferta y demanda: Las empresas de producción altamente estacional, conjuntamente con una razonable demanda constante, tiene problemas de coordinar la oferta con la demandada.
- 6.4.3.** Ayudar en el proceso de producción: El almacenamiento puede ser parte del proceso de producción. La fabricación de algunos productos como queso, vinos y licores que requieren ciertos tiempos para madurar. Los

¹² Ronald H. Ballou Logística. Administración de la cadena de suministro quinta edición

almacenes no solo sirven para mantener el producto durante esta fase de fabricación sino que, en caso de los productos gravados con impuestos, sirven para asegurar el producto hasta el momento de la venta.

6.4.4. Ayudar el proceso de marketing: El marketing se preocupa frecuentemente de la rapidez con la que debe estar disponible el producto en el mercado. El almacenamiento se usa para agregar valor al producto. Es decir, al almacenar un producto cerca de los clientes a menudo puede reducir el tiempo de reparto o la oferta puede estar disponible sin demora.¹³

6.5. CLASIFICACIÓN DE LOS ALMACENES¹⁴

Cada almacén es diferente de cualquier otro. Por lo tanto, es necesario establecer mecanismos para clasificar los almacenes. Algunos de los parámetros usados para su clasificación son:¹⁵

- 1) Según su relación con el flujo de producción.
- 2) Según su ubicación.
- 3) Según el material a almacenar.
- 4) Según su localización.
- 5) Según su función logística.

¹³ Ronald H. Ballou Logística. Administración de la cadena de suministro quinta edición.

¹⁴ Álvaro Silva. "Logística de Almacenamiento" Tecana American University. Caracas 2006. PP. 7-21

¹⁵ Donald J. Bowersox y otros. Administración y Logística en la Cadena de suministros, Segunda edición. 2007 Capítulo 9
Decisiones de Almacén

6.5.1. Según su relación con el flujo de producción.

Los almacenes se pueden clasificar según su relación con el flujo de producción en los siguientes:

- Almacenes de materias primas: aquellos que contienen materiales, suministros, envases, empaques, etc.; que serán posteriormente utilizados en el proceso de transformación productiva.
- Almacenes de productos intermedios: aquellos que sirven de colchón entre las distintas fases de obtención de un producto.
- Almacenes de productos terminados: son los que se usan exclusivamente para almacenar productos del final del proceso de transformación productivo.
- Almacenes de materia auxiliar: sirven para almacenar repuestos, productos de limpieza, aceites, pinturas, etc.
La demanda de estos productos suele ser relativa.
- Almacenes de preparación de pedidos y distribución: su objeto es acondicionar el producto terminado y ponerlo a disposición del cliente.

6.5.2. Según su ubicación:

- **Almacenaje interior:** almacenaje de productos con protección completa contra cualquiera de los agentes atmosféricos, permitiéndose incluso modificar las condiciones de temperatura e iluminación.

- **Almacenaje al aire libre:** carecen de cualquier tipo de edificación y están formados por espacios delimitados por cercas, marcados por números, señales pintadas, etc.

6.5.3. Según el material a almacenar:

- **Almacén para bultos:** el objetivo de este almacén radica en reunir el material en unidades de transporte y de almacén cada vez mayores para el aprovechamiento pleno de la capacidad de carga de un vehículo para conseguir su transporte económico.
- **Almacenaje de gráneles:** si es posible, debe estar en las proximidades del lugar de consumo debido a que el transporte es costoso. Hay que hacer transportable y almacenable el material que se puede verter. Su contenido debe poderse medir automáticamente, su extracción regulable y con conexión a un medio de transporte.
- **Almacenaje de líquidos:** es un material específico de granel pero que puede ser transportable por tuberías.
- **Almacenaje de gases:** requieren unas medidas de seguridad especiales que han de ser observadas por la alta presión, temperaturas o la particular inflamabilidad.

6.5.4. Según su localización: Se clasifican en almacenes centrales y regionales:

- **Almacenes centrales:** aquellos que se localizan lo más cerca posible del centro de fabricación. Están preparados para manipular cargas de grandes dimensiones.
- **Almacenes regionales:** aquellos que se ubican cerca del punto de consumo. Están preparados para recoger cargas de grandes dimensiones y servir mediante camiones de distribución de menor capacidad.

La elección de almacenes centrales o almacenes regionales depende del tipo de carga y la estructura de los costos de la empresa. Así productos de bajo valor, o costos de transporte elevados, conducen al uso de almacenes regionales. Por el contrario, con costos de almacén elevados, por el valor del producto, implican almacenes centrales. En cualquier caso existen métodos para la evaluación de la mejor decisión al respecto.

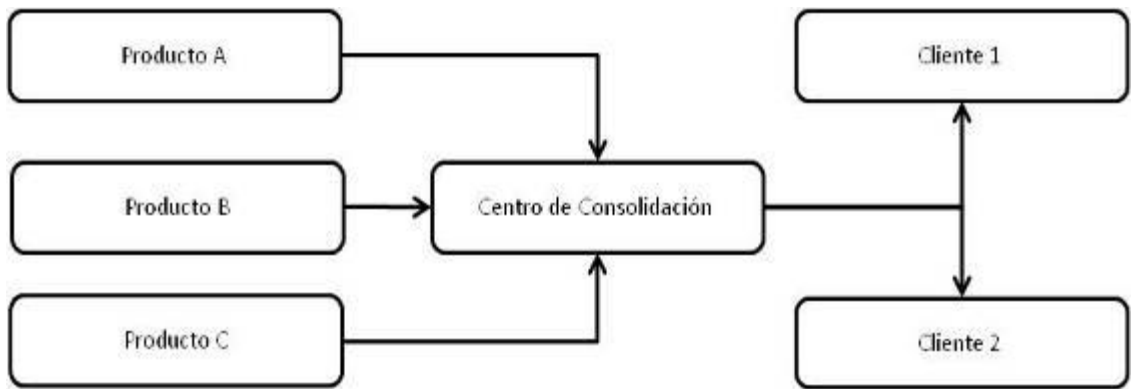
6.5.5. Según su función logística: Estos pueden clasificarse de la siguiente forma:

- **Centro de consolidación:** estos almacenes reciben productos de múltiples proveedores y los agrupan para servirlos al mismo cliente. Ver figura 1.

Son muy habituales en industrias cuyos productos tienen una gran cantidad de componentes. El centro de consolidación produce ahorros por el uso de medios eficientes de transporte al agrupar envíos reduciendo los niveles de stock en el cliente.

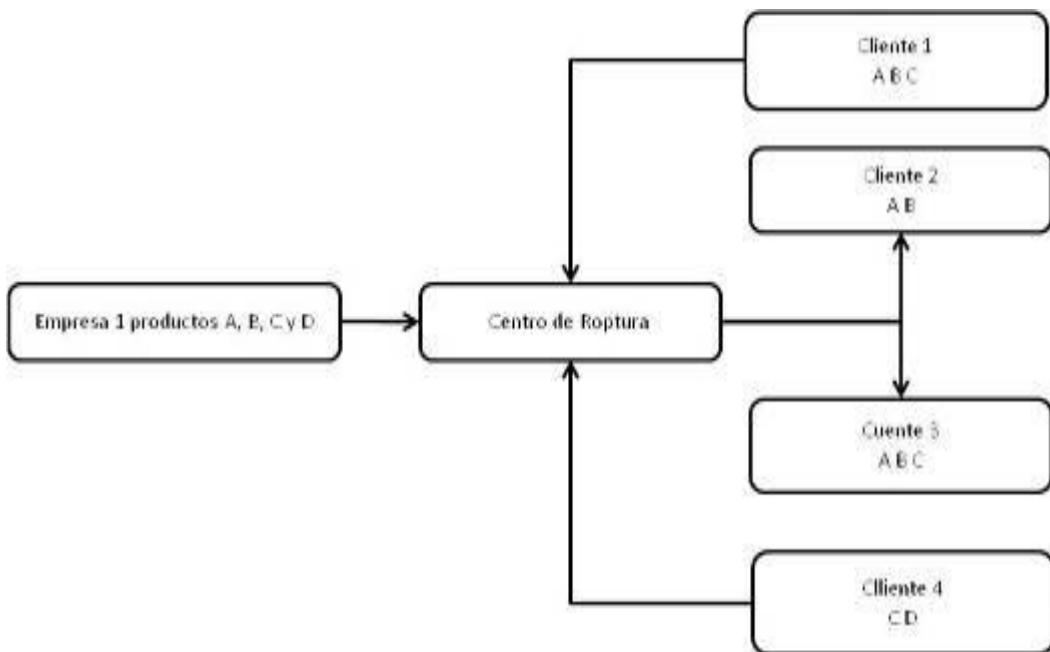
- **Centro de Ruptura:** tienen la función inversa de los centros de consolidación. Reciben la carga de un número reducido de proveedores y sirven a un gran número de clientes, con necesidades dispares. Ver figura 2.

Figura 1. Centro de Consolidación



Fuente. Álvaro Silva. "Logística de Almacenamiento" Tecana American University. Caracas 2006. PP. 14

Figura 2. Centro de Ruptura

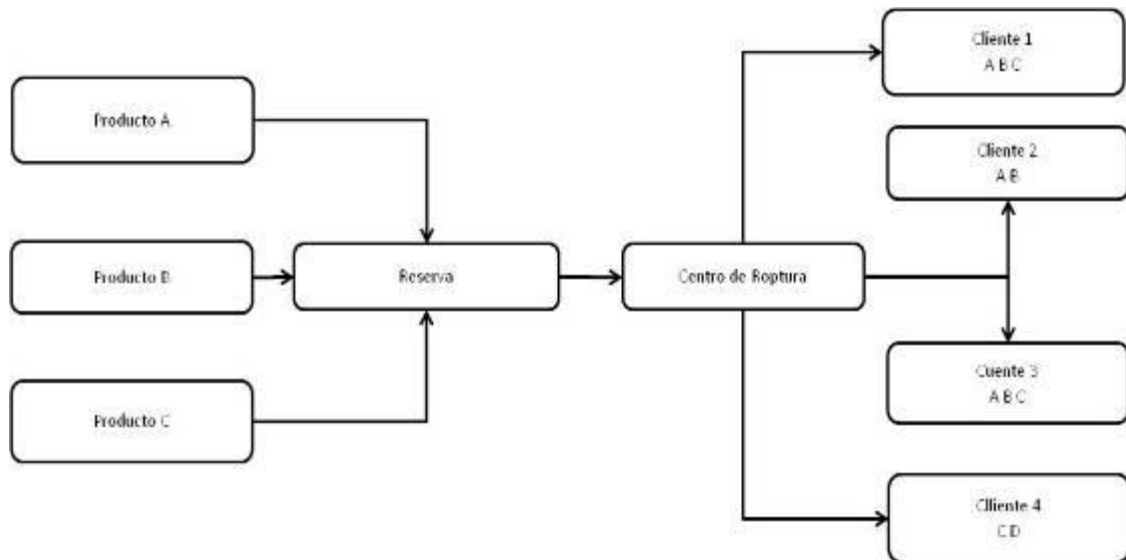


Fuente. Álvaro Silva. "Logística de Almacenamiento" Tecana American University. Caracas 2006. PP. 15

Reducen el número de contacto de los fabricantes con los clientes finales y reducen el movimiento de los clientes que únicamente han de acudir a un centro de ruptura para recoger múltiples productos.

