UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

"Evaluación y Mejoras para el Sistema de Manejo de Materiales, Operaciones de Almacén y Control de Inventarios para una Empresa de Impresiones Gráficas"

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: Diez y ocho puntos (18)

JURADO EXAMINADOR

Firma: _____ Firma: _____ Firma: _____

Nombre: L. Napolitano Nombre: C. ALTIMARI Nombre: LUIS CALDERON

REALIZADO POR JOSE LUIS FIGUERA GARCÍA

PAULO ANDRÉS MARTÍNEZ Ñ.

Luis Calderon

PROFESOR GUÍA ING. CARLOS ALTIMARI

Leo Napo 22-06 8:00

FECHA JUNIO DE 2.002

ÍNDICE GENERAL.

SINOPSIS i
INTRODUCCIÓN 1
1 CAPITULO I: Control de Inventario 5
1.1 CLASIFICACIÓN ABC 5
1.1.1 Identificación de los Materiales 6
1.1.2 Criterio de clasificación 7
1.1.3 Levantamiento de Información 8
1.1.4 Cálculo de los parámetros 8
1.1.5 Clasificación 9
1.1.6 Resultados 10
1.2 CALCULO DEL LOTE ECONÓMICO 12
1.2.1 Costo de Almacenamiento 14
1.2.2 Costo de Orden de Compra 17
1.2.3 Demanda. 18
1.2.4 Estimación de los Lotes Económicos 20
1.3 RECOMENDACIONES 24
2 CAPITULO II: Almacén de Materias Primas. 28
2.1 DESCRIPCIÓN SITUACIÓN ACTUAL 28
2.1.1 Análisis de las Operaciones de Almacén. 30
2.2 SOLUCIONES PARA EL ALMACÉN DE MATERIAS PRIMAS 31
2.2.1 Reorganización y Redistribución de los Materiales 32
2.2.2 Implementación de un Sistema de Almacenamiento dentro del Almacén 32
2.3 RECOMENDACIONES. 36
3 CAPITULO III: Manejo de Materiales en Planta 40
3.1 SITUACIÓN ACTUAL 40
3.1.1 Diagrama de Recorrido 40
3.1.2 Diagrama de Proceso 43
3.1.3 Análisis de la Situación Actual 45
3.2 SOLUCIONES PARA EL MANEJO DE MATERIALES EN PLANTA 46

3.2.1 Solución 1: Movilizar la máquina de impresión principal *47*

3.2.2 Solución 2: Movilizar la máquina de impresión antígüa *48*

3.2.3 Solución 3: Implementar estanterías en el área de producto en proceso *49*

3.3 RECOMENDACIONES 50

4 CAPITULO IV: Almacén de Producto Terminado 55

4.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL ALAMCENAMIENTO DEL PRODUCTO TERMINADO 55

4.2 SOLUCIONES PARA EL PRODUCTO TERMINADO 57

4.2.1 Estanterías en el área de Producto Terminado *57*

4.2.2 Zona para el Producto Terminado en Almacén 1 ..... *58*

4.2.3 Estanterías en el área secundaria de almacenamiento *58*

4.3 RECOMENDACIONES 60

5 CAPITULO V: Análisis Costo / Beneficio 62

5.1 ANÁLISIS COSTO / BENEFICIO CONTROL DE INVENTARIO. 62

5.2 ANÁLISIS COSTO / BENEFICIO ALMACÉN DE MATERIAS PRIMAS 63

5.3 ANÁLISIS COSTO / BENEFICIO MANEJO DE MATERIALES EN PLANTA 67

5.4 ANÁLISIS COSTO / BENEFICIO PRODUCTO TERMINADO 68

5.5 ANÁLISIS COSTO / BENEFICIO RECOMENDACIÓN FINAL 69

6 CONCLUSIONES 71

7 BIBLIOGRAFÍA. 72

8 ANEXOS 73

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1 DISTRIBUCIÓN DE LOS MATERIALES EN GRUPOS 6

TABLA 1.2 COSTO DE ALMACENAMIENTO 16

TABLA 1.3 COSTO ORDEN DE COMPRA SEDES CARACAS Y MARACAY 18

TABLA 1.4 UNIDADES DE MANEJO 21

TABLA 1.5 LOTES ECONÓMICOS PRODUCTOS "A" 22

TABLA 1.6 NÚMERO DE DESPACHOS Y KILOS POR DESPACHO PARA LOS PRODUCTOS "A" 26

TABLA 2.1 DISTRIBUCIÓN DE LOS MATERIALES CONSIDERADOS DESECHOS 29
TABLA 2.2 RESULTADOS DEL ANÁLISIS 34
TABLA 3.1 DISTANCIAS ENTRE LOS PUNTOS DEL DIAGRAMA DE RECORRIDO 42
TABLA 3.2 RESUMEN DE ACTIVIDADES DEL DIAGRAMA DE PROCESO 44
TABLA 3.3 DISTANCIAS ENTRE LOS PUNTOS DEL DIAGRAMA DE RECORRIDO PARA LA RECOMENDACIÓN 51
TABLA 4.1 ÁREA OCUPADA Y NÚMERO DE SOLUCIONES PARA LA RECOMENDACIÓN 60
TABLA 5.1 COSTOS DE LA SOLUCIÓN CON ESTANTERÍAS 63
TABLA 5.2 COMPARACIÓN DE TIEMPOS 65
TABLA 5.3 COMPARACIÓN DE DISTANCIAS Y TIEMPOS 65
TABLA 5.4 COSTO SOLUCIÓN ALMACÉN MATERIAS PRIMAS 66
TABLA 5.5 COSTOS DE LA SOLUCIÓN MANEJO DE MATERIALES EN PLANTA 67
TABLA 5.6 COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS DE MANEJO DE MATERIALES 67
TABLA 5.7 AHORRO ANUAL SOLUCIÓN MANEJO DE MATERIALES EN PLANTA 68
TABLA 5.8 COSTO SOLUCIÓN PRODUCTO TERMINADO 68
TABLA 5.9 COSTOS BENEFICIOS SOLUCIÓN FINAL 69

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1.1 DISTRIBUCIÓN EN PORCENTAJE DE LOS MATERIALES 7
GRÁFICO 1.2 CLASIFICACIÓN ABC 10
GRÁFICO 1.3 DISTRIBUCIÓN EN PORCENTAJES DE LOS MATERIALES EN LOS PROD. "A".. 11
GRÁFICO 1.4 DISTRIBUCIÓN DE LOS MATERIALES EN LOS PROD. "B" 12
GRÁFICO 1.5 DEMANDA 19

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 0.1 VISTA GENERAL DE LAS INSTALACIONES 4
ILUSTRACIÓN 2.1 DISTRIBUCIÓN ACTUAL DEL ALMACÉN DE MATERIAS PRIMAS 30
ILUSTRACIÓN 2.2 DISTRIBUCIÓN DEL ALMACÉN DE MATERIAS PRIMAS SEGÚN PAPER.... 35
ILUSTRACIÓN 2.3 DISTRIBUCIÓN RECOMENDADA PARA EL ALMACÉN DE MATERIAS PRIMAS 36
ILUSTRACIÓN 3.1 DIAGRAMA DE RECORRIDO 41
ILUSTRACIÓN 3.2 DIAGRAMA DE PROCESO 43
ILUSTRACIÓN 3.3 DIAGRAMA DE RECORRIDO SOLUCIÓN 1 48
ILUSTRACIÓN 3.4 DIAGRAMA DE RECORRIDO SOLUCIÓN 2 49
ILUSTRACIÓN 3.5 DIAGRAMA DE RECORRIDO RECOMENDACIÓN 50
ILUSTRACIÓN 3.6 DIAGRAMA DE PROCESO RECOMENDACIÓN 52
ILUSTRACIÓN 4.1 SITUACIÓN ACTUAL ALMACENAMIENTO PRODUCTO TERMINADO 56
ILUSTRACIÓN 4.2 SOLUCIÓN 1 PARA PRODUCTO TERMINADO 58
ILUSTRACIÓN 4.3 SOLUCIÓN 2 PARA PRODUCTO TERMINADO 59
ILUSTRACIÓN 4.4 SOLUCIÓN PRODUCTO TERMINADO Y MANEJO DE MATERIALES EN PLANTA. 61
ILUSTRACIÓN 5.1 COMPARACIÓN DE LOS DOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO 64
ILUSTRACIÓN 5.2 SOLUCIÓN INTEGRADA 70

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 COSTOS DE ALMACENAMIENTO ALMACÉN 1 I
ANEXO 2 COSTO DE ALMACENAMIENTO ALMACÉN 2 II
ANEXO 3 COSTO DE ALMACENAMIENTO ALMACÉN 3 III
ANEXO 4 COSTO DE ORDEN DE COMPRA SEDE CARACAS IV
ANEXO 5 COSTO ORDEN DE COMPRA SEDE MARACAY V
ANEXO 6 TAMAÑOS DE LOTE CALCULADOS PARA LOS PRODUCTOS "B" VI
ANEXO 7 TAMAÑOS DE LOS LOTES CALCULADOS PARA LOS PRODUCTOS "C" IX

ANEXO 8 NÚMERO DE DESPACHOS Y KILOS POR DESPACHO PRODUCTOS "B" XIV
ANEXO 9 NÚMERO DE DESPACHOS Y KILOS POR DESPACHO PRODUCTOS "C" XVI
ANEXO 10 PAPER PARA LA SELECIÓN DE SISTEMAS DE ALMACENEMIENTO.....XX

SINOPSIS

El presente estudio, contempla el análisis de las operaciones de almacén, manejo de materiales y el control de inventario en esta empresa y la generación de soluciones en aquellos puntos donde se observe una situación con potencial de mejora.

Para identificar los procedimientos actuales e investigar los métodos que emplea la empresa para realizar estos procesos, se realizaron una serie de evaluaciones a través de la aplicación de técnicas como el cálculo de lotes de compra, diagramas de recorrido y diagramas de proceso con el fin de poder visualizar mejor los procedimientos.

Estos nos arrojaron como resultado una serie de problemas o procesos que se podían mejorar, que es en lo que consistió este proyecto. En el almacén de materias primas las paletas se almacenan aplicando del almacenamiento en bloques (una sobre otra) con una selectividad bastante baja, aumentando los movimientos dentro del almacén de manera significativa y en muchos casos sin utilizar toda la altura disponible para evitar excesos de movimientos (mal aprovechamiento de espacio cúbico). El FIFO no siempre se cumple por falta de organización y además cuentan con una gran parte del almacén ocupada por materiales considerados desechos.

En la planta existen movimientos excesivos, con continuos reflujos que aumentan el recorrido sin agregarle valor al producto terminado, así como la presencia de demoras dentro del proceso por falta de un balance en la línea de producción.

La zona para el almacenaje del producto terminado no tiene un área específica en la planta y tampoco se cuenta con una sistema de localización de productos efectivo, lo que trae como consecuencia una pérdida de tiempo en la búsqueda de producto para su despacho.

Para aportar una solución a estos detalles observados, se analizaron las políticas de compras de la empresa, y nos encontramos que se realizaba sin ningún procedimiento definido, lo que deja al almacén sin un número aproximado de productos que se van a manejar.

Para aportar solución a todos los detalles mencionados anteriormente se partió de los tamaños de lote de compra calculados a través del modelo del lote económico para disminuir los niveles de inventario y para rediseñar el almacén de materias primas.

Mientras, en la planta se estudiaron los diagramas de recorrido para poder generar una solución que eliminara las demoras y los repetido reflujos así como la mejor ubicación para el producto terminado de forma de obtener un flujo continuo y que tuviera una distancia recorrida menor a la actual.

Al final se escogió como solución nuevos lotes de compras para cada producto de la empresa, instalar estanterías metálicas en el almacén y en la planta para manejar las materias primas, los productos en proceso y el producto terminado. Y unos cambios sencillos en el layout, ya que estos cambios son los que mejor se adaptan a la empresa y sus proyectos futuros.

Con esto se disminuye los niveles de inventario de materias primas, se reduce el tiempo de búsqueda en 80% para el almacén de materias primas, se disminuye la distancia recorrida y el tiempo de recorrido en 34 % y 80% respectivamente para el manejo de producto en proceso, se aumenta la selectividad al 100% para los materiales en el almacén de materias primas, producto en proceso y producto terminado y se liberan espacios dentro del área de planta que pueden ser aprovechados en proyectos futuros.

INTRODUCCIÓN

PAVEMA GRÁFICA, es una empresa fundada en 1.972 que fabrica e imprime empaques flexibles para la industria alimenticia en su mayoría. Esta fábrica produce 250 toneladas de empaques plásticos al mes, colocándose entre las tres (3) primeras de esta rama a nivel nacional. Actualmente es proveedor exclusivo de Cargill a quien suministra los empaques para todas las líneas de pastas (Ronco, Mimesa, Milani etc.), harinas (Blanca Flor, Gold Medal y Mimesa) y arroz (Santa Ana, Mimesa, Universal entre otros); y de la empresa Fama de América a quien le imprimen todos los empaques de sus productos en sus distintas presentaciones. Además trabajan con otras empresas como Nabisco, Frito Lay, Puig y Bimbo entre otras.

La planta se encuentra distribuida por procesos siendo estos Impresión, Laminación, Corte y Embalaje. Consta de 3 almacenes de materias primas, uno para los sutratos y otros materiales, otro para las tintas y otro para el resguardo de las resinas. El producto en proceso y terminado consta de áreas dentro de la planta para su almacenaje temporal.

La empresa actualmente cuenta con la certificación ISO-9002, con lo que busca mejorar y mantener la calidad de sus productos, la atención al cliente, sus materias primas, además del control y mejoramiento continuo de sus procesos así como del personal.

Actualmente, atraviesa por un proceso de expansión, el cual contempla la adquisición de dos galpones, de 700 m^2 cada uno anexos a la planta además de nuevos equipos con el fin de incrementar su capacidad productiva.

El crecimiento acelerado y poco planificado de la empresa ha creado situaciones de conflictoque estan afectando la eficiencia de los procesos, entre otros:

- La materia prima no se encuentra ubicada en dispositivos para su almacenaje. Es almacenada usando paletas, apiladas unas sobre otras. Esto ocasiona que el manejo de materiales sea poco eficiente, debido a que es necesario mover gran cantidad de material para poder extraer el que se requieren un momento dado en la producción.