La mayor simplicidad de estos dos (2) sistemas hace que en la práctica, empresas con múltiples proveedores y múltiples clientes (como los sistemas de distribución) desagrupen las funciones pasando a tener un centro de consolidación para el aprovisionamiento y un centro de ruptura para la distribución. Ver figura3.

Figura 3. Separación de Almacén de Reserva y Picking



Fuente. Álvaro Silva. "Logística de Almacenamiento" Tecana American University. Caracas 2006. PP. 16

Esta aplicación es lo que se conoce como separación del almacén de reserva y picking. Es interesante considerarla cuando la unidad de carga de salida es menor que la unidad de carga de entrada

- **Centro de Tránsito:** conocidos en ingles como cross-dock, son almacenes que no almacenan, solo mueven productos. Un ejemplo claro son los almacenes

La gestión de almacenes e inventarios adquieren una gran importancia dentro de la red logística ya que constituyen decisiones claves que definen en gran medida la estructura de los costos – servicios del sistema logístico de una empresa. Si pudiéramos definir con verdadera exactitud la demanda y lograr un suministro eficiente y efectivo, la razón de ser de esta actividad no sería necesaria, pero la realidad es otra. El impacto de factores tales como la globalización de los mercados, el incremento acelerado de los avances científicos-técnicos, la aceptación acelerada del “justo a tiempo” y el surgimiento de nuevas necesidades como brindar servicios que agreguen valor al producto, no permiten operar con costos razonables, por lo que el empleo de los almacenes e inventarios es una herramienta para mejorar la coordinación demanda – suministro.

Cualquier reducción en el costo de almacenamiento incidirá a la hora de definir el costo final del producto, ya que el precio de un producto lo fija comúnmente el mercado, la reducción de los costos de almacenamiento redundará de inmediato en un aumento de los beneficios de la empresa y en los clientes. Ver tabla 7.¹⁷

6.7. DISEÑO DE ALMACENES

Tradicionalmente los almacenes son el área donde se tiene en resguardo los materiales de las empresas: por definición un almacén es la unidad de servicio en la estructura orgánica y funcional de una empresa, con objetivos de resguardo, custodia, control y abastecimiento de materiales y productos¹⁸.

El diseño de almacenes es una actividad especializada, que se da en la planeación de la empresa, para ello no se debe perder de vista el uso de planos arquitectónicos que los almacenes, estos deben ser diseñados en términos de metros cúbicos y no de metros cuadrados, ya que el espacio vertical puede ser

¹⁷ Frank Daly, Industrial Engineering, Mayo 1993, pp. 61-92

¹⁸ Cantú Diseño de almacenes, Universidad de las Américas Puebla, México 1984. PP. 8

convenientemente utilizado la manera de aumentar al máximo el volumen de almacenamiento sin aumentar la superficie requerida. El almacén debe planificarse de manera que el ambiente de trabajo resulte agradable y se facilite el crecimiento futuro. La buena iluminación agiliza la localización de materiales, evita robos reduce los accidentes. Las pérdidas de los inventarios pueden ser fatales para una empresa. Un buen sistema de detección y extinción de incendios protege los inventarios¹⁹

Tabla 7. Relación entre variables importantes para el cliente

REQUERIMIENTO DEL CLIENTE	FACTORES	MEDIDAS
PRODUCTO CORRECTO	* Errores del Operador.	Devoluciones
	* Control de Ubicación.	Artículo
	* Identificación de Roturas de Stock.	
	* Obtención del documento.	
CANTIDAD CORRECTA	* Operación de Contabilidad	Seguridad
	* Niveles de Inventario.	Índice de Satisfacción
	* Procedimientos de Entrenamiento	Índices de Pendientes
BUENA CONDICIÓN	* Embalaje Especificado.	Quejas y Reclamos
	* Capacidad de Almacenaje.	Ventas Dañadas
	* Condición de los Equipos.	
	* Destreza	
EN TIEMPO	* Capacidad total.	Embarques / Ordenes
	* Programación de las órdenes	Mantener Promesas
	* Administración del recojo.	
	* Relaciones del Tráfico con Transportistas	

Fuente: Frank Daly, Industrial Engineering, Mayo 1993, pp. 61-92

¹⁹ Cantú Diseño de almacenes, Universidad de las Américas Puebla, México 1984. PP. 7-11

6.8. DECISIONES DE DISEÑO DEL ALMACÉN

El diseño del almacén debe considerar las características del movimiento de productos. Tres factores que se determinan durante el proceso de diseño son:²⁰

- La cantidad de pisos que debe incluir la instalación
- Un plan de utilización del espacio cúbico
- El flujo de productos.

El diseño ideal de un almacén es un edificio de un piso que elimine la necesidad de mover productos en forma vertical. La utilización de dispositivos de manejo vertical, como elevadores y bandas transportadoras para mover productos de un piso a otro requiere tiempo, energía y suele crear atascos en el manejo, por lo tanto, aunque no siempre es posible, sobre todo en los distritos de negocio en donde el terreno es restringido o costoso, como regla general los almacenes deben diseñarse de un solo piso para facilitar el manejo de los materiales.

El diseño de un almacén debe maximizar la utilización del espacio cúbico. Casi todos los almacenes se diseñan con techos de 4 a 9 metros de altura. La altura máxima eficaz de un almacén está limitada por las capacidades de elevación segura del equipo de manejo de materiales, el diseño de los anaqueles y las regulaciones de protección contra incendios impuestas por los sistemas aspersores. Se debe tener en cuenta también al momento de implementar la estantería apropiada por medio de un análisis costo-beneficio.²¹

²⁰ Donald J. Bowersox y otros. Administración y Logística en la Cadena de suministros, Segunda edición. 2007 Capítulo 9 Decisiones de Almacén

²¹ Donald J. Bowersox y otros. Administración y Logística en la Cadena de suministros, Segunda edición. 2007 Capítulo 9 Decisiones de Almacén

Es difícil planear un lay-out general de un almacén por que suele personalizarse para atender requerimientos específicos de manejo de productos. Si se utilizan estibas, un paso inicial es determinar el tamaño adecuado de la estiba, para productos especializados puede ser aconsejable un tamaño no estándar.²²

Un segundo paso al planificar la disposición del almacén tiene que ver con el posicionamiento de las estibas. Lo más práctico y común es colocar las estibas a 90 grados.

Este posicionamiento se utiliza mucho debido a que es de fácil ubicación. La colocación en Angulo significa que se ubica la entrada de acceso a la estiba perpendicular al pasillo.²³

Por último de manejo debe integrarse para finalizar el layout. La ruta y el tiempo de flujo de productos dependen del sistema de manejo de materiales.

Existen varias técnicas que ayudan a calcular el tamaño de un almacén. Cada método comienza con una proyección del volumen total que se espera mover dentro de este durante un periodo determinado. La proyección se utiliza para estimar existencias básicas y de seguridad para cada producto se va a guardar en el almacén. Algunas técnicas consideran un inventario normal y máximo. Si no se consideran la tasa de utilización, el tamaño del almacén puede ser excesivo. Sin embargo es importante observar que una queja recurrente de los administradores de almacenes es que se calcula con insuficiencia los requerimientos de tamaño. Una buena regla práctica es incorporar 10% de espacio adicional para considerar

²² Administración y Logística en la Cadena de suministros, Capítulo 9, Decisiones de almacén, Layout, Segunda edición, Donald J. Bowersox, David J. Closs y M. Bixby Cooper 2007

²³ Hellen I Richardson, "Genting-Your warehouse in order" Logistics. Today, Octubre de 2003 pp. 38- 42

el aumento en el volumen, los productos nuevos y las nuevas oportunidades de negocio.²⁴

6.9. DETERMINACIÓN DEL LAYOUT DEL ALMACÉN

El layout o las áreas del almacenamiento de un almacén se deben planificar para facilitar el flujo de productos. La disposición y el sistema de manejo de materiales están muy integrados. Además. Deben ponerse atención especial en la ubicación, la cantidad y el diseño de los andenes de recepción y despacho de mercancía.²⁵

²⁴ Donald J. Bowersox y otros. Administración y Logística en la Cadena de suministros, Segunda edición. 2007 Capítulo 9 Decisiones de Almacén

²⁵ Donald J. Bowersox y otros. Administración y Logística en la Cadena de suministros, Segunda edición. 2007 Capítulo 9 Decisiones de Almacén

7. ESTADO DEL ARTE

En el proceso de investigación se reviso una gran variedad de documentos, de los cuales se seleccionaron los relacionados a continuación, estos tocan temas de diseño de almacenes, clasificación ABC, y sistemas de operación de los almacenes, con los que se baso el trabajo, teniendo en cuenta las experiencias de los autores relacionados a continuación:

En el trabajo realizado por Miriam Niño y William Olaya de la Universidad del Valle en Cali-1986 llamado “Organización y diseño de un sistema de manejo de materiales para una empresa del sector industrial”²⁶, Se hace un estudio de la distribución física de los materiales en el área de almacén para optimizar el espacio utilizado, con base en aspectos como:

1. Especificación y dimensiones de la bodega
2. Cantidad de materiales a almacenar
3. Tipo de empaques

Se determinó la ubicación de cada material utilizando:

1. El índice de rotación o uso de los ítems.
2. Las características y propiedades de los materiales (peso, forma, fragilidad, estado, características especiales)
3. Disponibilidad de espacio vertical

²⁶ Miriam Niño y William Olaya “Organización y diseño de un sistema de manejo de materiales para una empresa del sector industrial” Universidad del Valle en Cali-1986

Además el señor Luis Felipe León Luis y Pedro Rodríguez Barba en el año 2003 publican su trabajo “Distribución de los artículos del almacén de insumos dentro de la empresa siderúrgica Atlax”²⁷ cuyo objetivo principal es dar solución a los problemas de control de los materiales general, proponiendo alternativas de logística que conlleven a un mejor manejo y control de los materiales, así como una mejor distribución del almacén. Un aspecto a rescatar de este trabajo es la distribución de materiales propuesta en el almacén de la empresa Atlax, en donde consideran las diversas características del material (peso, tamaño, presentación), la posición de estos en los racks o estantes, la codificación de los racks y la capacidad del almacén. De igual forma se utiliza la clasificación ABC según la utilización para conocer la localización de estos materiales en los estantes.