- No existe un buen aprovechamiento del espacio cúbico del almacén 1, lo cual ocasiona que no se utilice plena capacidad, siendo necesario ubicar parte de la materia prima en otras áreas de la planta.

- No se cumple con la política FIFO dentro del almacén. Esto ocasiona que no se usen las materias primas en el momento preciso, lo cual genera a su vez el abandono de las mismas dentro del establecimiento.

- El material excedente de la producción es llevado nuevamente al almacén de materia prima. En algunas ocasiones estas cantidades de material son muy pequeñas como para ser reaprovechadas en corridas posteriores. Esto ocasiona que dichos excedentes se acumulen dentro del almacén ocupando espacios destinados para la materia prima entrante.

- Existe acumulación de materia prima rechazada por no cumplir con especificaciones tanto en las instalaciones del almacén como en las instalaciones de la planta. Esto reduce el espacio físico aprovechable para el almacenamiento de productos terminados y materias primas en buenas condiciones, además genera dificultades en el flujo de materiales, debido a que en algunas ocasiones es necesaria su reubicación para sacar la materia prima requerida para producir.

- El recorrido de los materiales dentro de las instalaciones de planta presenta continuos reflujos, lo cual ocasiona interrupciones del flujo del material haciendo que los mismos sean transportados a lo largo de todas las instalaciones de planta en flujos y contra flujos.

- No existe un sistema de información efectivon que permita dar a conocer con precisión el inventario de materiales dentro del almacén.

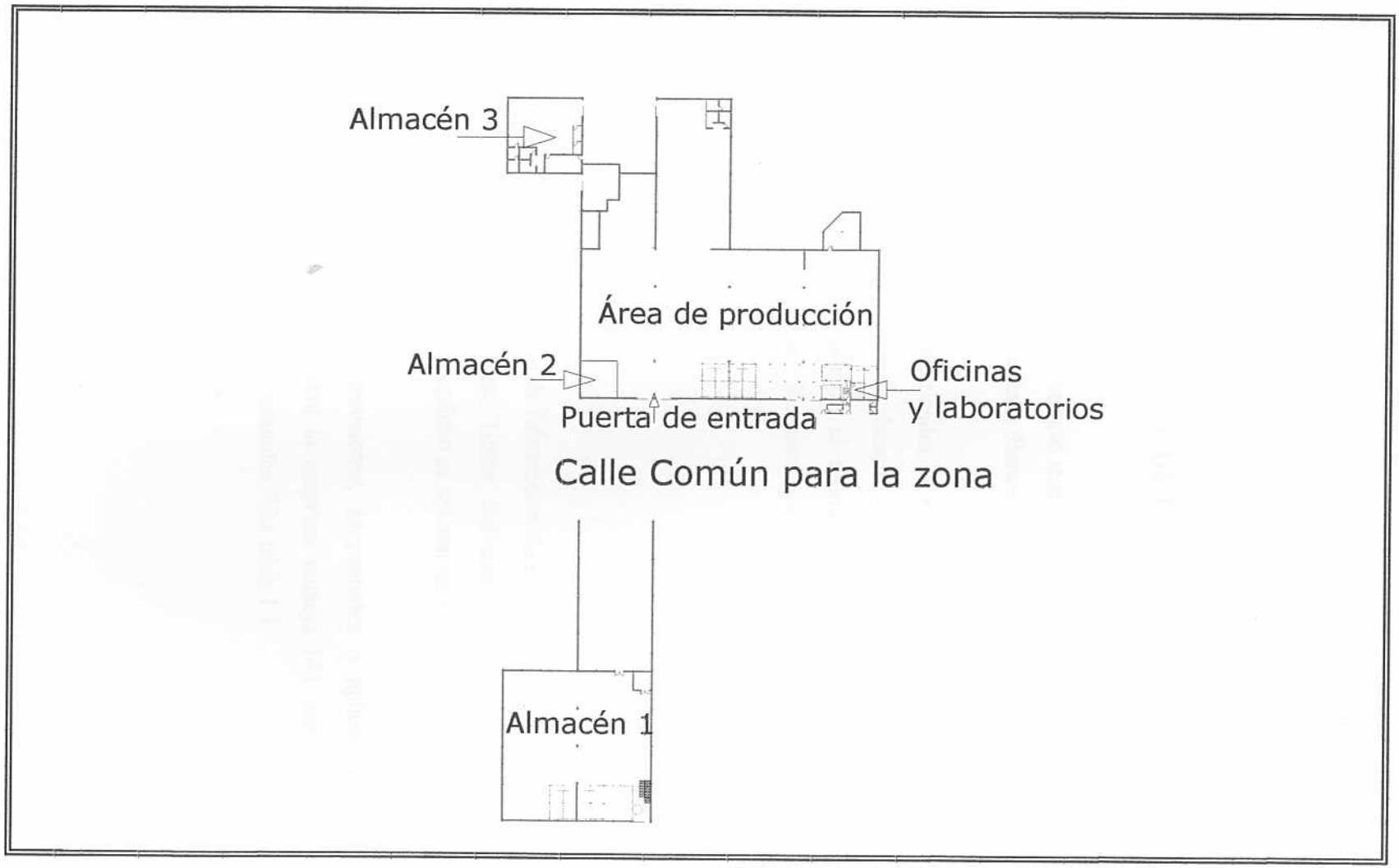
Para la solución de estas situaciones de conflicto es necesaria la realización de una evaluación de las operaciones de almacén y planta con el fin de mejorarlas así como el flujo de materiales dentro de las mismas. Esta evaluación y análisis será el objetivo de este trabajo.

El análisis contempla una revisión de los tamaños de los lotes de compra de materia prima que realiza la empresa, un estudio de tiempos y movimientos para el flujo de materiales dentro de las instalaciones y un estudio costo / beneficio para evaluar las recomendaciones emitidas en este documento.

La evaluación abarca todas las operaciones de almacén referente a recepción, manejo de materiales, distribución de espacios y despacho hacia planta, demás del manejo de material en proceso y producto terminado.

Para un mayor entendimiento de los planos que se presentan en este documento, seguidamente se proporciona una vista general en esta sección en donde se muestra de forma básica la distribución de las instalaciones. Cabe destacar que según sea el tema en cuestión se presentarán vistas más detalladas a los largo del documento.

Ilustración 0.1 Vista General de las Instalaciones



1 CAPITULO I: CONTROL DE INVENTARIO

El sistema de control de control de inventario que tiene la empresa, no permite llevar al día la cantidad de material que se movilizan diariamente en el almacén.

Además no existe un control de las cantidades de materia prima que se compra, esto provoca un desequilibrio entre los costos de almacén y los costos de las órdenes de compra, por lo que en este capitulo se plantea el cálculo del tamaño de los lotes económicos de manera de diagnosticar la situación actual y poder emitir recomendaciones.

1.1 CLASIFICACIÓN ABC

Los materiales utilizados en el proceso de fabricación de empaques flexibles son los siguientes: Polipropileno, Polipropileno Cast, Tintas, Solventes, Adhesivos, Tubos de cartón. En los casos que se fabrique el polipropileno se utilizan resinas.

Estos materiales varían según sus dimensiones, propiedades o aplicaciones dentro del proceso productivo. En la actualidad la empresa maneja 141 materiales distintos ubicados dentro de los grupos antes mencionados. Ver tabla 1.1.

Tabla 1.1 Distribución de los Materiales en Grupos

MATERIAL	% DEL TOTAL DE PRODUCTOS	# PRODUCTOS
POLIPROPILENO	48.936	69
POLIPROPILENO CAST	4.965	7
TINTAS	34.043	48
SOLVENTES	3.546	5
ADHESIVOS	4.255	6
TUBOS DE CARTÓN	0.709	1
RESINAS	3.546	5
TOTAL	**100.000**	**141**

Debido a la gran diversidad de materiales dentro del almacén es necesario identificar cuales de estos materiales requieren de control permanente y cuales pueden ser controlados de forma periódica. Por esto se aplicará el modelo de clasificación ABC.

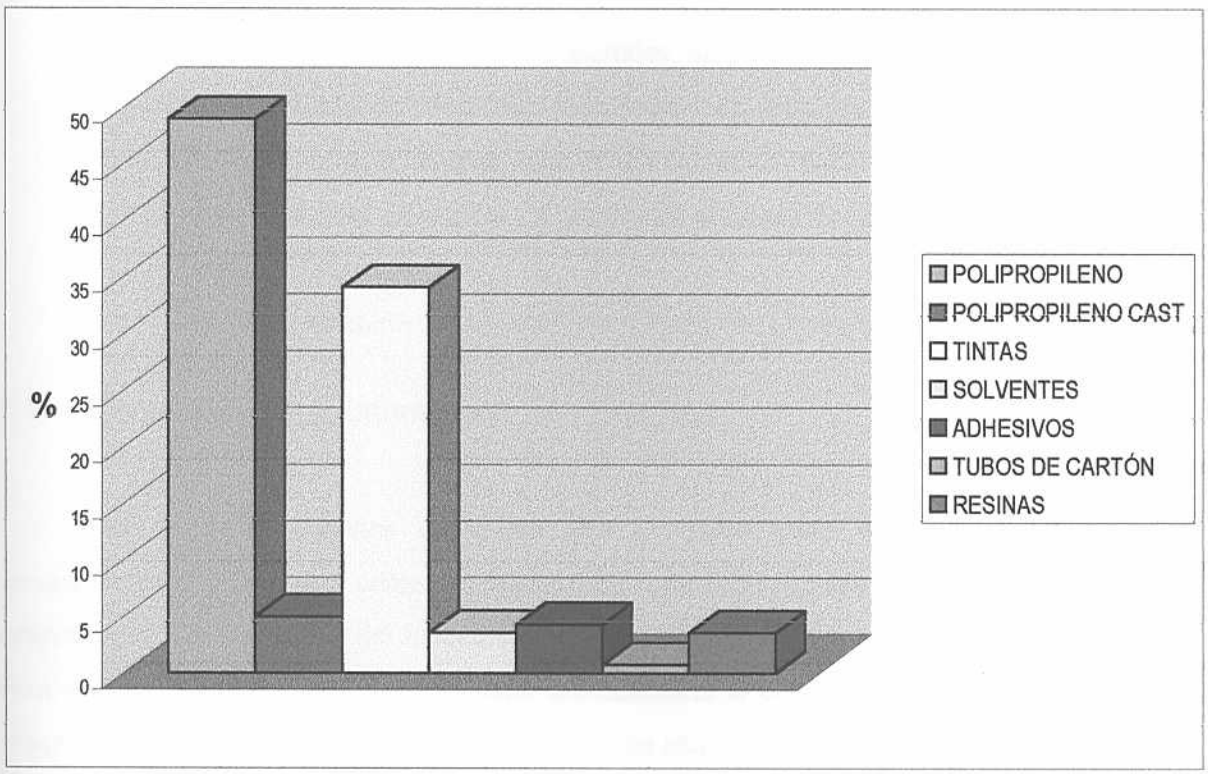
La metodología seguida para la elaboración de la clasificación ABC se detalla a continuación:

1.1.1 Identificación de los Materiales

A partir de la información obtenida de los archivos de las órdenes de compra del año 2001 se elaboró un listado de los materiales adquiridos para ser utilizados en el proceso productivo.

Esta búsqueda arrojó como resultado que en el año 2001 la empresa adquirió un total de 141 materiales diferentes que participaron en la producción de ese año. Más del 80% de estos materiales entran dentro de los grupos polipropileno y tintas, el resto se distribuye en las categorías restantes. Ver gráfico 1.1

Gráfico 1.1 Distribución en Porcentaje de los Materiales



Debido a las diferencias de espacio ocupado, peso y propiedades químicas entre los materiales se decidió separarlos en los grupos antes mencionados con el fin de poder evaluarlos bajo las mismas condiciones.

1.1.2 Criterio de clasificación

Una vez obtenido el listado de los materiales utilizados en el proceso productivo, es necesario establecer un criterio para su posterior clasificación.

Por las diferencias que presentan los materiales, es necesario clasificarlos según varios criterios que permitan evaluarlos bajo las mismas condiciones. Es por ello que se

determinó que el criterio para la clasificación fuese aquel que tomase en cuenta tres parámetros fundamentales:

- La frecuencia de uso de los materiales, mediante la rotación de inventario usando el total de kilogramos manejados en la empresa
- El espacio que ocupan dentro del almacén para poder evaluar los requerimientos de espacio a partir del volumen en m^3 que ocupa cada ítem.
- El valor monetario extraído del valor en Bs. de los archivos de compra.

1.1.3 Levantamiento de Información

Debido a los criterios escogidos para la clasificación ABC, es necesario considerar relevantes datos como: la cantidad de material comprada, el espacio cúbico ocupado por los materiales del listado y el precio unitario a los que fueron adquiridos. Para el levantamiento de esta información fue necesaria la consulta de los archivos de ordenes de compra y los archivos de contabilidad del año 2001.

Es importante mencionar que no se consideraron como fuente importante de información los cortes mensuales de inventario, debido a que no existe un procedimiento formal e información consistente, reflejando la situación en un instante dado.

1.1.4 Cálculo de los parámetros

Para la estimación del uso de un producto es necesario conocer la cantidad de material comprada en el año. Basados en este dato se considerará si un material es de uso frecuente o no, por lo tanto, si un material es de uso frecuente la cantidad en kilos demandada de ese material debe resaltar dentro de su grupo.

Para la estimación de los volúmenes fue necesaria la determinación del inverso de la densidad con el fin de poder tener una relación que permitiese llevar los kilogramos de producto a m^3. Una vez obtenido, se efectuó el producto entre la cantidad de kilos de material manejada durante el año y el inverso de la densidad del mismo. Esto arrojó como resultado el volumen que ocupó el material durante un año.

Para estimar el valor monetario que un material representó para la empresa en el período de un año, fue necesario efectuar el producto entre la cantidad de kilos de material que se compraron durante ese año y el precio unitario al que se adquirió. Debido a las fluctuaciones que pueden presentar los precios de las materias primas durante el lapso de un año, se determinó que los precios unitarios de los materiales fuesen estimados a partir de un promedio entre los precios a los que fueron adquiridos durante el año 2001.

1.1.5 Clasificación

Con base en el criterio propuesto y la información levantada para el análisis se procedió a la realización de tres clasificaciones ABC: la primera considerando el uso de material a través de la cantidad (en kilos) adquirida en el transcurso del año 2001, la segunda en base al volumen ocupado por el material durante el período y la tercera tomando en cuenta el valor (en Bs.) que los materiales representan para la empresa en el lapso de un año.