También se encontró en el artículo publicado por R. Dekker de la escuela de economía en la universidad de Rotterdam en los Países Bajos, en el año 2004. El cual se titula “Improving Order-Picking Response Time at Ankor’s Warehouse”²⁸, se describe la gestión de almacén llevada a cabo por la empresa Ankor, en donde la distribución de materiales era realizada por una clasificación ABC teniendo en cuenta la rotación. Al realizar esta organización no se tenía en cuenta al tipo de producto al que pertenecía el ítem, solo importaba su movimiento.

Debido a las exigencias de los consumidores por mejorar el servicio al cliente, la empresa tuvo que considerar el tipo de producto en la distribución del almacén, de forma tal que se organizaran en secciones independientes por familias de producto, considerando de igual forma la clasificación de los productos rompibles y no rompibles.

²⁷ Luis Felipe León Luis y Pedro Rodríguez Barba “Distribución de los artículos del almacén de insumos dentro de la empresa siderúrgica Atlax” 2003

²⁸ R. Dekker “Improving Order-Picking Response Time at Ankor’s Warehouse” Escuela de Economía en la universidad de Rotterdam en los Países Bajos, en el año 2004

Entre los resultados obtenidos en el estudio se destacan la importancia de la utilización de la clasificación ABC en cada familia de producto, de igual forma esta clasificación debía estar acompañada por una subdivisión en productos rompibles y no rompibles, donde estos últimos vienen en la parte delantera y los rompibles irían mas atrás, esto para que en el recorrido de picking los productos que puedan sufrir daño, sean los últimos en recoger. También se debe tener en cuenta que al final de cada sección de una determinada familia de ítem debe haber un espacio disponible para nuevos productos, de forma tal que se evite la organización de una nueva sección más alejada del lugar correspondiente, que incremente los recorridos del personal.

Para el proceso de clasificación de los productos según su importancia encontramos que FLORES, B; Whybark desarrollo el modelo Modelo bi-criterio o matriz de integración de criterios²⁹. En la universidad A&M Texas en 1985 el cual funciona con el concepto de una matriz de integración de criterios se basa en la utilización de los criterios y criticidad para los ítems de inventarios clasificados por el método tradicional ABC. La matriz muestra cada ítem en la celda correspondiente a su clasificación en ambos criterios.

El objetivo es, sin embargo, reclasificar los elementos, por lo que hay tres categorías correspondientes a AA, BB y CC. Esto supone que todos los elementos fuera de la diagonal pueden ser reclasificados y no requieren otro tratamiento para las categorías de AA, BB y CC. La reclasificación sería trivial si todos los elementos cayeran en las celdas en diagonal. Lamentablemente rara vez ocurre en la práctica, por lo que se hace necesario reclasificar las categorías A-B y B-A en A-A, A-C y C-A como B-B y B-C y C-B como C-C.

²⁹ FLORES, B; Whybark. Modelo bi-criterio o matriz de integración de criterios En la universidad A&M Texas en 1985

El modelo de Flores es muy útil cuando se trabajan sólo dos criterios, pero cuando se requiere hacer una clasificación ABC con más de dos criterios, éste pierde validez.

20 años más tarde el Señor Wan Lung Ng en su artículo llamado “A simple classifier for multiple criteria ABC analysis”³⁰ desarrolla un modelo multi criterio basándose en algunas teorías desarrolladas por Benito Flores, pero que permite el uso y evaluación de más de dos criterios. Primero formula un modelo de optimización lineal. El modelo es fácil de usar y entender por los administradores de inventarios. Se realiza una transformación por medio de un mecanismo simple con el objetivo de calcular medidas unificadas para todos los ítems del inventario. Los puntajes totales se pueden obtener fácilmente por cálculos simples realizados más cómodamente en una hoja de cálculo sin necesidad de un optimizador lineal.

Para el Año 2006 el señor Ramakrishnan Ramanathan en su artículo “ABC inventory classification with multiple-criteria using weighted linear optimization”³¹ en el año 2006 desarrolla un modelo de programación lineal similar al de Wan Lung, con la diferencia de que este modelo requiere de un optimizador lineal para lograr el resultado correcto en la clasificación.

A partir de todas estas teorías se comienzan a aplicar en los proceso de investigación y desarrollo en las empresas como lo realizo Francisco Xavier Sánchez Rivera en el 2004 con su trabajo “Reingeniería de un almacén de materia prima en una empresa panificadora”³² Cuyo propósito es reducir los inventarios, las maniobras y el tiempo requerido para el movimiento de la materia prima, así

³⁰ Wan Lung Ng “A simple classifier for multiple criteria ABC analysis” 2005

³¹ Ramakrishnan Ramanathan “ABC inventory classification with multiple-criteria using weighted linear optimization” 2006

³² Francisco Xavier Sánchez Rivera “Reingeniería de un almacén de materia prima en una empresa panificadora” en el 2004

como también la mejora de los procesos de inventarios y la programación de pedidos.

Para cumplir con lo anterior se evalúan, primero, los procesos actuales y las problemáticas detectadas, desarrollando luego una serie de procedimientos de análisis que son: redistribución del almacén utilizando la clasificación ABC y ordenamiento por áreas, para lograr el acceso a todas las materias primas de una manera más eficiente, disminuir el esfuerzo físico en el manejo de la materia prima, asegurar la calidad de la materia prima y reducir el riesgo de una contaminación cruzada entre los materiales tomando en cuenta características como: el consumo promedio y el tipo de materia prima y el SKU (Stock Keeping Unit).

De la misma forma Jessica Moreno Gutiérrez y Rubí Reyes González Universidad de las Américas Puebla (México - 2004), elaboraron su trabajo de grado “Análisis y propuesta de implementación de herramientas para la mejora en la ubicación y manejo de materiales dentro del Centro de Distribución Interceramic.”³³, teniendo como objetivo la reducción de costos derivados de problemas ocasionados por el inadecuado manejo de materiales, a través de la reorganización de la distribución de la bodega, mejorando la utilización de los recursos y evaluando el beneficio de implementar estantería apropiada por medio de un análisis costo-beneficio

De igual forma las señoras Venkata Reddy Muppani y Gajendra Kumar Adil en el año 2007 con su artículo “Efficient formation of storage clases for warehouse storage location assignment: A simulated annealing approach”³⁴

³³ Jessica Moreno Gutiérrez y Rubí Reyes González “Análisis y propuesta de implementación de herramientas para la mejora en la ubicación y manejo de materiales dentro del Centro de Distribución Interceramic.”, Universidad de las Américas Puebla (México - 2004),

³⁴ Venkata Reddy Muppani y Gajendra Kumar Adil “Efficient formation of storage clases for warehouse storage location assignment: A simulated annealing approach”³⁴ de (2007)

Expone un modelo en el que se busca una política de almacenamiento basada en clases en donde se distribuyen productos entre un número de clases y para cada clase, se reserva una región en el área de almacenamiento.

Uno de los criterios utilizados para asignar las clases de productos en las localizaciones correspondientes del almacén, que tiene en cuenta la popularidad del artículo y su necesidad de espacio de almacenamiento es el índice de cubo por pedido (COI). El COI de un elemento se define como la proporción de necesidad de espacio de almacenamiento (cubico) del elemento a su popularidad (número de entradas y salidas de los elementos). En el modelo se supone que el almacenamiento y la recuperación se realizan en ciclos de mando único, todos los artículos se almacenan y se transportan en medios de almacenamiento idénticos (por ejemplo, palets o bultos) y todas los elementos son asignados de manera uniforme, distribuyéndolos homogéneamente en el espacio asignado para la clase.³⁵

³⁵ Bassan, J., Roll, Y., y Rosenblatt, M.J., "Internal Layout Design of a Warehouse", AIIE Transactions 12, No. 4 (Diciembre 1980): 317 – 322.

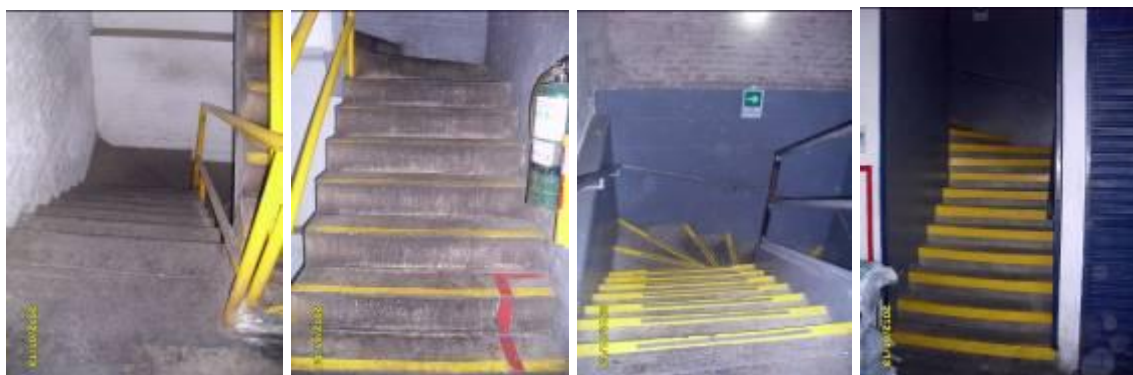
8. DESARROLLO DEL PROYECTO

La Distribuidora Merca Pava S.A, ha presentado durante los últimos años una disminución de su utilidad operativa a causa de las devoluciones, esto ha puesto en preaviso a las directivas lo cual dio cabida a nuestra investigación inicial de diagnosticar y encontrar la causa o causas del problema que ha generado este inconveniente.

La investigación inicia en su centro de distribución debido a que los sobrecostos son derivados de su sistema logístico.

Cuando se visitaron sus instalaciones la primera percepción es que el espacio actual no es suficiente para el volumen manejado de productos, ya que cuenta con menos de 300 metros cuadrados divididos en 3 pisos uno de ellos un sótano, lo que dificulta el manejo de los productos, ya que los colaboradores deben trasladar los productos entre los niveles por escaleras para llevarlas a la zona de picking en el piso 3, las cuales mostramos en la imagen 1.

Imagen 1. Escaleras de la distribuidora



Fuente Distribuidora MercaPava.S.A.

El no contar con el espacio necesario para el almacenamiento a llevado a que los productos no tengan una ubicación concreta dentro de la bodega, adicionalmente trabajan bajo la metodología de almacenamiento aleatoria, lo cual dificulta la búsqueda de los artículos y aumenta el recorrido por cada operario buscando la mercancía, que se encuentra dispersa dentro de la bodega para poderla consolidar y embalar en la imagen 2 se muestra como se almacenan los productos dependiendo de su llegada.

Imagen 2. Almacenamiento de productos aleatorios



Fuente Distribuidora MercaPava.S.A.

Esta problemática dificulta el picking de la mercancía ya que se puede extraer mercancía más reciente y la de mayor estadia se queda en el centro de distribución afectando la rotación de la mercancía, esto se da ya que no manejan una política de inventario, lo que ha desencadenado el incremento de productos vencidos.

El no tener lugares definidos para sus productos también ha afectado el despacho de sus vehículos debido a que se están demorando más de lo planificado, esto está incidiendo directamente en la entrega a la hora acordada al cliente, lo cual ha ocasionado que los clientes no reciban el producto y/o pierdan la venta por el retraso presentado. Esta situación se da ya que dentro de la bodega del centro de distribución no manejan herramientas de ubicación como el COI, clasificación ABC, rotación de los productos entre otras.

Los arrumes son demasiados altos e inestables, lo cual deteriora los corrugados de las cajas, debido a su peso y llegando al extremo de deteriorarlas de tal forma que los productos contenidos presentan daños o averías además y el cliente realiza la devolución, según la resolución 3673 del 2008, los arrumes de piso no pueden superar 1.5 metros de altura. Los operarios para alcanzar la cima de estos arrumes se suben en escaleras improvisadas exponiendo al peligro su integridad física como se muestra en las imagen 3.

Imagen 3. Arrumes en la distribuidora



Fuente Distribuidora MercaPava.S.A.

Las estibas no son las adecuadas debido a que están en muy mal estado. Los pasillos con que cuenta el centro de distribución son demasiado angostos para el flujo de mercancía y operarios que transitan diariamente, adicionalmente no cumplen con la resolución 2400 de 1979 la cual exige un ancho de pasillos mínimo de 1.2 metros, esto ha dificultado el uso herramientas (Carretillas hombre a bordo y montacargas) para el traslado de la mercancía lo que va deteriorando la salud de sus operarios debido a que realizan un gran esfuerzo físico en el traslado de la mercancía. En la imagen 4 se observa el estado actual de muchos de los pasillos

Imagen 4. Estado actual de los pasillos



Fuente Distribuidora MercaPava.S.A.

Todas estas anomalías han causado una pérdida sustancial de clientes lo cual se ve reflejado en la disminución de la rentabilidad operativa debido a que estas condiciones se han reflejado directamente en ella. Como se muestra en la tabla 8

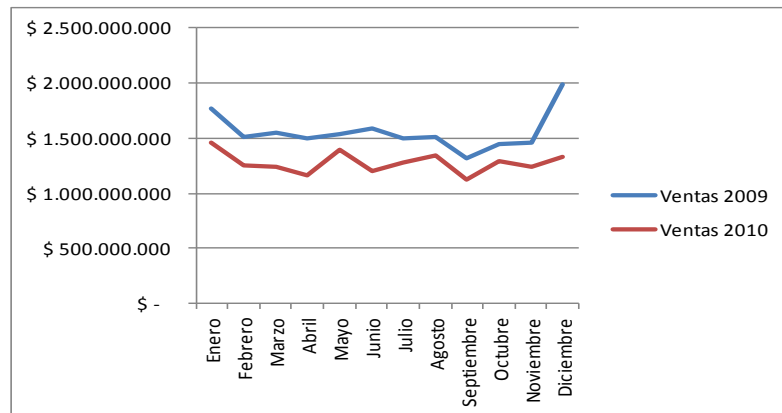
Tabla 8 Comparativo ventas 2009 y 2010

Mes	Ventas 2009	Ventas 2010
Enero	\$ 1.768.080.857	\$ 1.464.768.830
Febrero	\$ 1.513.601.447	\$ 1.251.752.974
Marzo	\$ 1.548.484.728	\$ 1.240.917.178
Abril	\$ 1.495.761.482	\$ 1.169.283.551
Mayo	\$ 1.533.391.490	\$ 1.402.096.861
Junio	\$ 1.586.827.443	\$ 1.204.823.833
Julio	\$ 1.501.921.767	\$ 1.277.556.246
Agosto	\$ 1.513.954.962	\$ 1.346.825.583
Septiembre	\$ 1.314.316.745	\$ 1.120.615.638
Octubre	\$ 1.443.772.727	\$ 1.290.700.436
Noviembre	\$ 1.465.996.202	\$ 1.237.010.905
Diciembre	\$ 1.988.924.131	\$ 1.334.608.435
Total	\$ 18.675.033.981	\$ 15.340.960.470

Fuente Distribuidora MercaPava.S.A.

En la Grafica 3 se muestra el comparativo de la disminución que ocurrió del año 2010 con respecto al 2009

Grafica 3 Comparativo ventas 2009 - 2010



Fuente Distribuidora MercaPava.S.A

En el desarrollo del proyecto se inicio con un rediseño de las bodegas, con el fin de lograr disminuir estas pérdidas, pero por condiciones de espacio no se es posible mejorar, ya que solo cuenta con 240 metros cuadrados, los cuales no son suficientes para la cantidad de volumen de productos manejados, por lo cual se inicio con el diseño de un nuevo centro de distribución

8.1. DETERMINACION DE LAS FAMILIAS DE PRODUCTOS EN LA DISTRIBUIDORA

El proceso de diseño se comenzó agrupando los más de 1900 productos en familias, se crearon 17 familias teniendo en cuenta la relación de los productos, o sea, su funcionalidad, composición y tipo de producto, con el fin de facilitar el manejo de los datos, quedando como se ilustra en la tabla 9 por ejemplo Aguardiente Blanco del Valle, es un licor y se agrupa en la familia de licores, El Fab es un detergente cuya funcionalidad es limpiar por lo cual se agrupa en Aseo Hogar.

8.2. NIVEL DE ROTACION DE LOS PRODUCTOS

Se definió el nivel de rotación de los productos que se manejan en la distribuidora, se realizo dividiendo el flujo trimestral ya que la distribuidora tiene como política interna la revisión del inventario cada 3 meses, sobre el inventario promedio que maneja la empresa de cada uno de los productos, como muestra la figura 4. Luego se agruparon por familias para facilitar el manejo y entendimiento de los datos como se muestra en la tabla 10.

Tabla 9. Familias de productos de la distribuidora

Familia	# de Productos por Familia
ABARROTES	336
ALIMENTOS INFANTILES	108
ASEO HOGAR	346
CIGARRERIA	29
CUIDADO ANIMALES	47
DESECHABLES	77
DROGUERIA	79
DULCERIA	236
GALLETERIA	78
GRANOS	59
GRASAS	82
LICORES	72
PANADERIA	6
REFRESCOS Y BEBIDAS	35
USO HOGAR	65
USO PERSONAL	306
VARIEDADES	25
TOTAL	1986

Fuente Distribuidora MervaPava S.A.

Figura 4. Formula de nivel de rotación

$$\text{Nivel de Rotación: } \frac{\text{Flujo Trimestral}}{\text{Inventario Promedio}}$$

Bassan, J., Roll, Y., y Rosenblatt, M.J., "Internal Layout Design of a Warehouse", AIIE Transactions 12, No. 4 (Diciembre 1980)

Tabla 10. Nivel de rotación de las familias en la distribuidora

Rotación Trimestral por Familias	
Familias	Nivel de Rotación
ABARROTES	23
ALIMENTOS INFANTILES	17
ASEO HOGAR	27
CIGARRERIA	74
CUIDADO ANIMALES	14
DESECHABLES	15
DROGUERIA	20
DULCERIA	16
GALLETERIA	18
GRANOS	126
GRASAS	68
LICORES	27
PANADERIA	0
REFRESCOS Y BEBIDAS	7
USO HOGAR	2
USO PERSONAL	40
VARIEDADES	6

Fuente Propia

Como resultado de esta división encontramos que Abarrotes tiene un nivel de rotación de 23, esto quiere decir que cada 3 meses la cantidad de productos comprados se vendieron 23 veces o sea les toco hacer 23 veces la misma compra

8.3. CLASIFICACION ABC BI-CRITERIO

Una vez encontrado el nivel de rotación de cada uno de los productos, se realizo una clasificación ABC-bi-criterio para determinar la familia que le representa la mayor cantidad de productos vendidos y mayor cantidad de ingreso le generan a la distribuidora Mercapava S.A., Estos criterios se seleccionaron por que, la mayor cantidad de productos vendidos implica un mayor movimiento de mercancía, lo cual puede ocasionar un mayor número de averías, y el criterio de ingresos se

selecciono ya que son los productos que mayor ingresos le representen a la distribuidora.

Se realizó inicialmente la clasificación individual de cantidad de productos vendidos y la cantidad de ingresos que le generan a la distribuidora.

Tabla 11. Clasificación ABC por cantidad de productos vendidos en la distribuidora

Familia	Cantidad	% de Participación	Clasificación
GALLETERIA	1055	0%	C
ASEO HOGAR	3699	0%	C
DROGUERIA	54440	0%	C
USO HOGAR	63231	1%	C
VARIEDADES	77722	1%	C
ABARROTES	123302	1%	C
USO PERSONAL	135308	1%	C
GRASAS	156339	1%	C
ALIMENTOS INFANTILES	214957	2%	C
CUIDADO ANIMALES	274418	2%	C
PANADERIA	521527	4%	C
DULCERIA	714675	6%	C
LICORES	1059851	9%	C
REFRESCOS Y BEBIDAS	1212781	10%	B
CIGARRERIA	1222260	10%	B
DESECHABLES	1609267	14%	B
GRANOS	4468391	38%	A

Fuente propia

Una Vez realizada la clasificación individual se procede a ubicarlas en la tabla de la clasificación ABC-Bi criterio teniendo en cuenta los criterios de la teoría.

Hay tres categorías correspondientes a AA, BB y CC. Esto supone que todos los elementos fuera de la diagonal pueden ser reclasificados y no requieren otro tratamiento para las categorías de AA, BB y CC. La reclasificación sería trivial si

todos los elementos cayeran en las celdas en diagonal. Lamentablemente rara vez ocurre en la práctica, por lo que se hace necesario reclasificar las categorías A-B y B-A en A-A, A-C y C-A como B-B y B-C y C-B como C-C.³⁶

Tabla 12. Clasificación ABC por cantidad de ventas en dinero de la distribuidora

Familia	Valor Ventas	% de Participación	Clasificación
PANADERIA	\$ 689.861	0%	C
REFRESCOS Y BEBIDAS	\$ 6.330.211	0%	C
USO HOGAR	\$ 41.473.589	0%	C
VARIEDADES	\$ 53.864.976	0%	C
DESECHABLES	\$ 68.395.012	0%	C
CUIDADO ANIMALES	\$ 212.942.437	1%	C
GALLETERIA	\$ 423.757.483	3%	C
DROGUERIA	\$ 630.093.604	4%	C
DULCERIA	\$ 641.814.747	4%	C
CIGARRERIA	\$ 719.427.180	5%	C
GRASAS	\$ 1.146.465.696	7%	C
ASEO HOGAR	\$ 1.293.593.646	8%	C
ALIMENTOS INFANTILES	\$ 1.316.273.224	9%	C
ABARROTES	\$ 1.373.108.184	9%	C
LICORES	\$ 1.433.408.943	9%	C
USO PERSONAL	\$ 1.554.815.189	10%	B
GRANOS	\$ 4.419.472.420	29%	A

Fuente Propia

8.4. CUADRO DEL PROCESO DE LA CLASIFICACIÓN ABC BI-CRITERIO

En la grafica xxxx se muestra como se realiza el proceso de reclasificación para las familias 4, 5, 8 Y 13 que tiene clasificación B Y C a categoría CC y la familia que cumple con la clasificación AA es la familia de granos numero 11

³⁶ Flores, B; Whybark, D. Multiple Criteria ABC Analysis. Texas A & M University, USA. 1985, 10 p.