Una vez obtenidos los resultados de estos análisis por separado, se realizó la clasificación definitiva de la siguiente manera:

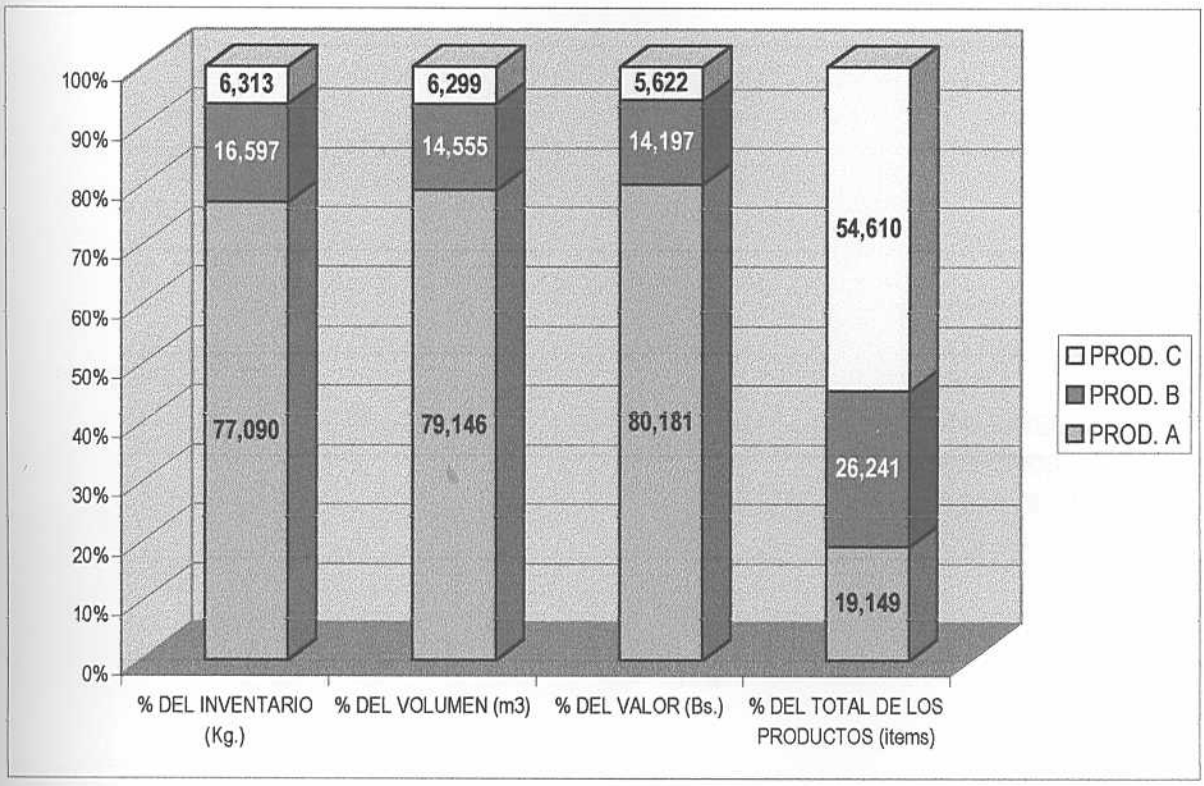
- Los productos "A" son aquellos productos que hayan conseguido la clasificación de producto "A" en por lo menos dos de las tres clasificaciones ABC anteriores.

- Los productos "B" son aquellos productos que fueron clasificados como "A" en una de las clasificaciones o "B" en por lo menos dos de las tres clasificaciones.
- Los productos "C" son aquellos que clasificaron como "B" en una de las clasificaciones o "C" en las clasificaciones restantes.

1.1.6 Resultados

Los resultados de este análisis se pueden observar claramente en las siguientes tablas y gráficos:

Gráfico 1.2 Clasificación ABC



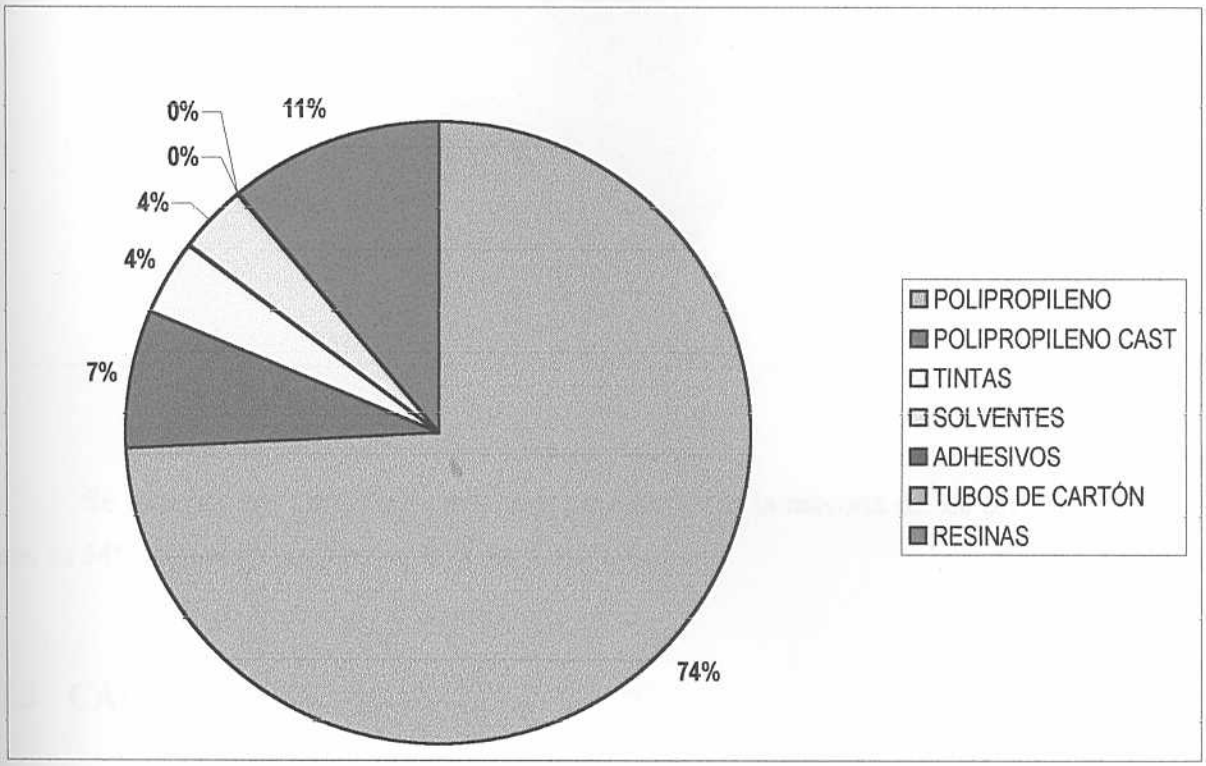
Los productos "A" ocupan valores cercanos al 80 % en lo referente al valor en Bs. representado por las materias primas durante el año 2001, al espacio ocupado por estos materiales a lo largo del año y a la cantidad de material adquirida en el año.

Otra importante observación es que tan solo el 20 % del total de los productos es acaparado por los productos clasificados como"A", lo cual nos indica que tan solo 28 productos del total de 141 pertenecen a este grupo.

Se puede apreciar el cumplimiento de la relación 80-20 de Pareto dentro de las tres clasificaciones efectuadas.

La distribución de materiales dentro de cada grupo se muestra a continuación en el siguiente gráfico:

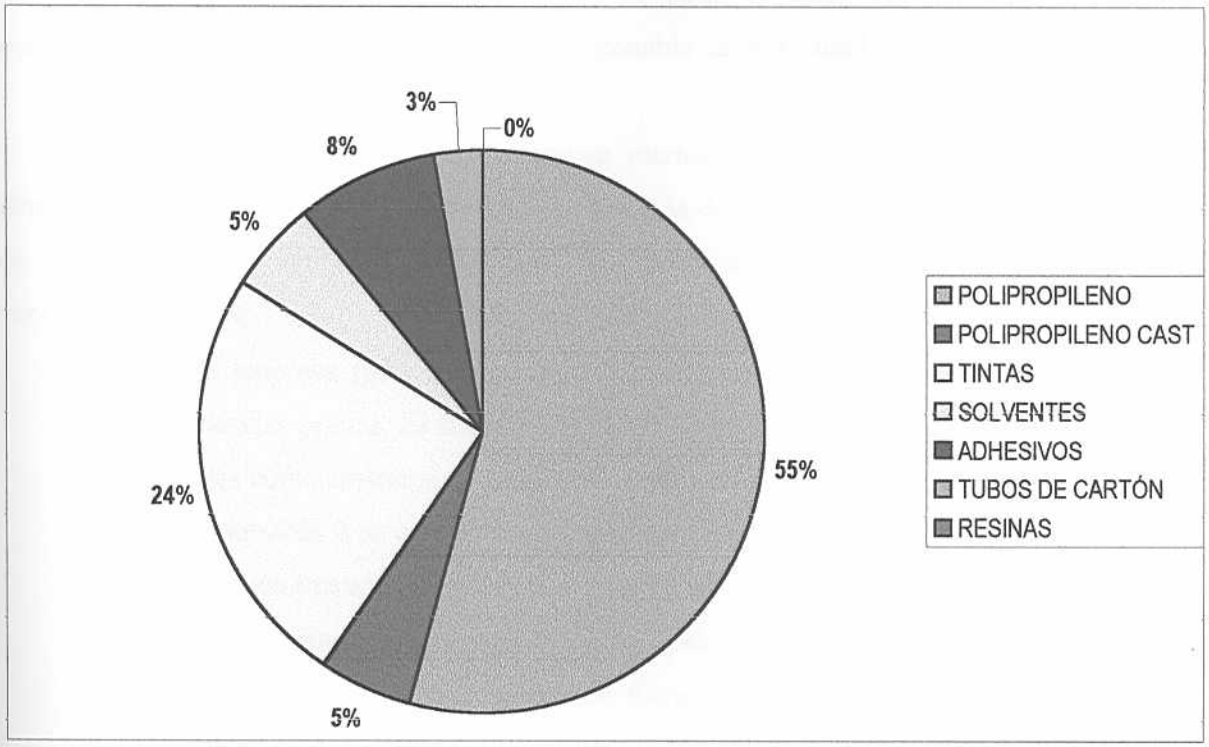
Gráfico 1.3 Distribución en Porcentajes de los Materiales en los Prod. "A"



Se puede observar que los polipropilenos ocupan un 74% del total de los productos "A" seguido por el 11% que abarcan las resinas.

La distribución tiende a ser más equilibrada para los productos "B", situación que se ve reflejada en el siguiente gráfico:

Gráfico 1.4 Distribución de los Materiales en los Prod. "B"



Se observa que los polipropilenos siguen abarcando la mayoría de los productos con un 54% seguido ahora por las tintas con un 24%.

1.2 CALCULO DEL LOTE ECONÓMICO

La estimación de los tamaños de los lotes económicos de compra para los materiales considerados como productos "A" es necesaria, debido a que en ello se

fundamenta el control de inventario, el cual, nos permitirá realizar una evaluación de la situación en la empresa.

Para ello se aplicó el Modelo de la Cantidad Económica de Pedido. A pesar de todos los supuestos en los que este modelo se basa, el valor que este arroja es considerado como una aproximación bastante razonable de la realidad.

Para realizar este cálculo se necesitan ciertos datos como son el costo de almacenamiento, el costo de una orden de compra y la demanda. Previo a la explicación de la metodología a aplicar para la estimación de los datos requeridos, es necesario conocer lo siguiente:

- La empresa tiene asignadas tres áreas para el almacenamiento de sus materias primas. El almacén uno es el encargado de resguardar materiales tales como sustratos (polietilenos), adhesivos, solventes y tubos de cartón. El almacén 2 se encuentra asignado para el almacenamiento de tintas y el almacén tres es utilizado para el almacenaje de resinas.
- Las compras de los sustratos son realizadas por el personal ubicado en la sede principal de la empresa en Caracas y el resto de los materiales (tintas, resinas, tubos de cartón, solventes y adhesivos) son comprados a través de las oficinas de planta en Maracay.

La designación de tres áreas diferentes para almacenar las materias primas y la realización de las compras en dos lugares diferentes ocasiona que existan varios costos de almacenamiento y de orden de compra.

Una vez conocida la situación del almacenaje y las compras de los materiales se expone la metodología seguida para la estimación de los datos requeridos

1.2.1 Costo de Almacenamiento

A partir de los registros contables del año 2001 en donde se detallan los costos y gastos realizados por las instalaciones de Maracay, se discriminaron los que eran propiamente de las áreas de almacenaje como por ejemplo, montacargas, depreciación del local, personal que labora, etc.

Cabe destacar que los registros contables muestran el total de los costos y gastos de la empresa. Es por ello que fue necesario establecer un factor de ponderación mediante el cual se podría estimar el valor monetario correspondiente a las áreas designadas para el almacenaje.

Las consideraciones hechas para la estimación de los factores de ponderación son:

- Para la vigilancia y el mantenimiento, se dividió el número de m^2 que posee cada área de almacenaje entre los m^2 que posee la planta y se multiplicó por el monto total de este rubro.
- Para los equipos de seguridad se dividió el valor de depreciación entre el total de cámaras y se multiplicó por el número de cámaras que están ubicadas en cada área.
- Para el personal y los equipos del departamento de almacén se tomaron los costos de las personas que laboran en las áreas de almacenamiento y las depreciaciones de los equipos. Luego se dividieron entre el total de m^2 de las áreas de almacenaje en las que trabajan.
- Para lo referente a gastos de oficina se estimó a lo que podría ser el consumo de papel, teléfono, electricidad, etc. del departamento de almacén con respecto consumo de todas las instalaciones de oficina.

Todo lo antes mencionado son costos semi-variables que se considerarán fijos, que se generan independientemente de la cantidad de material que tengan las áreas de almacenamiento en un determinado momento. El costo más significativo es el valor monetario de la mercancía almacenada, el cual es proporcional a la cantidad de materia que se encuentre en ese momento. Este valor representa el 98% del total anual que se asigna a almacén y es el mayor factor para calcular el tamaño del lote de seguridad y el nivel promedio de inventario.