Una vez finalizado el proceso de reclasificación se consolida toda la información en la tabla de clasificación ABC-Bi-Criterio como se muestra en la tabla 13

Teniendo como resultado una Familia (Granos) tipo A siendo estas las familias más representativas para el negocio

Grafica. 4. Clasificación ABC Bi-Criterio

TABLA DE CLASIFICACION				
VENTAS	A	11		
	B			4
	C		5,8,13	1,2,3,6,7,14,15,16,17
		A	B	C
		CANTIDAD		

Fuente Propia

Tabla 13. Resultado de la Clasificación ABC Bi- Criterio

Familia	Cantidad	Valor Ventas	Clasificacion Bi-Criterio		
			Cantidad	Ventas	Final
GALLETERIA	521527	\$ 423.757.483,00	C	C	C
CUIDADO ANIMALES	1055	\$ 212.942.437,00	C	C	C
GRASAS	274418	\$ 1.146.465.696,00	C	C	C
USO PERSONAL	1059851	\$ 1.554.815.189,00	C	B	C
CIGARRERIA	1222260	\$ 719.427.180,00	B	C	C
DESECHABLES	123302	\$ 68.395.012,00	C	C	C
DROGUERIA	1609267	\$ 630.093.604,00	B	C	C
ABARROTES	54440	\$ 1.373.108.184,00	C	C	C
PANADERIA	156339	\$ 689.861,00	C	C	C
LICORES	135308	\$ 1.433.408.943,00	C	C	C
REFRESCOS Y BEBIDAS	3699	\$ 6.330.211,00	C	C	C
ASEO HOGAR	1212781	\$ 1.293.593.646,00	B	C	C
ALIMENTOS INFANTILES	214957	\$ 1.316.273.224,00	C	C	C
USO HOGAR	63231	\$ 41.473.589,00	C	C	C
VARIEDADES	77722	\$ 53.864.976,00	C	C	C
DULCERIA	714675	\$ 641.814.747,00	C	C	C
GRANOS	4468391	\$ 4.419.472.420,00	A	A	A

Fuente Propia

8.5. DETERMINACION DE LAS DIMENSIONES DE LAS CAJAS MANEJADAS EN LA BODEGA

Se realizo la recolección de las dimensiones de los elementos que se utilizan de empaque (cajas, sacos), con el fin de encontrar el volumen que ocupan dentro de la bodega, en este proceso se encontraron 58 tipos diferentes de empaques, (56 tipos de cajas y 2 tipos de sacos) como se muestra en la tabla 14. En estos empaques varia la cantidad de productos por caja, dependiendo las especificaciones del proveedor.

En el proceso de levantamiento de datos se determinó también las cantidades de productos que caben por cada caja según las especificaciones del proveedor, con el fin de determinar las cajas necesarias por productos y así facilitar el proceso de determinación del área de la bodega, o sea que un producto 1 en la caja tipo 1 se pueden almacenar 50 unidades mientras que el producto 2 en la misma caja solo se puede almacenar 20.

8.6. DETERMINACION DEL TIPO Y CANTIDAD DE ESTANTERIAS EN LA BODEGA

Para determinar la cantidad de estanterías necesarias para la bodega, se tomó el número de cajas por producto, con este dato se determinó la cantidad de cajas por tendido y apilar por estiba, según información suministradas por los proveedores, se determinó un área general de las estanterías, la cual se encontró dividiendo la cantidad total de un producto sobre la cantidad de ese producto por estiba (Ver Archivo Excel “Programa Tesis Almacenamiento”), para el diseño de la bodega se utilizara estibas estándar colombianas (1 m * 1.2 m * 0.145 m).

Se evaluaron 4 tipos de estantería de 1, 2, 3 y 4 estibas de capacidad, ya que son las más comerciales en Colombia, la estantería de una estiba de capacidad como se muestra en la grafica 3, no es funcional para este tipo de bodegas, ya que disminuye la velocidad de movimiento dentro del almacén, la estantería de 3 estibas de capacidad presenta deflexión en cargas superiores a 1 tonelada por larguero, se recomienda este tipo de estanterías para almacenamiento de productos de alto volumen y poco peso. La estantería de cuatro estibas por nivel solo permite trabajar con estanterías de 0.8 x1.0 metros, por tal motivo no se utilizara esta estantería, se escogerá una estantería de 2 estibas de capacidad y 3

niveles de altura, ya que esta estantería permite más estabilidad para cargas muy pesadas, evitando la deflexión del larguero, impidiendo el choque de la mercancía a causa de la deflexión, adicionalmente permite más facilidad de manejo del material por medio del monta carga,.³⁷

Tabla 14. Tipos de cajas Usadas en la Distribuidora

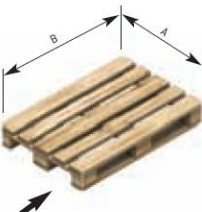
Codigo de Caja	Nombre de Caja	Alto (Metros)	Largo (Metros)	Ancho (Metros)	Area (Metros2)	Codigo de Caja	Nombre de Caja	Alto (Metros)	Largo (Metros)	Ancho (Metros)	Area (Metros2)
1	Caja 1	0,20	0,16	0,16	0,03	30	Caja 30	0,20	0,49	0,20	0,10
2	Caja 2	0,18	0,21	0,21	0,04	31	Caja 31	0,04	0,50	0,26	0,13
3	Caja 3	0,25	0,22	0,38	0,08	32	Caja 32	0,10	0,51	0,34	0,17
4	Caja 4	0,18	0,23	0,22	0,05	33	Caja 33	0,26	0,52	0,27	0,14
5	Caja 5	0,12	0,24	0,18	0,04	34	Caja 34	0,08	0,53	0,32	0,17
6	Caja 6	0,19	0,25	0,20	0,05	35	Caja 35	0,20	0,54	0,24	0,13
7	Caja 7	0,19	0,26	0,13	0,03	36	Caja 36	0,07	0,55	0,39	0,21
8	Caja 8	0,19	0,27	0,19	0,05	37	Caja 37	0,19	0,57	0,38	0,22
9	Caja 9	0,11	0,28	0,17	0,05	38	Caja 38	0,41	0,58	0,25	0,15
10	Caja 10	0,12	0,29	0,20	0,06	39	Caja 39	0,29	0,59	0,36	0,21
11	Caja 11	0,22	0,30	0,23	0,07	40	Caja 40	0,15	0,60	0,18	0,11
12	Caja 12	0,16	0,31	0,16	0,05	41	Caja 41	0,25	0,62	0,32	0,20
13	Caja 13	0,18	0,32	0,13	0,04	42	Saco 1	0,11	0,63	0,45	0,28
14	Caja 14	0,13	0,33	0,16	0,05	43	Caja 43	0,10	0,65	0,43	0,28
15	Caja 15	0,20	0,34	0,20	0,07	44	Caja 44	0,16	0,66	0,33	0,22
16	Caja 16	0,21	0,35	0,18	0,06	45	Caja 45	0,19	0,67	0,50	0,34
17	Caja 17	0,20	0,36	0,20	0,07	46	Caja 46	0,20	0,68	0,22	0,15
18	Caja 18	0,12	0,37	0,20	0,07	47	Caja 47	0,10	0,70	0,41	0,29
19	Caja 19	0,11	0,38	0,16	0,06	48	Caja 48	0,04	0,72	0,43	0,31
20	Caja 20	0,11	0,39	0,14	0,05	49	Caja 49	0,12	0,73	0,50	0,37
21	Caja 21	0,33	0,40	0,14	0,06	50	Caja 50	0,19	0,74	0,35	0,26
22	Caja 22	0,13	0,41	0,16	0,07	51	Caja 51	0,06	0,76	0,54	0,41
23	Caja 23	0,21	0,42	0,19	0,08	52	Caja 52	0,12	0,78	0,60	0,47
24	Caja 24	0,20	0,43	0,24	0,10	53	Caja 53	0,19	0,79	0,38	0,30
25	Caja 25	0,25	0,44	0,25	0,11	54	Caja 54	0,12	0,80	0,60	0,48
26	Caja 26	0,09	0,45	0,21	0,09	55	Saco 2	0,20	0,82	0,26	0,21
27	Caja 27	0,32	0,46	0,27	0,12	56	Caja 56	0,19	0,83	0,51	0,42
28	Caja 28	0,38	0,47	0,17	0,08	57	Caja 57	0,19	0,89	0,31	0,28
29	Caja 29	0,21	0,48	0,26	0,12	58	Caja 58	0,12	0,94	0,59	0,55

Fuente propia

³⁷ Catalogo "Estanterías para Paletizacion" MECALUX (Distribuidor Carvajal Espacios Almatec)

Una vez determinada la capacidad de la estantería se evaluó el tipo de estantería (compacta o Convencional) la estantería compacta no aplica para el almacén de la distribuidora, pues la gran variedad de productos que se manejan, afectaría la velocidad del almacén, ya que tocaría aumentar la cantidad de movimientos, para acceder a una referencia, por lo cual se utilizara la estantería convencional Este tipo de estanterías se utiliza en lugares donde hallan poca variedad de referencias y manejen altos volúmenes de Inventario³⁸

Grafico 5. Tipos de estanterías posibles a utilizar

MEDIDAS LARGUERO en mm (salvo clase 300B)		Paleta		L (LARGUERO)
		A	B	
		800	1.200	1.825
		1.000	1.200	2.225
		1.200	1.200	2.625
		Paleta		L (LARGUERO)
		A	B	
		800	1.200	2.700
		1.000	1.200	3.300
		1.200	1.200	3.900
		Paleta		L (LARGUERO)
		A	B	
		800	1.200	3.600

Fuente: catalogo estanterías para paletización Mecalux

En la evaluación realizada a los distintos proveedores de estanterías, encontrando que existen variaciones en servicio post-Venta y Valor de adquisición de las estanterías, los cuales son los 2 factores claves para la selección del proveedor, en la tabla 15 se encontrara la comparación de los proveedores

³⁸ Mikel Mauleon. Logística y Costos. Capitulo 6 Almacén pp.109 Año 2006

En la evaluación del proveedor seleccionamos a Carvajal Espacios como mejor proveedor de estanterías, montacargas y patines para este trabajo ya que es superior a sus competidores en los precios y servicio que ofrece

En la evaluación de costos nos da que cada ubicación en las estantería tiene un costo de U\$ 60³⁹

Una vez determinado el tipo de estantería a utilizar, se procede a calcular la cantidad de estanterías necesarias por cada familia, teniendo en cuenta el nivel de rotación del producto e inventario promedio de cada familia.

Tabla 15. Comparación de los proveedores.

Estanterías		
Proveedor	Precio por Bloque U\$	Servicio de Garantía (Años)
URIVALL	\$ 758,00	3
MUNEVAR GOLDTEIN	\$ 800,00	4
EQUIPOS METALICOS	\$ 790,00	5
CARVAJAL ESPACIOS	\$ 720,00	7
Montacargas		
Proveedor	Precio por Montacarga U\$	Servicio de Garantía (Años)
Distribuidora Nissan	\$ 48.000,00	5
Importaciones Jabre	\$ 45.000,00	7
CARVAJAL ESPACIOS	\$ 35.000,00	10
Patinador		
Proveedor	Precio por Montacarga U\$	Servicio de Garantía (Años)
Distribuidora Nissan	\$ 18.000,00	5
Importaciones Jabre	\$ 17.500,00	7
CARVAJAL ESPACIOS	\$ 14.000,00	10

Fuente Propia

³⁹ Oscar Ospina Gerente Comercial de Carvajal Espacios Almatec

Se calcula el volumen a ocupar por producto, utilizando las dimensiones del empaque (caja o Sacos), tomando en relación los datos levantados de la cantidad de cajas por tendido y nivel de apilamiento ya definido por el proveedor, se calcula la cantidad de estibas por productos, teniendo en cuenta que los producto de baja rotación, que ocupan menos del 50% de la estiba se agrupan con uno de la misma familia que cumpla con las mismas características (Ver Archivo Excel “Programa Tesis Almacenamiento”)

En la Tabla 16. Se mostrará una parte de los cálculos realizados en la hoja electrónica de EXCEL en el archivo Programa Tesis Almacenamiento.

Una vez determinada la cantidad de estibas a utilizar por familia, se procede a calcular la cantidad de estanterías, recordando que cada estantería tiene capacidad para 12 estibas, de 1.2 x 1 metros con una altura apilable de 2 metros.

Tabla 16. Cantidad de estanterías necesarias por artículo

Codigo de Familia	Familia	Articulos	Tipo de Caja	Cantidad x Cajas	Cantidad de producto	Cantidad de Cajas	Cantidad de estibas necesaria X producto	Cantidad de estibas necesaria Total
3	ABARROTES	SARDINA SOBERANA425g TOMATE OVALADA	19	72	2619	36	1	1
3	ABARROTES	MAYONESA FRUCO DPACKx400g LIGHT	34	25	0	0	0	1
3	ABARROTES	MAYONESA LA CONSTANCIA DPACKx380	19	72	16	0	1	2
3	ABARROTES	SARDINA VAN CAMPSx155g CILINDRIC	19	72	499	7	1	3
3	ABARROTES	CHOCOLATE NESQUIKx200g BOLSA	13	15	49	3	1	4
3	ABARROTES	ARVEJAS ZENUX600g GRANDE	19	72	16	0	1	5
3	ABARROTES	SALCHICHA ZENUX150g VIENA ESPECI	16	48	113	2	0	6
3	ABARROTES	SALCHICHA ZENUX150g VIENA ROJA	14	24	1542	64	1	7
3	ABARROTES	SARDINA SOBERANAx155g TOMATE TIN	19	72	2352	33	1	8
3	ABARROTES	ARVEJAS ZENUX300g CON ZANAHORIA	19	72	22	0	1	9
3	ABARROTES	SARDINA PORTOLAx200g TOMATE	22	24	132	5	1	10
3	ABARROTES	SALCHICHA ZENUX380g FRANKFURT	26	90	32	0	0	10
3	ABARROTES	ATUN ISABELx175g ACEITE	20	36	566	16	1	11
3	ABARROTES	ATUN VAN CAMPSx184g LOMITOS ACEI	42	3	1087	362	0	11
3	ABARROTES	ATUN CAROLINA x170g EN ACEITE Y	20	36	2460	68	1	12
3	ABARROTES	ATUN ISABELx175g AGUA Y SAL	20	36	167	5	1	13
3	ABARROTES	ATUN VAN CAMPSx184g LOMITOS AGUA	42	3	367	122	0	13
3	ABARROTES	SARDINA VAN CAMPSx425g TOMATE	19	72	90	1	1	14
3	ABARROTES	SARDINA VAN CAMPSx425g ACEITE	19	72	84	1	1	15

Fuente Propia

En la tabla 17, se mostrara la cantidad de estibas necesarias para almacenar todos los productos de la distribuidora en la nueva bodega.

Teniendo en cuenta la cantidad de estibas necesarias, se divide la cantidad total 1290 estibas por 12 estibas que caben en cada bloque estantería, teniendo como resultado 107 bloques de estanterías, los cuales ocuparan un área cuadrada en piso, de 629 metros cuadrados sin contar pasillos y crecimiento de la empresa.

Tabla 17. Numero de estibas necesarias por familias

Familia	Numero de Estibas por Familia
ABARROTES	238
ALIMENTOS INFANTILES	72
ASEO HOGAR	190
CIGARRERIA	8
CUIDADO ANIMALES	20
DESECHABLES	59
DROGUERIA	73
DULCERIA	167
GALLETERIA	53
GRANOS	36
GRASAS	71
LICORES	24
PANADERIA	5
REFRESCOS Y BEBIDAS	17
USO HOGAR	38
USO PERSONAL	216
VARIEDADES	4
TOTAL	1290

Fuente Propia

Al analizar el crecimiento del negocio y el dinamismo de la bodega a crear se aumentan un 10% el tamaño del tamaño requerido⁴⁰. Quedando con una cantidad de estibas de 1419 estibas siendo necesarias 119 bloques de estanterías los

⁴⁰ Donald J. Bowersox y otros. Administración y Logística en la Cadena de suministros, Segunda edición. 2007 Capitulo 9 Decisiones de Almacén

cuales ocuparan un área cuadrada en piso de 699.5 metros cuadrados sin contar pasillos, áreas de recepción, áreas de despacho y oficinas.

8.7. DETERMINACION DE LA UBICACIÓN DE LAS FAMILIAS EN LA BODEGA

Para determinar la ubicación de las familias en la bodega se realizo la selección por medio del COI (Cube-per-order-item), clasificación ABC-Bicriterio y nivel de rotación mostrando los tres criterios un resultado similar, y en compañía de la Distribuidora se definió el COI, el cual se calcula con la siguiente fórmula:

Figura 5. Formula para calcular el COI

$$COI = \frac{\text{Volumen promedio requerido para almacenamiento del producto}}{\text{No. promedio de ordenes diarias donde aparece el producto}}$$

El numero de ordenes diarias de los productos dentro de las familias, se tomo del nivel de ventas promedio que mantienen los productos en la distribuidora, al realizar el proceso de cálculo del COI se determino la ubicación en la bodega siendo la familia con menor COI la de primera ubicación (más cerca a la puerta de despacho) como se muestra en la tabla 18

Dándonos como ubicación más cercana a la puesta de despacho la familia de cigarrería y la mas lejana a la puesta de despacho la familias de Panadería

En la tabla 19 se muestra parte de la ubicación dentro de la bodega siendo la estantería más cercana a la puerta de despacho siendo la estantería 1 la más cercana y la de mayor valor la más alejada, y teniendo en cuenta la compatibilidad de los productos por ejemplo no es permitido la mezcla de la familia Aseo Hogar, con la familia de alimentos infantiles.

Tabla 18. Resultado del COI para las familias de la distribuidora

Familia	Volumen Promedio (metros cubicos)	Nivel de Rotacion (trimestral)	COI
CIGARRERIA	18	74	0
GRANOS	65	126	1
GRASAS	109	68	2
VARIEDADES	10	6	2
LICORES	52	27	2
CUIDADO ANIMALES	36	14	3
REFRESCOS Y BEBIDAS	30	7	5
GALLETERIA	99	18	6
DROGUERIA	120	20	6
DESECHABLES	97	15	6
ALIMENTOS INFANTILES	138	17	8
USO PERSONAL	427	40	11
ASEO HOGAR	386	27	14
DULCERIA	286	16	18
ABARROTES	447	23	19
USO HOGAR	66	2	37
PANADERIA	8	0	117

Fuente Propia

En la tabla 19 nos muestra la ubicación de las familias en los bloques de estanterías al tener un COI menor debe estar más cerca a la puerta de despacho por ejemplo la Familia Cigarrería tiene un COI de 0 y requiere 8 estibas, para ubicarlo utilizamos un bloque de estanterías que cuenta con 6 estibas de capacidad y tomamos 2 estibas de capacidad del bloque siguiente para completar

la distribución teniendo en cuenta la compatibilidad de los alimentos, como se puede observar en el caso de la familia de los Granos y la Grasas no son compatibles con las familias de Cigarrería y Variedades

Tabla 19. Ubicación de los productos en las líneas de las estanterías

COI PRODUCTOS					Linea 1 Capacidad 6 estibas por Bloque								
Familia	Volumen Promedio	Nivel de Rotación	COI	Estibas necesarias	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CIGARRERIA	18	74	0	8	6	2							
GRANOS	65	126	1	36									
GRASAS	109	68	2	71									
VARIEDADES	10	6	2	4		4							
LICORES	52	27	2	24			6	6	6	6			
CUIDADO ANIMALES	36	14	3	20									
REFRESCOS Y BEBIDAS	30	7	5	17							6	6	5
GALLETERIA	99	18	6	53									
DROGUERIA	120	20	6	73									
DESECHABLES	97	15	6	59									
ALIMENTOS INFANTILES	138	17	8	72									
USO PERSONAL	427	40	11	216									
ASEO HOGAR	386	27	14	190									
DULCERIA	286	16	18	167									
ABARROTES	447	23	19	238									
USO HOGAR	66	2	37	38									
PANADERIA	8	0	117	5									
CAPACIDAD DE ESTANTERIA EN ESTIBAS					6	6	6	6	6	6	6	6	5

Fuente Propia

8.8. DETERMINACIÓN DE LA UBICACIÓN DE LOS PRODUCTOS DENTRO DE LA UBICACIÓN DE LA FAMILIA EN LA BODEGA

Para determinar la ubicación de los productos dentro de la ubicación designada para la familia en la bodega se utilizo el método del COI (Cube-per-order-item)

El número de ordenes diarias de los productos, se tomo del nivel de ventas que mantienen los productos en la distribuidora (trimestral), al realizar el proceso de cálculo del COI (ver Archivo de Excel “Programa Tesis Almacenamiento”) se determinó la ubicación en la bodega siendo el producto con menor COI la de primera ubicación dentro del espacio establecido para la familia.