Una vez obtenido el total de bolívares gastados en un área de almacenamiento durante el año 2001, se procedió a llevar esta cantidad a períodos mensuales para efectuar el cociente con el inventario promedio y así de obtener el costo de almacenamiento en bolívares por kilogramo. En la siguiente tabla se muestra la estimación mediante los factores de ponderación del monto en Bs. para una de las áreas, a manera de ejemplo. En los anexos se puede observar con más detalle.

Tabla 1.2 Costo de Almacenamiento

COSTOS	TOTAL (Bs. / MES)	% ASIGNADO A DEP. ALMACÉN	COSTO DE ALMACEN 1 (Bs./ MES)	COSTO DE ALMACEN 2 (Bs./ MES)	COSTO DE ALMACEN 3 (Bs./ MES)
Local	8,300,522.23	25.85	1,946,339.09	101,665.84	97,476.29
Personal	1,836,610.42	86.25	1,285,627.29	22,957.63	275,491.56
Equipos	1,161,303.02	97.46	899,596.60	0.00	232,260.60
Oficina	2,916,276.76	7.25	70,489.30	70,489.30	70,489.30
Inventario Promedio	966,791,943.29		563,975,520.35	53,044,319.81	349,772,103.14
	TOTAL (Bs.)		**568,177,572.64**	**53,239,432.58**	**350,447,820.90**
	TOTAL (Kg./ MES)		**231,336.02**	**20,997.64**	**83,482.14**
COSTO DE ALMACENAMIENTO			**2,456.07**	**2,535.50**	**4,197.88**

1.2.2 Costo de Orden de Compra

Para la estimación de los costos de orden de compra se procedió de forma análoga a la determinación del costo de almacenamiento. Se extrajeron de los archivos de contabilidad los rubros involucrados en las órdenes de compra y se ponderaron. Se tomó en cuenta el personal que ahí trabaja y los gastos asociados a la la elaboración de las mimas para finalmente dividirlos entre el total de ordenes de compra.

Las consideraciones hechas para determinar los factores ponderativos son:

- Para los costos de oficina referentes a aseo, mantenimiento, alquiler de las instalaciones y electricidad se tomó la superfice ocupada por las instalaciones de oficina que se utilizan en la elaboración de las órdenes de compra y se dividió entre la superficie total de la planta.
- Para los costos referentes a teléfono, correspondencia, mobiliario y equipos, se tomó en cuenta el tiempo usado por el personal que elabora las ordenes de compra
- Para el personal involucrado en la elaboración de las órdenes de compra se tomó el tiempo en horas-empleado invertido en la elaboración de una orden de compra y se comparó con el tiempo invertido para la totalidad sus actividades.

Vale la pena resaltar que todos los rubros involucrados corresponden a gastos semi-variables que se considerarán como fijos, debido a que en el proceso de elaboración de una orden de compra los espacios y equipos empleados así como el personal involucrado no se deprecia o recibe un mayor ingreso según la cantidad que se este negociando. Se puede observar que el gasto más importante se muestra en los gastos de oficina los cuales abarcan un 80% del total del costo de la orden de compra

En la proxima tabla se muestra la estimación del total gastado en el año 2001 para la elaboración de las órdenes de compra. Para un mayor detalle consultar los anexos.

Tabla 1.3 Costo Orden de Compra Sedes Caracas y Maracay

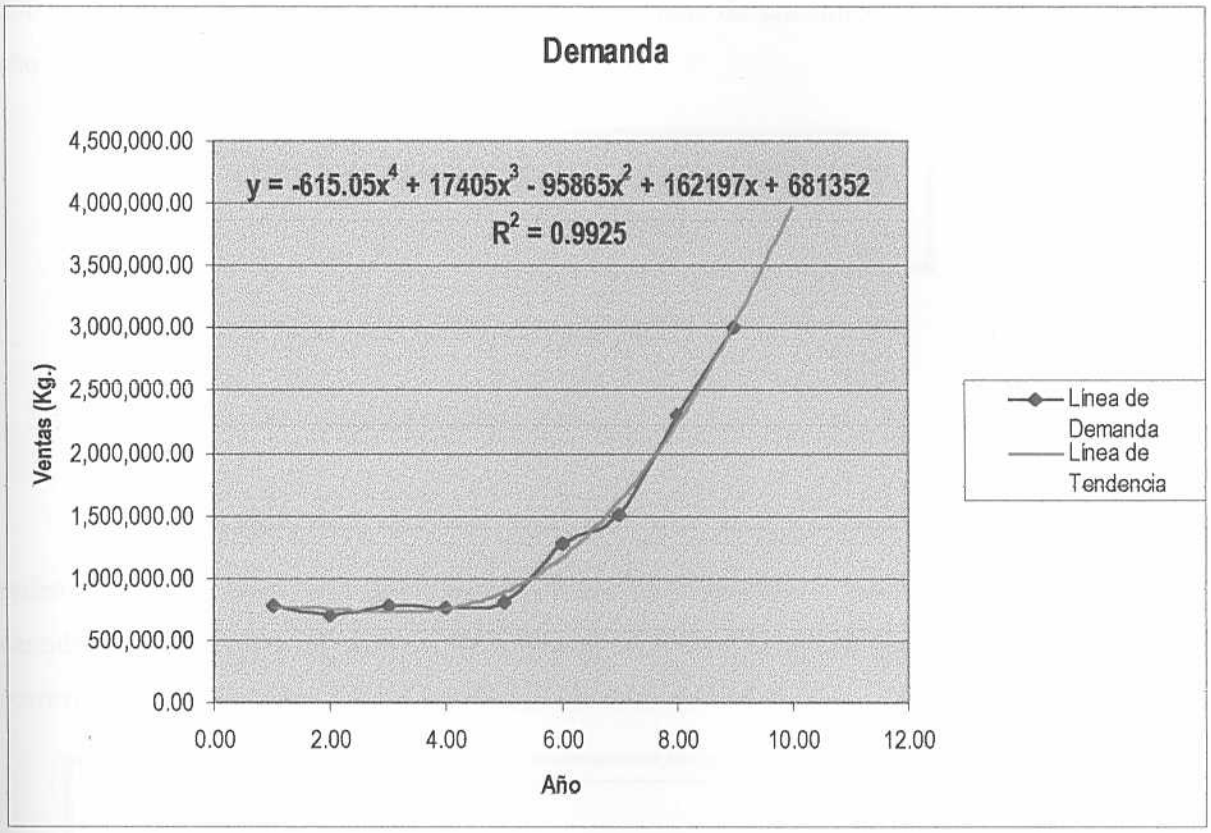
COSTOS	TOTAL (Bs. / AÑO)	% ORDEN DE COMPRA	CARACAS (Bs. /AÑO)	MARACAY (Bs. /AÑO)
Oficina	68,111,983.79	12.70	8,649,515.96	8,649,515.96
Personal	79,733,855.20	2.77	2,206,031.31	656,000.00
	TOTAL (Bs.)		**10,855,547.27**	**9,305,515.96**
	TOTAL (ORDENES)		**124**	**344**
COSTO ORDEN DE COMPRA (Bs. / ORDEN)			**87,544.74**	**27,050.92**

1.2.3 Demanda.

Para la estimación de la demanda se aplicó la técnica de regresión. Los datos utilizados corresponden a las ventas (en kilos) de un período comprendido entre los años 1992 y 2001. Para mayor comodidad se asignó al año 1992 el número 1 y se procedió de la misma manera con los años sucesivos

Los datos fueron procesados mediante el programa Microsoft Excel, el cual muestra la línea de tendencia junto con su ecuación. A continuación se muestra la línea demanda así como se ecuación correspondiente.

Gráfico 1.5 Demanda



Es importante señalar el pronunciado crecimiento que presenta la curva de tendencia, lo cual se debe a que la empresa se encuentra en estos momentos en su etapa de crecimiento. Se espera que al concluir el año en curso y el próximo, disminuya la tendencia de crecimiento y la empresa consolide su cuota del mercado.

La consideración de las ventas históricas para la estimación de la demanda de los productos "A" se debe a que dichos materiales son utilizados en la fabricación de los productos que representan el 60% de las ventas de la empresa, por lo tanto se puede asumir que el crecimiento de las ventas de la empresa esta muy ligado a la demanda de dichos productos, por ende el consumo de los materiales utilizados en su elaboración aumentará en un grado similar.

Una vez obtenida la ecuación de la demanda se proyectaron las ventas al año 2002. Luego se procedió a la estimación del porcentaje de crecimiento con respecto al año 2001 utilizando la siguiente expresión:

$$\% \text{ Crecimiento} = \frac{(\text{Ventas } 2002 - \text{Ventas } 2001)}{\text{Ventas } 2001} \times 100$$

El valor arrojado por la ecuación corresponde al **31 %.**

1.2.4 Estimación de los Lotes Económicos

Una vez obtenidos los datos de demanda, costo de almacenamiento y costos de orden de compra para cada grupo de materiales se procedió a la determinación de las cantidades económicas de compra. Para ello se recurrió a la aplicación de la expresión correspondiente al Modelo de la Cantidad Económica de Pedido:

$$\text{Cantidad Económica} = \sqrt{\frac{2 \times \text{Costo Orden Compra} \times \text{Demanda}}{\text{Costo Almacenamiento}}}$$

El valor arrojado por la expresión viene dado en kilos ya que todos los factores que intervienen en la fórmula se encuentran en esta unidad. Debido a que no todos los materiales se manejan en la unidad del kilogramo fue necesario transformar la cantidad económica en kilos a la unidad correspondiente. Cabe destacar que cada grupo de materiales posee una unidad de manejo referida al empaque en el que son recibidos. Ej.: los polipropilenos son manejados en bobinas, ya que es de esta manera en la que este material es entregado y manejado en la planta.

Esta transformación se realizó con el fin presentar al personal de la empresa el concepto de la cantidad económica de una forma más clara. Ya que es más sencillo

referirse a cuántas bobinas son necesarias pedir, que a la cantidad equivalente de esas bobinas en kilogramos. Esto también puede ser aprovechado como referencia en el momento que sea necesario emitir otra orden de compra para un determinado producto. Ver tabla 1.6

Tabla 1.4 Unidades de Manejo

MATERIAL	UNIDAD DE MANEJO	PESO DE LA UNIDAD (Kg.)
POLIPROPILENO	BOBINA	500
POLIPROPILENO CAST	BOBINA	500
TINTAS	CUÑETE	19
SOLVENTES	TAMBOR	182
ADHESIVOS	LATA	25
CORES	TUBOS DE CARTÓN	3
RESINAS	SACO	25

En la tabla 1.5 se presentan los lotes económicos de los productos "A". Los resultados referentes a los otros grupos se presentan en la sección de anexos

Los valores calculados han resultado ser menores a las cantidades manejadas por la empresa debido a que las cantidades de pedido manejadas en la actualidad contemplan cifras muy altas, lo cual trae como consecuencia que el número de despachos por ítem sea pequeño.

Esto ocasiona que en algunos momentos las instalaciones del almacén se encuentren repletas de materiales, haciendo más difícil la ubicación y búsqueda de los mismos para los momentos en los que son requeridos.

Todos estos materiales representan un fuerte valor monetario, por lo que su compra ordenar en grandes cantidades conlleva a tener inmóvil una importante cantidad de dinero que puede ser aprovechada en inversiones a corto plazo o en algún otro tipo de proyecto.

Tabla 1.5 Lotes Económicos Productos "A"

PRODUCTO	KILOS / PEDIDO	CANTIDAD (Unidades)	UNIDAD	COSTO DE ALMACÉN (Bs./ KG.x AÑO)	COSTO ORDEN COMPRA (Bs./ ORDEN)	DEMANDA (Kg./ AÑO)	LOTE ECONÓMICO TEORICO (Kg.)	LOTE ECONÓMICO (Unidades.)	UNIDAD
11U4	21,500.000	860	SACOS	4,197.88	27,050.92	309,815.00	1,998	80	SACOS
FB3003	40,150.000	1,606	SACOS	4,197.88	27,050.92	525,965.00	2,604	104	SACOS
25X1110	12,110.416	24	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	253,834.32	4,254	9	BOBINAS
25X1086	9,551.615	19	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	187,689.23	3,658	7	BOBINAS
Alcohol Isopropilico	9,144.833	50	TAMBORES	2,456.07	27,050.92	143,756.78	1,780	10	TAMBORES
FDO348	10,656.250	426	SACOS	4,197.88	27,050.92	167,516.25	1,469	59	SACOS
25X0958	7,786.594	16	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	142,806.14	3,191	6	BOBINAS
25X1040	9,189.224	18	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	120,378.83	2,929	6	BOBINAS
25X1175	8,447.677	17	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	143,863.94	3,202	6	BOBINAS
25X1158	7,344.128	15	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	96,208.08	2,619	5	BOBINAS
45X1185	6,312.870	13	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	82,698.60	2,428	5	BOBINAS
30X1080	11,519.333	23	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	90,541.96	2,541	5	BOBINAS
45X0930	7,308.990	15	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	76,598.22	2,337	5	BOBINAS
25X0842	5,955.098	12	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	62,409.42	2,109	4	BOBINAS
30X1200	5,339.188	11	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	55,954.69	1,997	4	BOBINAS
30X1260	21,458.667	43	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	84,332.56	2,452	5	BOBINAS

PRODUCTO	KILOS / PEDIDO	CANTIDAD (Unidades)	UNIDAD	COSTO DE ALMACÉN (Bs./ KG.x AÑO)	COSTO ORDEN COMPRA (Bs./ ORDEN)	DEMANDA (Kg./ AÑO)	LOTE ECONÓMICO TEORICO (Kg.)	LOTE ECONÓMICO (Unidades.)	UNIDAD
20X1100	5,569.620	11	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	51,073.42	1,908	4	BOBINAS
Blanco Laminación	2,630.128	138	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	62,018.41	1,150	61	CUÑETES
45X0945	5,367.857	11	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	49,223.25	1,873	4	BOBINAS
25X1050	3,302.853	7	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	51,920.84	1,924	4	BOBINAS
CAST20X0958	8,037.000	16	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	52,642.35	1,937	4	BOBINAS
20X1200	10,392.348	21	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	54,455.90	1,970	4	BOBINAS
20X1085	6,550.976	13	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	60,072.45	2,069	4	BOBINAS
17X1200	4,992.026	10	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	52,316.44	1,931	4	BOBINAS
CAST20X1175	16,527.250	33	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	86,602.79	2,485	5	BOBINAS
25X1030	7,981.600	16	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	52,279.48	1,931	4	BOBINAS
30X1000	7,384.268	15	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	58,040.35	2,034	4	BOBINAS

1.3 RECOMENDACIONES

Los valores calculados para los lotes económicos necesitan ser depurados ya que en ocasiones la cantidad calculada no se corresponde con el lote mínimo despacho del proveedor o un múltiplo de este. Por ello es mejor realizar un análisis en donde de juegue con múltiplos del lote y la cantidad de despachos, con el fin de poder establecer el comienzo de un sistema de control de inventario en donde se tengan desde productos que requieran de un control detallado hasta aquellos que requieran de un control mínimo, permitiendo disponer del espacio suficiente para mantener la existencia de cada producto durante todo el año en el almacén.

Tomando en cuenta la clasificación del producto y la demanda del mismo, se determinó mediante el contraste entre el lote teórico, el mínimo de compra, los múltiplos de compra y la unidad de manejo la cantidad de despachos al mes junto con la cantidad de kilos por despacho para cada producto.

Cabe destacar que partiendo de la premisa a donde se quiere llegar es la de tener productos donde el control sea mínimo, para los productos "B" y "C" se procedió a buscar la mejor combinación de despachos y kilos por despacho que permitiera satisfacer la demanda realizando entregas en lo posible en períodos de más de un mes y para pedidos puntuales, pedir solo cuando se vaya a usar. Para los productos "A" que son los de más importancia, se procedió en dirección contraria, es decir, establecer un número de despachos frecuentes dentro del período de un mes con el fin de poder cubrir el consumo semanal, garantizando la existencia en almacén en caso de un alza en la demanda.

Basados en las cantidades estimadas y en las mejoras a las instalaciones de almacén que se discutirán en el capitulo II se recomienda la reforma de las políticas de

compra de la empresa con el objeto de utilizar de una forma más eficiente los recursos de equipos y personal con los que cuenta la empresa actualmente.

En la tabla 1.6 se presentan la cantidad de despachos y de kilos por despacho para los productos "A", el resto de los productos se encuentran en la sección de anexos

Tabla 1.6 Número de Despachos y Kilos por Despacho para los Productos "A"

PRODUCTO	PEDIDOS ACTUALES / AÑO	KILOS ACTUALES/ PEDIDO	CANTIDAD (Unidades)	UNIDAD	CANTIDAD RECOMENDADA/ PEDIDO (Kg.)	CANTIDAD / PEDIDO (UNIDADES.)	PEDIDOS / MES	PEDIDOS / AÑO
11U4	11	21,500.000	860	SACOS	6,500.0	260	4	48
FB3003	10	40,150.000	1,606	SACOS	11,000.0	440	4	48
25X1110	16	12,110.416	24	BOBINAS	5,500.0	11	4	48
25X1086	15	9,551.615	19	BOBINAS	4,000.0	8	4	48
Alcohol Isopropilico	12	9,144.833	50	TAMBORES	3,000.0	16	4	48
FDO348	12	10,656.250	426	SACOS	3,500.0	140	4	48
25X0958	14	7,786.594	16	BOBINAS	3,000.0	6	4	48
25X1040	10	9,189.224	18	BOBINAS	2,500.0	5	4	48
25X1175	13	8,447.677	17	BOBINAS	3,000.0	6	4	48
25X1158	10	7,344.128	15	BOBINAS	4,000.0	8	2	24
45X1185	10	6,312.870	13	BOBINAS	3,500.0	7	2	24
30X1080	6	11,519.333	23	BOBINAS	4,000.0	8	2	24
45X0930	8	7,308.990	15	BOBINAS	3,500.0	7	2	24
25X0842	8	5,955.098	12	BOBINAS	2,000.0	4	3	36
30X1200	8	5,339.188	11	BOBINAS	1,500.0	3	3	36
30X1260	3	21,458.667	43	BOBINAS	2,500.0	5	3	36
20X1100	7	5,569.620	11	BOBINAS	1,500.0	3	3	36
Blanco Laminación	18	2,630.128	138	CUÑETES	2,700.0	142	2	24

PRODUCTO	PEDIDOS ACTUALES / AÑO	KILOS ACTUALES/ PEDIDO	CANTIDAD (Unidades)	UNIDAD	CANTIDAD RECOMENDADA/ PEDIDO (Kg.)	CANTIDAD / PEDIDO (UNIDADES.)	PEDIDOS / MES	PEDIDOS / AÑO
45X0945	7	5,367.857	11	BOBINAS	1,500.0	3	3	36
25X1050	12	3,302.853	7	BOBINAS	1,500.0	3	3	36
CAST20X0958	5	8,037.000	16	BOBINAS	1,500.0	3	3	36
20X1200	4	10,392.348	21	BOBINAS	1,500.0	3	3	36
20X1085	7	6,550.976	13	BOBINAS	2,500.0	5	2	24
17X1200	8	4,992.026	10	BOBINAS	1,500.0	3	3	36
CAST20X1175	4	16,527.250	33	BOBINAS	2,500.0	5	3	36
25X1030	5	7,981.600	16	BOBINAS	1,500.0	3	3	36
30X1000	6	7,384.268	15	BOBINAS	2,500.0	5	2	24

2 CAPITULO II: ALMACÉN DE MATERIAS PRIMAS.

2.1 DESCRIPCIÓN SITUACIÓN ACTUAL

La empresa cuenta con dos galpones anexos a la planta, de 700 m^2 cada uno, los cuales están en un proceso de remodelación para acondicionarlos como almacén. En estos galpones actualmente se almacenan los sustratos (bobinas), los químicos (adhesivos y solventes) y los tubos de cartón; el resto de los materiales (tintas y resinas) son resguardados en otras instalaciones.

Los sustratos son los materiales que ocupan más espacio y cuentan con un gran movimiento dentro del almacén. Estos, son almacenados mediante un sistema en bloque (apilados unos sobre otros) sin ningún orden, muchas veces sin aprovechar del todo la altura del galpón, dificultando el acceso a la gran mayoría de estos.

Haciendo una evaluación de lo que se encontraba almacenado en dichos galpones evidenciamos una pérdida de espacio debido al almacenaje de materiales varios considerados desecho, que ocupan un total de 396,2 m^2 del área del almacén. Estos materiales no aportan valor al producto terminado y ocupan un área importante dentro del almacén, que representa el 27,4 % del área total de almacenamiento. En la siguiente tabla se pueden apreciar la distribución de la superficie ocupada por los materiales considerados desecho.

Tabla 2.1 Distribución de los Materiales Considerados Desechos

MATERIALES EN ALMACÉN	ÁREA OCUPADA (m2)
Producto no utilizable	51.7
Tubos de cartón nuevos	8.5
Tubos de Cartón de desecho	113.7
Material de los proveedores	19.6
Basura en general	55.8
Cuñetes	56.1
Paletas	90.8
TOTAL	**396.2**

El material que representa el mayor porcentaje son los tubos de cartón de desecho, estos están aglomerados para un supuesto proceso de reciclado o para su venta, pero mientras más tiempo se encuentran en el almacén más difícil es su reciclado y pierden más valor para su posterior venta.

El producto no utilizable son los restos de bobinas de sustratos que al no ser consumidas en su totalidad durante el proceso productivo son devueltas al almacén para una posterior reutilización. El problema es que cuando la cantidad remanente en las bobinas es tan pequeña es poco productivo utilizarlas de nuevo ya que se invierte más tiempo en su montaje en los cilindros que lo que dura la bobina en imprimirse.

Los materiales de los proveedores son aquellos que vienen con las materias primas para su protección y embalaje. Dentro de estos, el más significativo son las tablas de madera que emplean los proveedores para proteger a las bobinas, dichas tablas deben ser devueltas a cada proveedor.

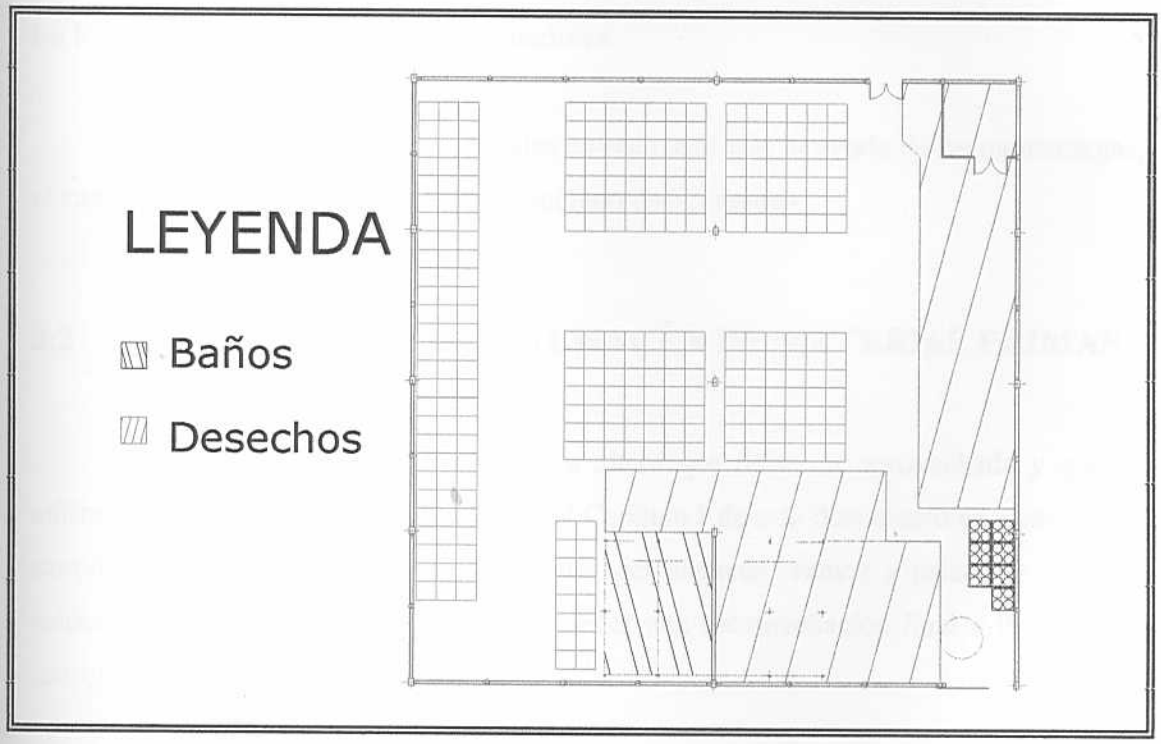
Los cuñetes y las paletas son almacenados luego de ser utilizados; las paletas pueden ser recicladas y los cuñetes a veces son vendidos como material de reciclaje.

2.1.1 Análisis de las Operaciones de Almacén.

Actualmente las operaciones de almacén son manejadas de la siguiente manera:

El arreglo del almacén en su actualidad consiste en tres grandes áreas dispuestas según la ilustración. Es importante destacar que aquí se muestra la ocupación máxima que podría tener el almacén, según el diseño actual; existe una cuarta pequeña región al lado de los baños con planes de ampliarla por parte de la empresa cuando estos baños sean demolidos.

Ilustración 2.1 Distribución Actual del Almacén de Materias Primas



Como se puede apreciar cada fila representa un producto. Esto es con el fin de poder establecer un sitio para cada ítem, ahora con la cantidad de ítems que maneja el almacén y el espacio reducido, un arreglo de este tipo lleva a colocar paletas de un material en filas que no corresponden. Esto trae como consecuencia la difícil ubicación

de cada material en el momento en el que es requerido para producir y el movimiento innecesario de material para poder extraer de la posición, la paleta que se requiere.

Adjunto a la situación antes presentada el 74% de los materiales almacenados se encuentran dentro de los productos clasificados como "B" y "C", por lo que el espacio que ocupan, así como la cantidad manejada, es muy poca por lo tanto este arreglo contribuye a que en una fila se puedan encontrar hasta 4 productos diferentes.

Es importante mencionar que la empresa mantiene un inventario de seguridad de una semana con el fin de cubrir la variabilidad en los despachos y garantizar la existencia de inventario para la producción, por lo que esta cantidad será adicionada a los lotes calculado para los análisis posteriores.

El movimiento de estos materiales es realizado con la ayuda de un montacargas, el cual necesita de un espacio de pasillo mínimo de 3,5 metros.

2.2 SOLUCIONES PARA EL ALMACÉN DE MATERIAS PRIMAS

Tomando en cuenta que existe una altura que debe ser aprovechada y que se utilizarán las recomendaciones hechas en el Capítulo I de este documento en cuanto a las cantidades que deben ser manejadas dentro del almacén, vamos a presentar distintas soluciones para analizar cada una y establecer una recomendación final a la empresa. Las opciones que se estudiarán son:

- Reorganización y redistribución de los materiales dentro del almacén
- Implementación de un sistema de almacenamiento dentro del almacén

2.2.1 Reorganización y Redistribución de los Materiales

Realizando una evaluación del espacio y utilizando las nuevas cantidades de inventario, se puede realizar una nueva organización de los materiales, con pasillos determinados, y colocando los productos dependiendo de su clasificación.

Cabe destacar que el mantenimiento de un sistema de almacenaje en bloques conlleva una baja rotación del producto, empleo de volumen poco eficiente y deterioro de los productos por dañosen el embalaje. Como ventaja se tiene que este sistema no requiere grandes inversiones en infraestructura en comparación con un sistema de almacenaje en estanterias.

La implementación de esta solución traería como consecuencia una mejora en las operaciones actuales del almacén, pero no solucionaría por completo los problemas de orden y movilidad innecesaria de los materiales, debido a que existe la limitante del espacio.

2.2.2 Implementación de un Sistema de Almacenamiento dentro del Almacén

La evaluación de la implementación de un sistema de almacenaje en el almacén de materias primas se basó en un estudio publicado en www.mhia.org, en donde partiendo de los requerimientos de paletas de cada ítem almacenado se puede determinar que sistema de almacenaje permite un aprovechamiento de las posiciones promedio del 87.5%.

Para la aplicación de dicho estudio fue necesario determinar la nueva cantidad de paletas por cada producto, a partir de los lotes económicos calculados en el capítulo I. Dichas cantidades fueron proyectadas al año 2003 debido a que la implantación de esta solución se ejecutaría a final del presente año, por lo tanto será necesario tomar en

cuenta los nuevos niveles de inventario. Cabe destacar que a los lotes se sumaron las paletas correspondientes al inventario de seguridad (1 semana) con el fin de tomar en cuenta la variabilidad de la calidad, la variabilidad del tiempo de entrega y el tiempo de reposición del producto rechazado, para obtener así la cantidad de paletas para el diseño del almacén

Es importante mencionar que solo se tomaron los materiales que se resguardan en el almacén, es decir, los sustratos, los químicos (adhesivos y solventes) y los tubos de cartón que representan 88 materiales del total de 141.