En la Tabla 20. Se mostrara algunos de los productos de cada familia con el resultado del COI

Tabla 20. Resultado del COI para los productos

Familia	Codigo del Producto	Producto	COI
Abarrotes	299	SALSA AJI LA CONSTANCIAx165ml	1,87
	164	ARVEJAS ZENUx600g GRANDE	1,88
	54435	CALDO MAGGIx165 CUB BOTAD GTS 6	1,88
	833290	CALDO MAGGIx100 CUB GT JARRA	1,94
	166	SALCHICHA ZENUx150g VIENA ROJA	2,14
	860849	CAFE NESCAFEx10g	2,16
	758	CALDO RICO x8 CUBOS	2,17
Alimentos Infantiles	32026	LECHE SIMILACx375g ADVANCE S/LA	4,59
	45413	CEREAL NESTUMx200g ARROZ PLEGADI	4,95
	54505	LECHE KLIMx440g FORT TRAD JIRAF	5,52
	31170	LECHE NANx400g No1	8,37
	7542	COLADA COLOMBIARINAx500g FRESA	12,93
	54504	LECHE KLIMx845g FORT INAST JIRAF	13,89
Aseo de Hogar	61009	DETERG INDUSTRIAL P.Q.P xkl	2,55
	34929	SUAV SOFLANx1900ml LAVANDA	2,63
	39294	AMBIEN GLADEx360cc AER I LOVE YO	2,95
	1325	DETERG DERSA ASx500g LIMON	3,00
	47804	ESPONJA BRIO MULTIUSOSx1	3,06

Fuente propia

Basándonos en este resultado se acomodaran los productos dentro de la ubicación designada para la familia.

8.9. DETERMINACION DE LOS ELEMENTOS DE MANEJO DE MATERIALES Y DIMENSIONES DE ESTANTERIAS

Para determinar el área requerida para la bodega se tiene en cuenta las especificaciones del tamaño de los pasillos y el área utilizada por las estanterías.⁴¹

⁴¹ Catalogo "Estanterías para Paletizacion" Mecalux (Distribuidor Carvajal Espacios Almatec)

Se trabajara con maquinaria de manejo de materiales “apiladores” los cuales tienen una funcionalidad que se acopla con las características del diseño de las estanterías, adicionalmente su costo y tiempo de garantía son los favorables. Para trabajar con estos equipos se requieren pasillos de 3 metros teniendo en cuenta la ficha técnica del equipo⁴², esta distancia permite el fácil manejo del equipo entre las estanterías evitando los choques y daños en los productos almacenados, los cuales son permitidos por la normatividad, la cual exige un mínimo de 1.2 metros⁴³, Adicionalmente los aplicadores alcanzan una altura de elevación y tolerancia de 5.2 metros, por lo que es el ideal para manejar los 3 niveles en la estantería definida anteriormente ya que ella tiene una altura de elevación de 4.87 metros. Como se muestra en la imagen 5

Imagen 5. Apiladores



Fuente Catalogo Estanterías para Paletizacion Mecalux

Continuando con el cálculo de las dimensiones de la bodega, se procede con el cálculo de las dimensiones de las estanterías teniendo como base de referencia la marca Mecalux.

⁴² Catalogo “ RM 6000, RMD 6000 series Profile Sheet, Narrow-Aisle Reach Truck S Class

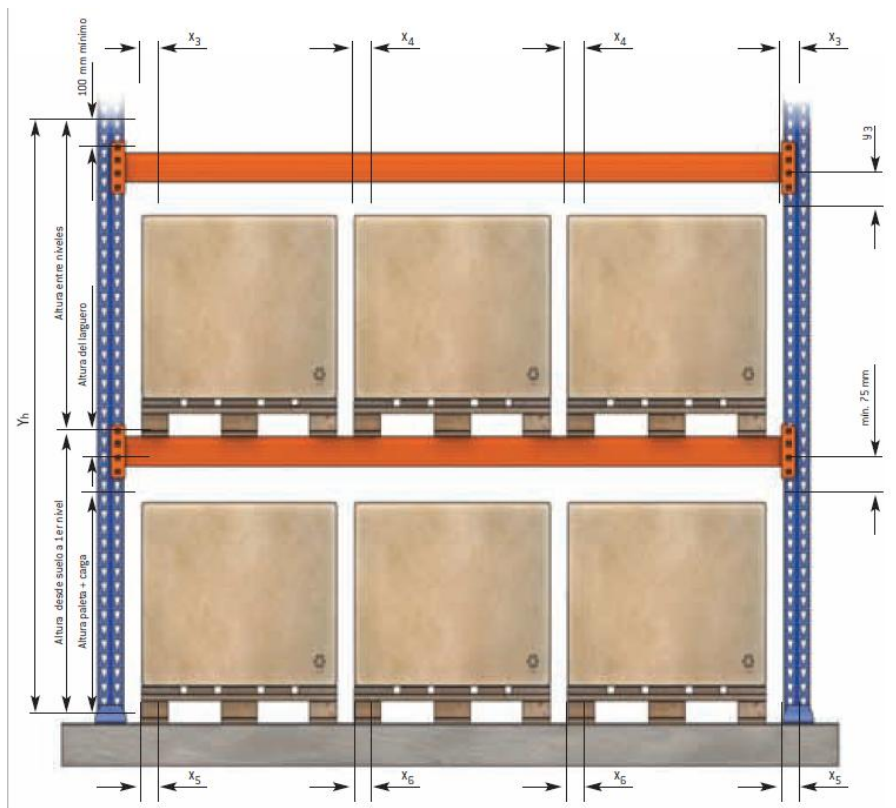
⁴³ Resolución 2400 del 1979, Normas NTP 298 y NTP 618

Las dimensiones de las estanterías son:

- Altura: 4.87 metros (sin contar la tercera estiba o sea hasta el 2 larguero)
- Largo: 2.4 metros
- Profundidad: 2.4 metros

Para realizar este cálculo se tomo como referencia las dimensiones dadas Carvajal Espacios Almatec, en la grafica 6 se podrá mirar las dimensiones tomadas en cuenta para el desarrollo de esta investigación.⁴⁴

Grafica 6. Estanterías de tres espacios



Fuente Catalogo Estanterías para Paletizacion Mecalux

⁴⁴ Catalogo "Estanterías para Paletizacion" Mecalux (Distribuidor Carvajal Espacios Almatec)

Tabla 21. Espacio requerido entre estibas para cada clase de estanterías

Para niveles comprendidos entre:	Clase 400		Clase 300A		Clase 300B	
	X	Y	X	Y	X	Y
$0 \leq H \leq 3.000$	75	75	75	75	75	75
$3.000 < H \leq 6.000$	75	100	75	75	75	100
$6.000 < H \leq 9.000$	75	125	75	75	75	125
$9.000 < H \leq 12.000$	100	150	75	75	100	150
$12.000 < H \leq 13.000$	100	150	75	75	100	175
$13.000 < H \leq 15.000$	--	--	75	75	100	175

Tolerancias y holguras en el hueco:
Y: altura entre paleta y parte inferior del larguero para niveles distintos al de cota +0
X: holgura mínima entre paletas o cargas
Cotas en mm

Fuente Catalogo Estanterías para Paletizacion Mecalux

Las Clases están determinadas por el tipo de estanterías y maquinaria de manejo de materiales:

Clase 400: Estanterías para carretillas de carga frontal (apiladores, contrapesadas y retractiles)

Clase 300 A: Estanterías para carretillas bilaterales con hombre arriba

Clase 300B: Estanterías para carretillas trilaterales y bilaterales con hombre abajo

8.10. DETERMINACION DEL AREA Y LAY-OUT DEL ALMACEN

Siguiendo este orden de ideas, se continua en lo cálculos para encontrar el área total requerida por la bodega, teniendo en cuenta las oficinas, pasillos y espacios para movilizar la carga, en las porterías de recepción y despachos de productos.

Se presentan 2 alternativas de diseño, con el fin de evaluar la mejor posibilidad de Lay-Out, una orientación longitudinal, y una orientación transversal⁴⁵, la orientación longitudinal permite un mayor movimiento para carretillas contrapesadas, la orientación transversal favorece el movimiento de Carretillas retráctiles, teniendo en cuenta las ventajas de las 2 orientaciones se le adicionan el criterio de selección de área requerida, la alternativa que tenga la menor área será la seleccionada para este estudio.

Alternativa 1 Distribución Trasversal para 119 Bloques de estanterías

Se realiza una simulación para determinar la cantidad de estanterías por bloque a utilizar, encontrando así la mejor distribución posible para lograr la menor área requerida por este método.

En la tabla 22 se muestra el resultado de la simulación la cual se realizó con las interacciones con cada una de las posibilidades (Ver Archivo de Excel “Distribución del Almacén”) determinando que son necesarias 3 estanterías dobles por bloque, teniendo como resultado 2.253 Metros cuadrados.

Tabla 22. Área requerida por distribución trasversal

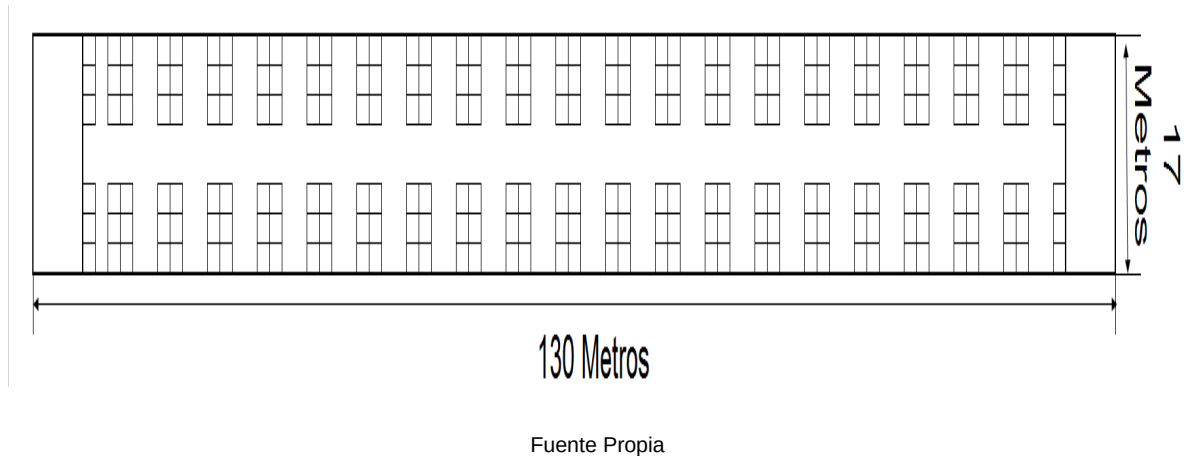
Esterias por bloque	Bloques Necesarios	Bloques por lado	Pasillos por bloque	Largo Total Metros	Ancho Total Metros	Area Total Metros ²
1	119	60	60	344	8	2681
2	60	30	30	183	13	2306
3	40	20	20	130	17	2253
4	30	15	15	103	22	2280
5	24	12	12	87	27	2340
6	20	10	10	76	32	2415
7	17	9	9	68	37	2500
8	15	7	7	63	41	2590
9	13	7	7	58	46	2684

Fuente Propia

⁴⁵ Mikel Mauleon, Logística y Costos, , Capítulo 6 Almacén, pp 91-118

En la grafica 7 se mostrara la distribución de la bodega de la alternativa 1
Distribución transversal, con las dimensiones requeridas

Grafica 7. Distribución transversal de la bodega



Alternativa 2 Distribución Longitudinal para 119 bloques de estanterías

Se realiza una simulación con el fin de encontrar la distribución longitudinal que me ocupe la menor cantidad de espacio, la simulación se realiza variando 119 veces la cantidad de bloques a acomodar a lo ancho de la bodega, se varia también la cantidad de estanterías por bloque y el numero de bloques a lo largo de la bodega (Ver Archivo de Excel “Distribución del Almacén”), por este método se encontró que la mejor distribución longitudinal para los 119 bloques estanterías a acomodar es colocar 7 conjunto de bloques de estanterías a lo ancho cada uno con 17 bloques de estanterías a lo largo, logrando un área de 1760,74 metros cuadrados.