Con el total de kilos de cada material dentro del almacén se procedió a determinar el número de unidades que representan. Para el caso de las bobinas se dividió en total de kilos de cada uno entre el peso promedio de una bobina que es de 500 Kg. Para los solventes se dividió entre el peso promedio de un tambor, 182 Kg y para los adhesivos se dividió entre 25Kg. que es el peso promedio de una lata.

Para determinar el número de paletas por material se procedió a estimar el número de unidades del material entre el promedio de unidades por paleta. Para el caso de los sustratos y solventes el número promedio de unidades por paleta corresponde a 4 bobinas o tambores según el caso y para los adhesivos, el número promedio de latas por paleta corresponde a 50. Con esto se logró estimar el número de paletas que requiere cada material.

A partir de la información obtenida a través de la metodología antes mencionada se procedió a agrupar a los materiales cuyos requerimientos de paletas fuesen similares. Al tener requerimientos parecidos los materiales pueden utilizar el mismo sistema de almacenamiento, de acuerdo a este criterio se obtuvieron tres grupos. El primero formado por aquellos materiales cuyo requerimiento no excedía las 5 paletas; el segundo grupo está formado por los materiales que requieren entre 6 y 10 paletas y el tercero agrupa a aquellos materiales con un requerimiento mayor a 11 paletas.

Una vez agrupados se procedió a calcular el promedio entre los requerimientos de paletas de cada grupo. Con este valor se ingresa a una tabla en donde se selecciona el sistema de almacenamiento requerido por el grupo.

2.2.1.1 Resultados.

En la tabla 2.2 se pueden observar los resultados del análisis explicado en la sección anterior.

Tabla 2.2 Resultados del Análisis

GRUPO	RANGO (PALETAS / MATERIAL)	MATERIAL	PALETAS	PALETAS / MATERIAL
1	1-5	75	193	2,57
2	6-10	9	73	8,11
3	>10	4	102	25,50
TOTAL		88	368	

De los resultados anteriores se puede concluir:

- El grupo 1 no demanda ningún tipo de sistema de almacenamiento; aunque se recomiendan estanterías sencillas.
- El grupo 2 requiere un sistema de estanterías de doble profundidad
- El grupo 3 demanda un sistema *push-back* con 4 posiciones profundidad.

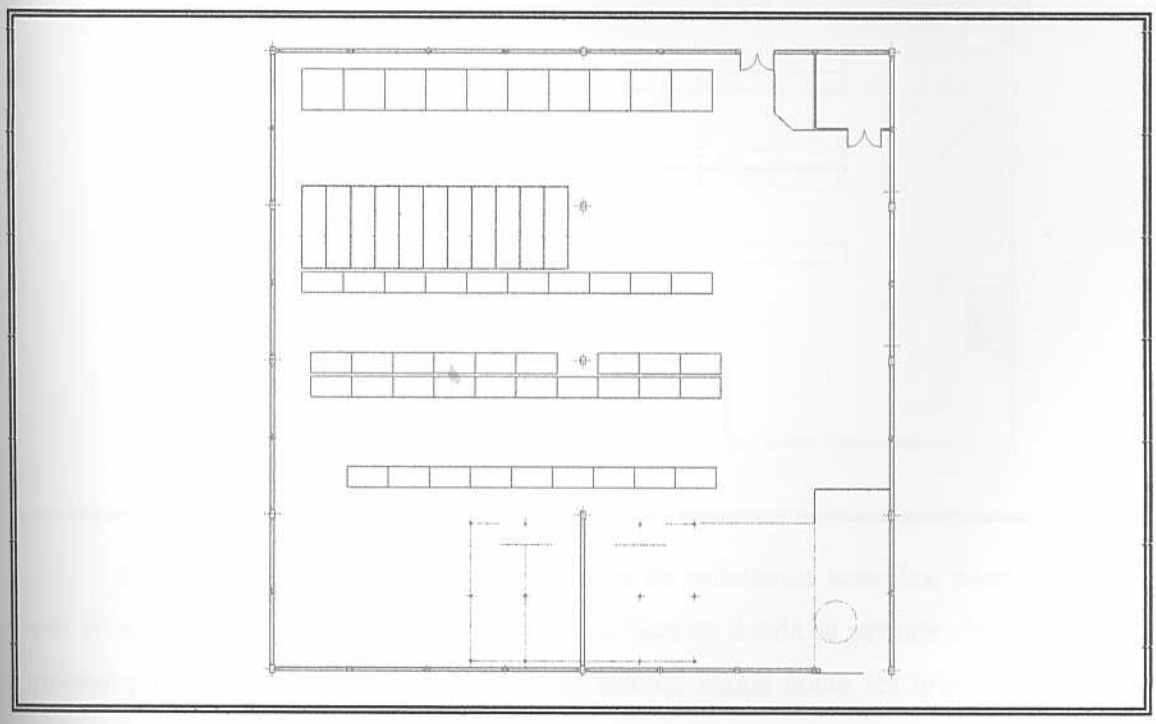
Según los resultados obtenidos el arreglo recomendado para la empresa consta de estanterías sencillas para el grupo 1, que proporcionan 228 posiciones; estanterías de doble profundidad para los ítems del grupo 2, cubriendo 80 posiciones y 11 sistemas de almacenaje tipo *push-back* de 4 posiciones de profundidad cada uno, para los ítems del grupo 3, cubriendo 12 posiciones por módulo, para un total de 132 posiciones.

La combinación de estos arreglos garantiza la pronta ubicación de cualquier material, elimina la necesidad de movimientos innecesarios de material y reduce los tiempos de respuesta de almacén para con los requerimientos de planta.

Además se adapta mejor a los cambios en la planificación, el material es almacenado con menos riesgo de sufrir los daños ocasionados por estar directamente uno encima del otro.

Estos sistemas de almacenaje ofrecen la ventaja de lograr un mejor aprovechamiento de la altura y aumentar la selectividad, llegando hasta 100% en el caso de las estanterías sencillas.

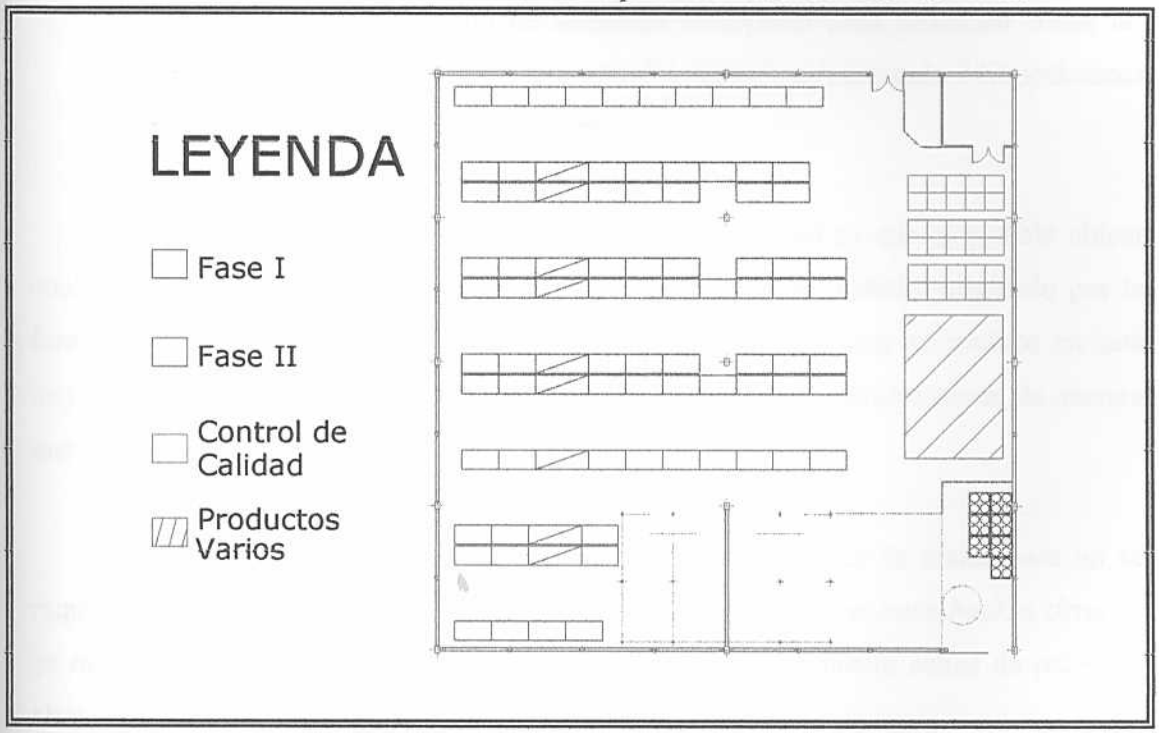
Ilustración 2.2 Distribución del Almacén de Materias Primas según *Paper*



2.3 RECOMENDACIONES.

Basados en la cantidad de materias primas, en los cambios repentinos en la planificación, en el estudio publicado en www.mhia.org sobre la correcta selección de un sistema de almacenaje y en la necesidad de aprovechar el espacio cúbico dentro de las instalaciones; se optó por recomendar la implementación del siguiente arreglo de estanterías en el almacén de materias primas (Almacén 1).

Ilustración 2.3 Distribución Recomendada para el Almacén de Materias Primas



Dicho arreglo consta de 372 posiciones de estanterías sencillas, además cuenta con un área de cuarentena para el control de calidad en donde se permite ubicar hasta 30 paletas y un área para el almacenaje de productos varios como los tubos de cartón y adhesivos entre otros.

Es importante mencionar que esta solución se estructura en 3 fases debido a que de esta forma se puede se puede realizar una inversión planificada acorde al crecimiento de la empresa:

- Fase I: la antes mencionada.
- Fase II: comprende la implantación de más estanterías sencillas hacia el fondo del almacén aumentando 123 posiciones.
- Fase III: comprende la eliminación de los baños, el área de desechos anexa, la zona para el almacenaje de productos varios y el área de cuarentena con el fin de aumentar el espacio para prolongar todas las estanterías hasta el otro extremo del almacén adicionando 342 posiciones para un total de 837 posiciones.

Con este arreglo se garantiza un 100% de selectividad ya que es posible ubicar cualquier material que se desee, se elimina el movimiento de material originado por la forma de almacenaje que aplica actualmente la empresa, lo cual se traduce en una mejora en los tiempos de las operaciones de almacén. Se almacena el material de manera que no corra riegos de daños.

Es importante mencionar que con las cantidades actuales de almacenaje no se requiere la compra de dispositivos especiales tales como sistemas *push-back* o *drive-in* ya que con el uso de estanterías sencillas se cubre el requerimiento actual de paletas a almacenar a un menor costo.

Además el almacén dispone de áreas para posibles expansiones (Fase II y Fase III), por lo que no es necesario aún sacrificar selectividad por capacidad de almacenaje utilizando estos dispositivos especiales

Además del sistema de almacenaje se recomienda limpiar el almacén eliminando todos los materiales considerados desecho que ocupan el 27,4% del área total. Estos

materiales ocupan un espacio preciado en este momento por la empresa y no agregan valor al producto final, entorpecen el movimiento y exigenel uso de tiempo innecesario del personal en su movilización y organización. Para deshacerse de ellos, se recomienda:

- En el caso del producto no utilizable, establecer una política de producción para completar la corrida, consumiendo toda la bobina o establecer un día en la producción para sacar una corrida con este material.
- En el caso de los tubos de cartón viejos, que es la situación más crítica, realizar una inspección única para determinar cuales de esos tubos se pueden utilizar, y el resto sacarlos de la planta bien sea estableciendo un contacto con una empresa de reciclaje de cartón o pidiendo un servicio especial de la empresa de aseo de la zona
- En el caso de los materiales de los proveedores, coordinar y formalizar el método y tiempo para su retorno, minimizando el tiempo de permanencia de estos materiales en los almacenes de la empresa. Se puede establecer su devolución con el próximo camión de entrega. De no ser así, deben deshacerse de ellos.
- En el caso de la basura en general, deshacerse de ella, llevarla a un basurero o pedir un servicio especial de la empresa de aseo de la zona.
- En el caso de los cuñetes, establecer un contacto con una empresa de reciclaje pero de manera más formal para contar con la salida permanente del sitio de almacén de dichos materiales.
- En el caso de las paletas, realizar una inspección por parte del personal de la empresa para determinar cuáles sirven a algun área de la empresa y el resto de igual manera establecer el contacto para su salida del almacén, bien sea con una empresa de reciclaje o con la empresa de servicio de aseo.

Es recomendable establecer a una persona fija encargada de la clasificación y retirada de la planta de estos productos y así establecer un sistema formal y fijo para la contínua eliminación de estos materiales.

3 CAPITULO III: MANEJO DE MATERIALES EN PLANTA

3.1 SITUACIÓN ACTUAL

Para evaluar y tener una visión general del proceso se realizaron dos diagramas, uno para observar todos los procesos de la planta y determinar las actividades y tiempos de ejecución necesarios para obtener el producto terminado, y otro en donde se exponen los recorridos hechos por el material dentro de las instalaciones de la planta para evaluarlos.

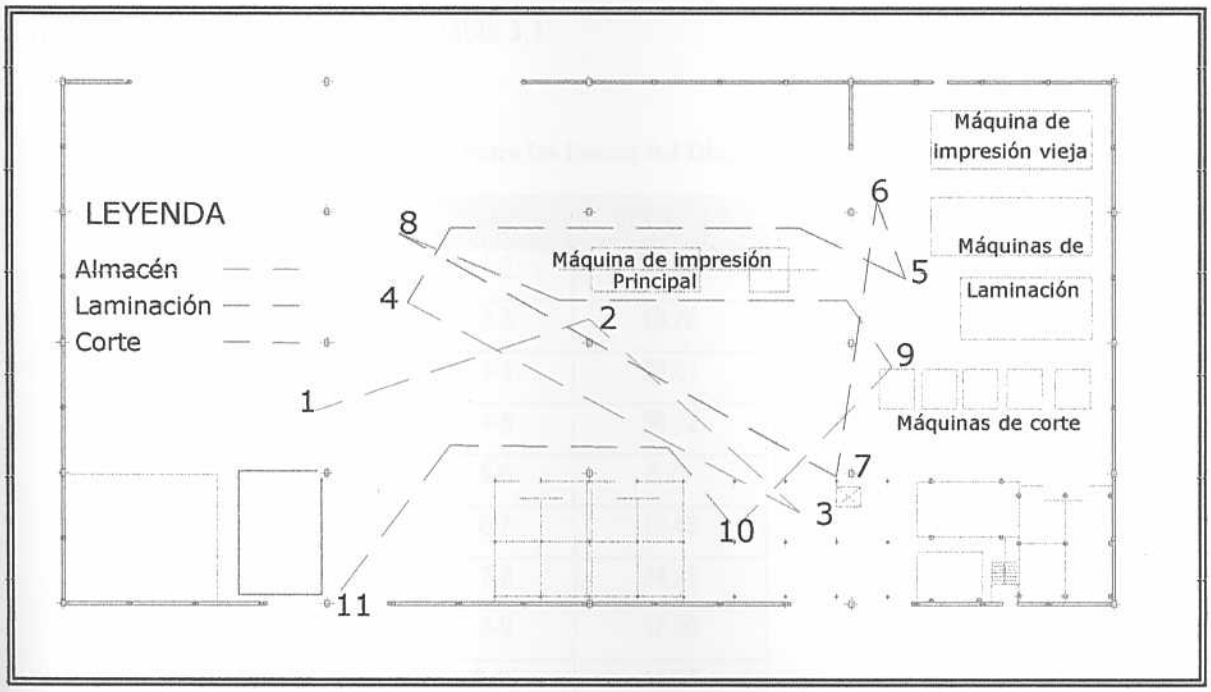
Es importante mencionar que la empresa se encuentra organizada por procesos, con áreas especificas designadas para cada uno. Los procesos involucrados en la elaboración de los empaques son Impresión, Laminación (en algunos casos), Corte y Embalaje.

3.1.1 Diagrama de Recorrido

El diagrama de recorrido comienza en el punto número 1 en donde el personal de almacén coloca los sustratos necesarios para la producción de la semana; de allí el mismo personal mediante transpaletas los mueven hasta el punto 2, al pie de la máquina de impresión.

Luego que el proceso de impresión es completado, el personal de almacén recoge el producto en procesado y lo lleva al punto 3 en donde es pesado y etiquetado, después el mismo personal lo lleva al punto 4. Este punto se considerada una demora en el proceso debido al desbalance de línea.

Ilustración 3.1 Diagrama de Recorrido



Seguidamente el personal de laminación busca el material con transpaletas y lo lleva a dicho proceso (punto 5), si este proceso es requerido. Completado el proceso de laminación, el mismo personal lleva el material a una zona adyacente (punto 6) para su almacenamiento temporal hasta que el material se seque (proceso de curado). El tiempo aproximado para que se seque completamente es de 8 a 12 horas.

Después que el material está completamente seco es llevado al punto 7 donde es pesado y etiquetado; luego el personal de laminación lo devuelve a la zona de demora (punto 8), donde el material es almacenado hasta que el personal de corte lo retire para su traslado a este proceso (punto 9).

Luego de que el proceso de corte finaliza, este personal lo lleva a la siguiente estación (punto 10), en donde es pesado, etiquetado, embalado y almacenado, listo para salir de la planta y finalmente se transporta hasta el punto 11 para el despacho.

Con este sistema se recorre una distancia total de 254.34 m desde el punto número 1 hasta el punto 11. Ver tabla 3.1

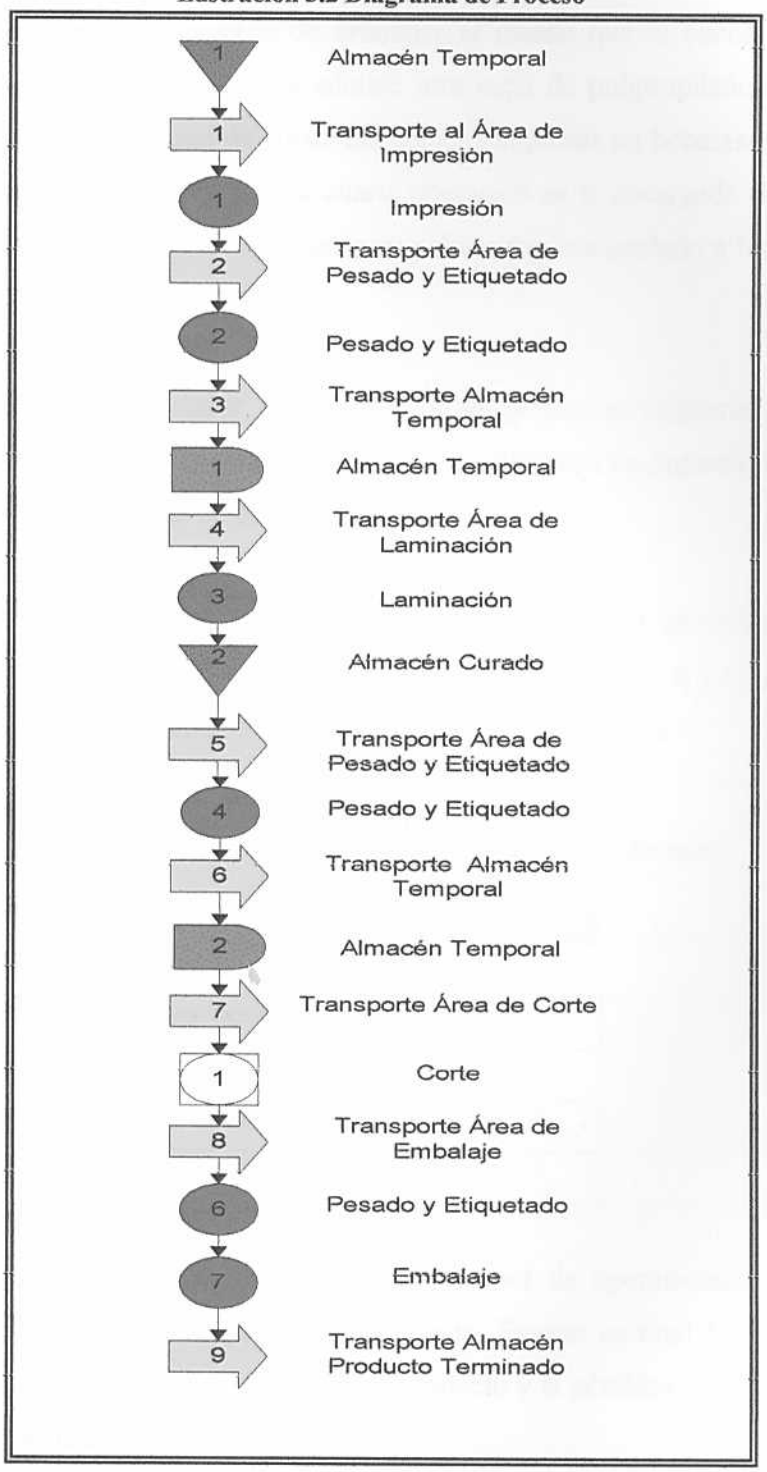
Tabla 3.1 Distancias entre los Puntos del Diagrama de Recorrido

TRAMO	DISTANCIA (m)
1-2	19.76
2-3	19.70
3-4	30.61
4-5	38.02
5-6	5.71
6-7	19.46
7-8	34.38
8-9	37.20
9-10	15.24
10-11	34.26
TOTAL	**254.34**

Para identificar el material que queda aún en proceso la empresa utiliza unos pedestales móviles a los cuales les coloca un cartel con la debida identificación del área a la cual este material debe ir. De esta manera puede almacenar producto en proceso en cualquier otra área.

3.1.2 Diagrama de Proceso

Ilustración 3.2 Diagrama de Proceso



Como ya se mencionó, el proceso de elaboración de empaques flexibles contempla cuatro operaciones básicas: Impresión, Laminación, Corte y Embalaje. La primera operación es la encargada de estampar el diseño que el cliente desea en las bobinas de polipropileno, la segunda adhiere otra capa de polipropileno al interior del empaque, la tercera se encarga de cortar las bobinas impresas en bobinas más pequeñas, a la medida exigida por el cliente y la cuarta operación es la encargada de acomodar y empacar las bobinas provenientes del corte en paletas para su traslado a las instalaciones del cliente.

Es importante mencionar que **no** todos los productos requieren pasar por el proceso de laminación, por lo tanto al salir del departamento de impresión son llevados directamente al departamento de corte.

En la ilustración 3.2 se aprecia el diagrama del proceso de elaboración de los empaques en donde se refleja la situación actual de la empresa. A continuación en la tabla 3.2 se presenta un resumen de las actividades de dicho proceso.

Tabla 3.2 Resumen de Actividades del Diagrama de Proceso

Actividad	Cantidad
Transporte	9
Operaciones	7
Demoras	2
Almacenamiento Temporal	2
Inspección / Operación	1

Como se puede apreciar existen gran cantidad de operaciones de transporte, especialmente hacia el área de pesado y etiquetado. Existen en total 10 operaciones de transporte en las cuales no se agrega valor al producto y sí pérdidas de tiempo dentro de la línea de producción.

Otra importante observación, es que la operación de pesado y etiquetado se repite 3 veces durante el proceso. El fundamento de esta operación no es más que el llevar un control en kilos de los materiales utilizados en el lote producido.

3.1.3 Análisis de la Situación Actual

Es apreciable en el diagrama de recorrido que existen varios reflujos ocasionados por el posicionamiento de las áreas para almacenaje temporal y la zona de pesado y etiquetado.

También se puede apreciar que existe un excesivo movimiento con el material. En el diagrama de recorrido, el material en proceso se desplaza repetitivamente entre ambos extremos de la planta.

Del total de distancia recorrida por el material en proceso, el 40.89% (104 metros) representa el desplazamiento entre las zonas designadas para el almacenamiento temporal y la zona en donde se realiza la operación de pesado y etiquetado.

Cabe destacar que las operaciones dentro del área designada como almacén temporal para el producto en demora tiene una capacidad de almacenaje de 104 paletas, la cual no es aprovechada a plenitud debido a que las operaciones en este sector requieren que las paletas sean dispuestas en filas de un solo producto.

Al realizar el manejo de materiales de esta forma y junto con la diversidad de productos que se encuentran en esta zona origina conflictos ya que existirán filas en donde no se alcance la máxima capacidad y por falta de espacio sea necesario almacenar en la misma fila otro producto, creando un excesivo movimiento de material que se traduce en pérdida de tiempo.

Al presentarse estos conflictos se utilizan otras áreas para el almacenamiento temporal las cuales no se encuentran asignadas a esta función. Este procedimiento se lleva a cabo hasta que se logre descongestionar el almacén temporal

Es importante mencionar que existe un desbalance en la línea productiva que enmarca toda situación actual del manejo de materiales, esto ocasiona que se produzca la acumulación de material en las zonas de demora, además de las demoras ocasionadas por la poca capacidad para procesar el material en tránsito.

3.2 SOLUCIONES PARA EL MANEJO DE MATERIALES EN PLANTA

A continuación se presentan distintas soluciones que serán analizadas para escoger una o una combinación de éstas de manera que sea la más indicada en esta situación:

- Movilizar la máquina de impresión principal para ubicarla en la zona de demora
- Movilizar la máquina de impresión vieja para colocar en esa área las paletas almacenadas en la zona demora para que se mantenga la dirección del flujo
- Movilizar la balanza a la zona de demora.
- Implementar estanterías metálicas en la zona de producto en proceso

A continuación se presenta un análisis preliminar de las posibles soluciones antes mencionadas, para estudiar su factibilidad de implantación. Posteriormente en el capítulo V se realizará un análisis más detallado de la que se considere mejor entre estas soluciones.

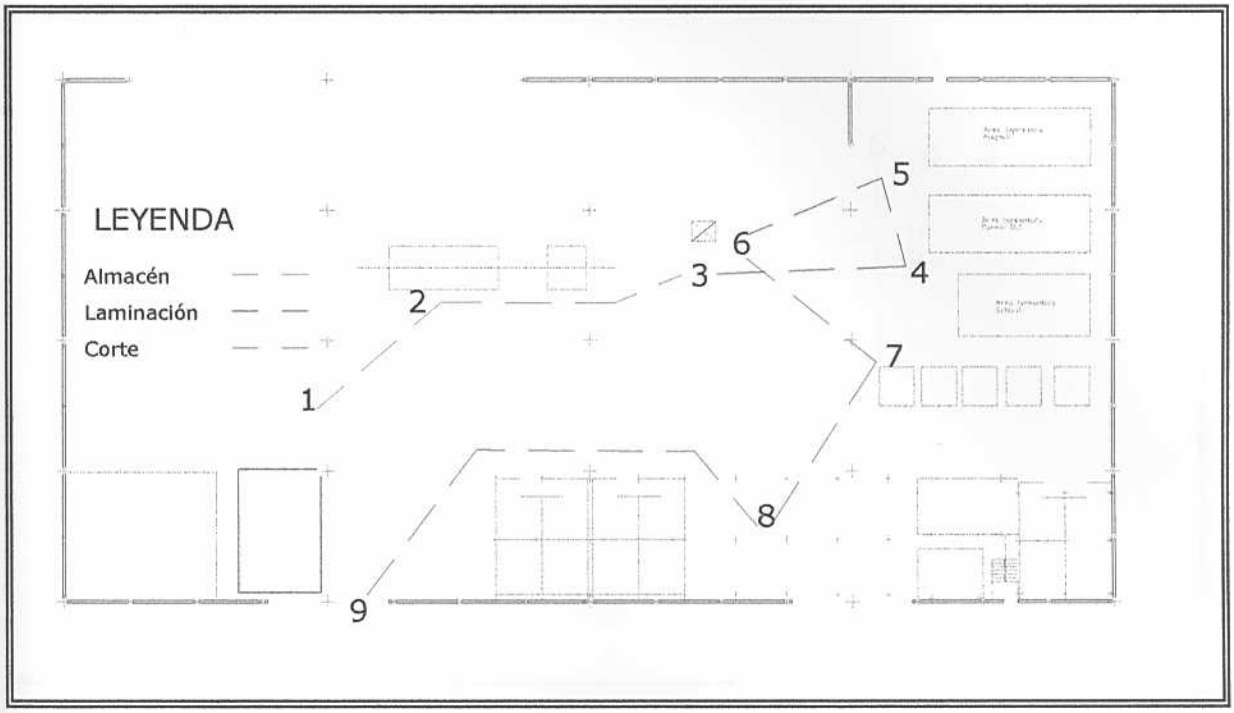
3.2.1 Solución 1: Movilizar la máquina de impresión principal

Esta solución aunque pueda parecer elemental y obvia, es complicada. En efecto, para mover esta máquina, se necesita personal especializado de los fabricantes que son españoles, y ciertas partes específicas de la máquina que son norteamericanas; además se necesita la reubicación de los distintos servicios como electricidad, agua, aire comprimido y ventilación forzada. Todo esto aparte de la planificación y el tiempo, necesarios para la parada de producción requerida en estos casos.