En la tabla 23 se muestra el proceso de la simulación, la cual nos indica que es necesario una bodega de 43.8 metros de largo y 40.2 metros de ancho.

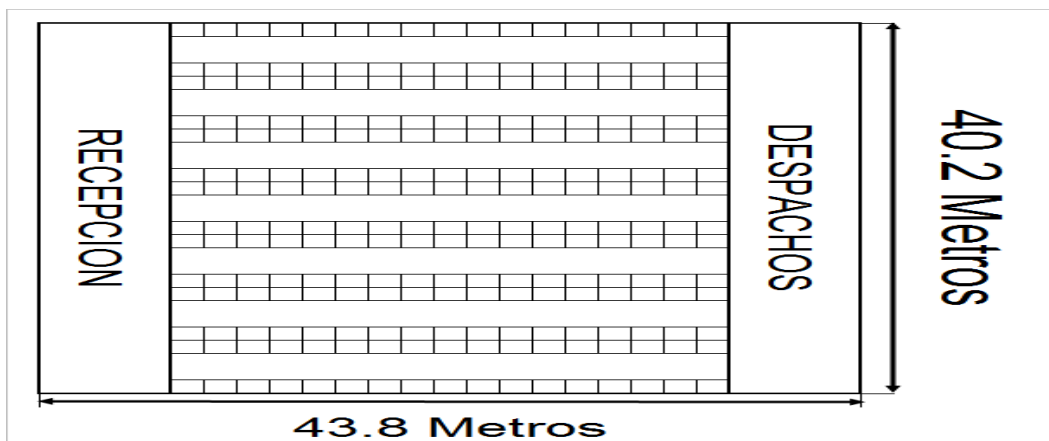
Tabla 23. Área requerida por distribución Longitudinal

# de bloques ancho	# de estanterías largo	Bloques por largo	Largo Total	Ancho Total	Area Total
1	119	1	289	8	2251
1	60	2	292	8	2274
2	60	1	146	13	1925
2	30	2	149	13	1964
3	40	1	98	19	1827
3	20	2	101	19	1882
4	30	1	74	24	1786
4	15	2	77	24	1858
5	24	1	60	29	1768
5	12	2	63	29	1856
6	20	1	51	35	1761
6	10	2	54	35	1865
7	17	1	44	40	1761
7	9	2	47	40	1881
8	15	1	39	46	1765
8	7	2	42	46	1902
9	13	1	35	51	1771
9	7	2	38	51	1924

Fuente Propia

En la grafica 8 se mostrara la distribución de la bodega de la alternativa 2
Distribución longitudinal, con las dimensiones requeridas

Grafica 8. Distribución longitudinal de la bodega



Fuente Propia

Se prosigue realizando la evaluación de las 2 alternativas en términos de espacio, en la tabla 24 podemos comparar las áreas requeridas por cada una.

Tabla 24. Comparación de áreas del Almacén

Distribución	Largo Total Metros	Ancho Total Metros	Área Total Metros²
Transversal	130	17	2253
Longitudinal	43,8	40,2	1760,76

Fuente Propia

Realizando la comparación de las 2 alternativas observamos con base en la tabla 20 en el ítem área total, que la mejor opción para realizar la distribución de la bodega es la Alternativa 2 de la distribución longitudinal con 1.760,76 metros cuadrados

8.11. COSTOS DEL PROYECTO⁴⁶

Teniendo en cuenta la selección de equipos y distribución del almacén, se procede con el costeo, y forma de recuperación de la inversión.

Se solicitan 1419 estibas a U\$ 3.5 cada una teniendo un total de U\$ 4.967 para almacenar las estibas se requiere 119 bloques de estantería. Cada bloque de estantería tiene un costo de U\$ 720, por lo tanto la inversión total en estanterías sería de U\$ 85.680 (incluye el proceso de instalación).

⁴⁶ Oscar Ospina Gerente Comercial Almatec Carvajal Espacios

Adicional se necesitaran 2 Montacargas y 2 Carretillas con hombre a bordo por el tamaño de la bodega y nivel de rotación de los productos, cada montacargas tiene un costo de U\$ 35.000 y las carretillas tiene un costo de U\$ 15.000 Dólares

Tabla 25. Costos totales de la inversión

Item	Cantidad	U\$ Valor / Unidad	Total
Estibas	1419	\$ 4	\$ 4.967
Bloque de estanteria	119	\$ 720	\$ 85.680
Monta Cargas	2	\$ 35.000	\$ 70.000
Patines	2	\$ 15.000	\$ 30.000
Total inversión U\$			\$ 190.647

Fuente Propia

Teniendo en cuenta la tasa Cambio Representativa del mercado para la moneda Dólar durante el año 2011 fue de \$ 1930.57 pesos colombianos por dólar Estadounidense, realizando la conversión a pesos colombianos daría un total de \$368'056.414. Esta inversión se recuperaría en los 2 primeros años después de implementarse, ya que las pérdidas a causa de las averías y pedidos incompletos en promedio por año son de 302 millones de pesos.

9. CONCLUSIONES

- A través de la elaboración del diagnóstico de la situación actual de la empresa frente al sistema de almacenamiento se pudo observar que no es el indicado para el volumen de productos que maneja la distribuidora ya que solo cuenta con menos de 300 metros cuadrados y para el buen funcionamiento son requeridos 1700 metros cuadrados aproximadamente
- El nuevo centro de distribución le otorgara más agilidad para afrontar los nuevos cambios que vayan incorporando a un mercado tan dinámico como es el del los productos de consumo masivo.
- El nuevo diseño del LAY- OUT del centro de distribución lograra que los flujos de mercancía dentro de la bodega sean más eficientes y rápidos, lo cual mejorara los indicadores de rentabilidad y satisfacción del cliente, Adicionalmente se disminuye el esfuerzo físico de los trabajadores debido a la incorporación de herramientas mecánicas y aumento de la productividad por parte de ellos ya que habrá menos espacio para el error humano.
- Al aplicar métodos de diseño de bodegas y manejo de materiales la compañía lograría disminuir sus pérdidas operacionales en mínimo 200 millones de peso anuales con los cuales podría invertir en los proyectos de desarrollo de la distribuidora.
- Al realizar la evaluación económica de la propuesta de mejora encontramos que la inversión de la estructura y el equipo solicitado se recuperaría en los primeros 2 años teniendo en cuenta el ahorro que se generara en las devoluciones a causa de las averías

- Se determino la cantidad de cajas que caben por cada estiba por producto, y se determino que son necesarias 1419 estibas para ubicar los productos en los 119 bloques de estanterías para el funcionamiento de la bodega

10. RECOMENDACIONES

- Ubicar un terreno adecuado para almacenamiento, ya que, él actual no cuenta con las dimensiones necesarias para albergar la cantidad de productos demandada por la distribuidora.
- Es muy importante la implementación de la propuesta del diseño del almacén ya que la empresa está dejando de percibir más de 250 millones de pesos los cuales corresponden a devoluciones a causa de averías.
- Es muy importante tener una política de inventario definida para poder garantizar en el tiempo la efectividad del funcionamiento del centro de distribución y no volver a incurrir en las pérdidas tan elevadas por devoluciones
- Para continuar el proceso de mejoramiento y reducción de pérdidas se recomienda realizar una propuesta de Picking con el fin de atacar las pérdidas por devoluciones a causa de productos mal despachados y faltantes

11. BIBLIOGRAFÍA

- Álvaro Silva. “Logística de Almacenamiento” Tecana American University. Caracas 2006. PP. 7-21
- Cantú Diseño de almacenes, Universidad de las Américas Puebla, México 1984. PP. 7-11
- Catalogo “Estanterías para Paletización” Mecalux (Distribuidor Carvajal Espacios Almatec)
- Catalogo “ RM 6000, RMD 6000 series Profile Sheet, Narrow-Aisle Reach Truck S Class
- Donald J. Bowersox y otros. Administración y Logística en la Cadena de suministros, Segunda edición. 2007 Capítulo 9 Decisiones de Almacén
- Flores, B; Whybark, D. Multiple Criteria ABC Analysis. Texas A & M University, USA. 1985. Pp.10.
- Flores, B; Whybark. Modelo bi-criterio o matriz de integración de criterios En la universidad A&M Texas en 1985
- Francisco Xavier Sánchez Rivera “Reingeniería de un almacén de materia prima en una empresa panificadora” 2004
- Hellen I Richardson, “ Genting-Your warehouse in order” Logistics. Today, Octubre de 2003 pp. 38- 42
- Jessica Moreno Gutiérrez y Rubí Reyes González “Análisis y propuesta de implementación de herramientas para la mejora en la ubicación y manejo de materiales dentro del Centro de Distribución Interceramic.”, Universidad de las Américas Puebla (México - 2004),
- Luis Felipe León Luis y Pedro Rodríguez Barba “Distribución de los artículos del almacén de insumos dentro de la empresa siderúrgica Atlax” 2003
- Mikel Mauleon, Logística y Costos, , Capítulo 6 Almacén, pp 91-118
- Miriam Niño y William Olaya “Organización y diseño de un sistema de manejo de materiales para una empresa del sector industrial” Universidad del Valle en Cali-1986

- Venkata Reddy Muppani y Gajendra Kumar Adil “Efficient formation of storage clases for warehouse storage location assignment: A simulated annealing approach”¹ de (2007)
- R. Dekker “Improving Order-Picking Response Time at Ankor’s Warehouse”. Escuela de Economía en la Universidad de Rotterdam en los Países Bajos, 2004
- Ramakrishnan Ramanathan “ABC inventory classification with multiple-criteria using weighted linear optimization” 2006
- Ronald H. Ballou Logística. Administración de la cadena de suministro quinta edición.
- Resolución 2400 del 1979, Normas NTP 298 y NTP 618
- Resolución 3673 del 2008 Ministerio de Protección Social
- Ronald H. Balloud. Logística empresarial control y planificación. 1985
- Torres Gemell/ Medeos Cabrera, en fundamentos generales de la logística, 2007
- Wan Lung Ng “A simple classifier for multiple criteria ABC analysis” 2005