La combinación de todos estos factores: personal especializado, tiempo invertido en la movilización, equipos requeridos para la misma y el tiempo de producción perdido, representan una inversión considerable de capital para la empresa, además de la posibilidad de no poder recuperar en la forma esperada todo el tiempo invertido debido a desajustes o fallas con la impresora.

La distancia total recorrida con esta solución es de 123.05 m, lo cual representa una reducción del **51.61%** (125.84 m) con respecto a la distancia recorrida actualmente por bobina. Ver ilustración 3.3

Ilustración 3.3 Diagrama de Recorrido Solución 1

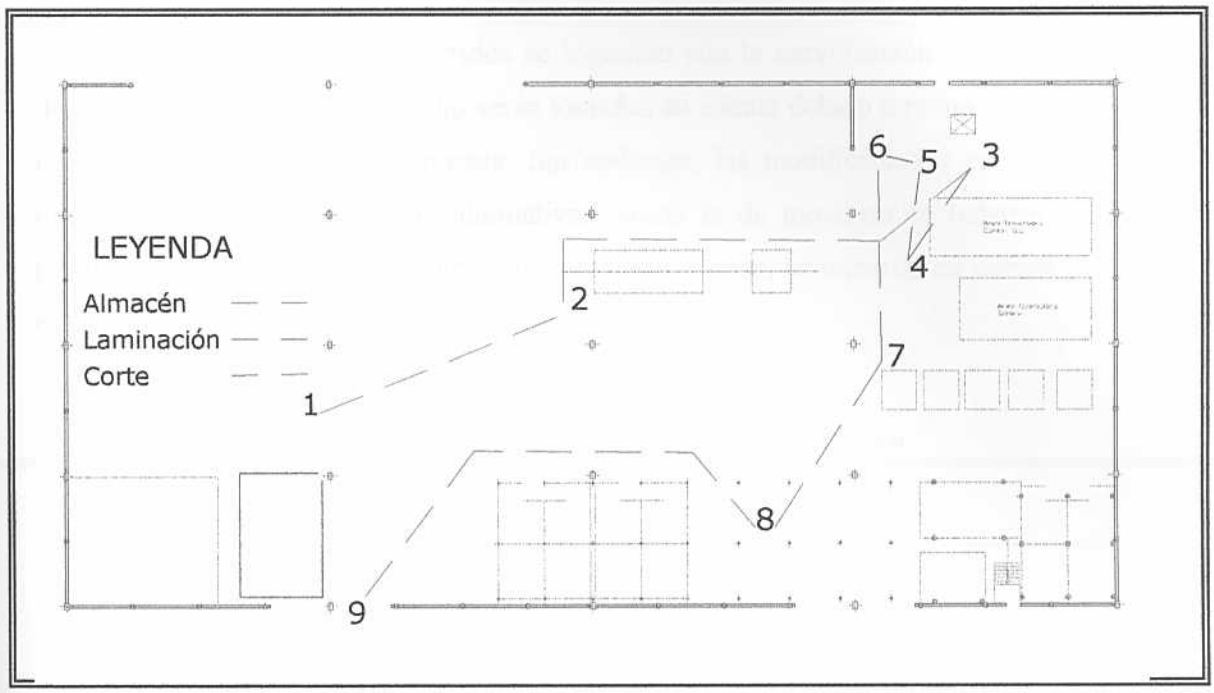


3.2.2 Solución 2: Movilizar la máquina de impresión antígüa

Esta solución trae consigo el costo de desarmar la máquina y el alquiler de un montacargas para sacarla del área de la planta, además del acondicionamiento del espacio para la correcta movilización y operación del montacargas. Cabe especificar un poco esta solución para que tenga sentido, esta máquina se utiliza actualmente para picos en la producción y presenta poca receptividad el hecho de moverla, pero dado que el proceso de impresión no es el cuello de botella del proceso, no representa una ganancia de tiempo o productividad ya que de igual manera el proceso se colapsara en el área de corte.

Con esta solución la distancia total recorrida es de 128.5 m, ahorrando un **49.47%** (125.84 m) con respecto a la distancia recorrida actualmente por cada bobina.

Ilustración 3.4 Diagrama de Recorrido Solución 2



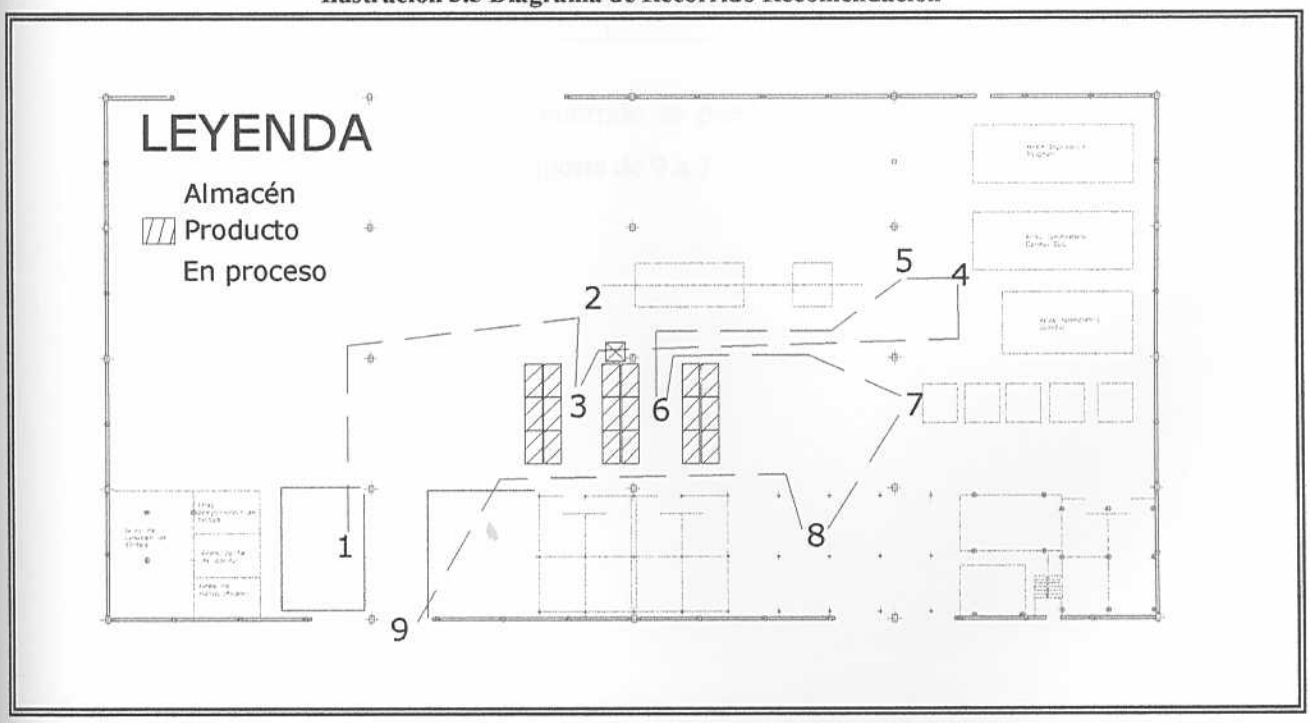
3.2.3 Solución 3: Implementar estanterías en el área de producto en proceso

Esta posibilidad se genera debido a que la planta presenta un problema general de espacio y existen varios proyectos que la empresa desarrollará este año para utilizar áreas que en este momento estan ocupadas por el departamento de producción. Por eso independientemente de mejorar en sí el manejo de materiales, es importante que se ahorre espacio en la plant, para lo cual entran en juego las estanterías. Por esta razón las estanterías se han ubicado luego de haber escogido el mejor recorrido, con los cambios que estos representan.

3.3 RECOMENDACIONES

Aunque los menores recorridos se lograrían con la movilización de las máquinas de impresión, estas alternativas no serán tomadas en cuenta debido a razones de costos y políticas estrategicas de la empresa. Sin embargo, las modificaciones en el flujo de materiales que aportaron estas alternativas, como la de movilizar la balanza para el pesado a la zona de almacenamiento temporal entre otras, se tomaron en cuenta para la elaboración del recorrido mostrado a continuación.

Ilustración 3.5 Diagrama de Recorrido Recomendación



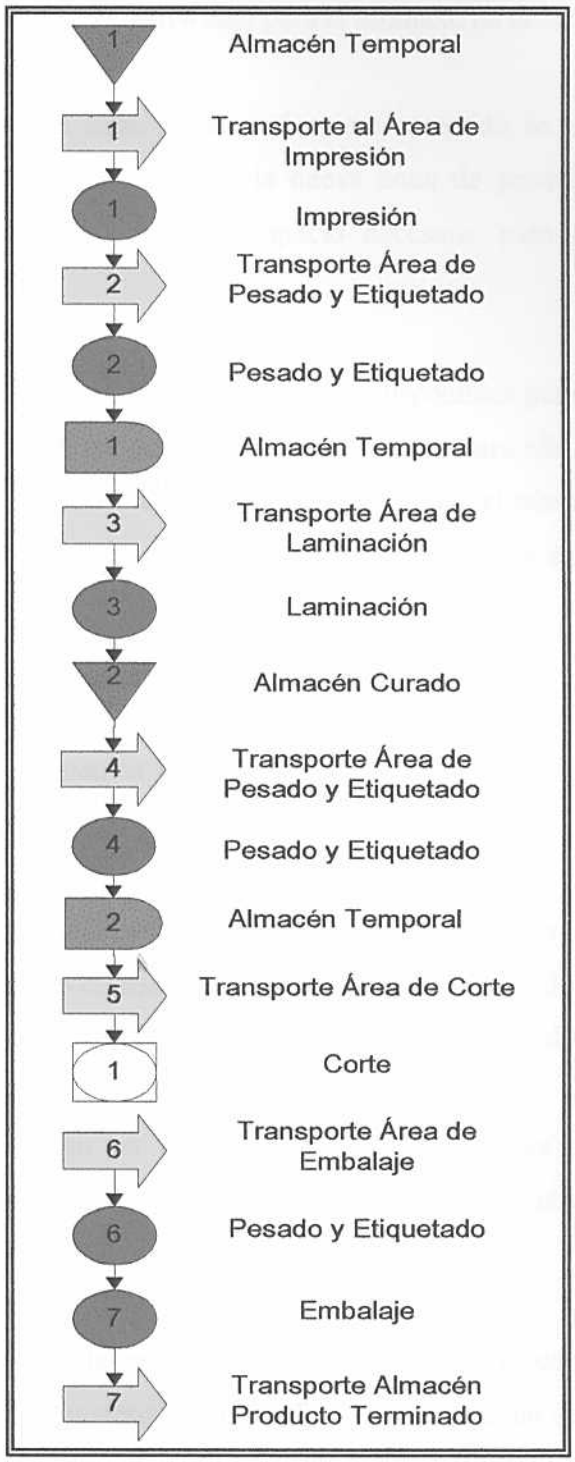
Con esta solución se reduce la distancia total en un **40%** aproximadamente con respecto a la distancia recorrida actualmente por cada bobina. Ver tabla 3.3.

Tabla 3.3 Distancias entre los Puntos del Diagrama de Recorrido para la Recomendación

TRAMO	DISTANCIA (m)
1-2	28.78
2-3	4.76
3-4	31.15
4-5	3.03
5-6	22.45
6-7	19.37
7-8	9.22
8-9	34.26
TOTAL	**153.02**

Junto con la reducción del recorrido se puede apreciar en la ilustración 3.6 la reducción de las operaciones de transporte de 9 a 7.

Ilustración 3.6 Diagrama de Proceso Recomendación



En la ilustración 3.5 se muestra el recorrido final recomendado, la nueva ubicación de la balanza (3) y la nueva área para el producto en proceso (6).

La movilización de estas áreas y el nuevo recorrido se complementan con la recomendación implantar estanterías en la nueva zona de producto en proceso, para aprovechar la altura disminuyendo el espacio necesario para almacenar la misma cantidad de producto.

Debido a que el número de 104 posiciones disponibles para el almacén temporal no corresponde con la realidad ya que la zona designada para ello nunca llega a estar a su máxima capacidad, se tomo como alternativa el tomar el número de paletas que la empresa maneja en un momento crítico (momento donde no hay suficiente capacidad de almacenaje).

De estos datos se extrajo que el número de paletas promedio que la empresa maneja durante estos momentos es de 70, lo cual es una cantidad de paletas que el arreglo recomendado puede cubrir.

Por todo lo antes mencionado, el arreglo de estanterías recomendado se puede apreciar en la ilustración 3.5. Este arreglo consta de un grupo de estanterías sencillas, con 3 niveles de altura alcanzando un total de 84 posiciones para el material en demora.

Esto combinado con un balance adecuado de la línea de producción traerá beneficios significativos a la empresa, ya sea en un estudio futuro o en un proyecto dentro de la empresa.

Para implementar esta recomendación es necesaria la compra de dos equipos eléctricos para manejo de materiales en pasillo estrecho. Deben ser eléctricos debido a que, como van a trabajar dentro de las instalaciones de la planta no pueden expulsar

ningún tipo de vapores provenientes de la combustión que se contaminarían los materiales y productos en proceso.

Como se logra reducir la distancia a recorrer, existe la posibilidad de reducir el personal que se encarga de mover el material dentro de la planta, reduciendo de esta manera los costos operativos de la empresa. Cada departamento dentro de la producción cuenta con un supervisor de área que trabaja todo el día, un operario que trabaja por turno y uno o dos ayudantes, dependiendo del área. Estos últimos son los que se encargan de realizar el movimiento de los distintos productos dentro de la planta.

4 CAPITULO IV: ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO

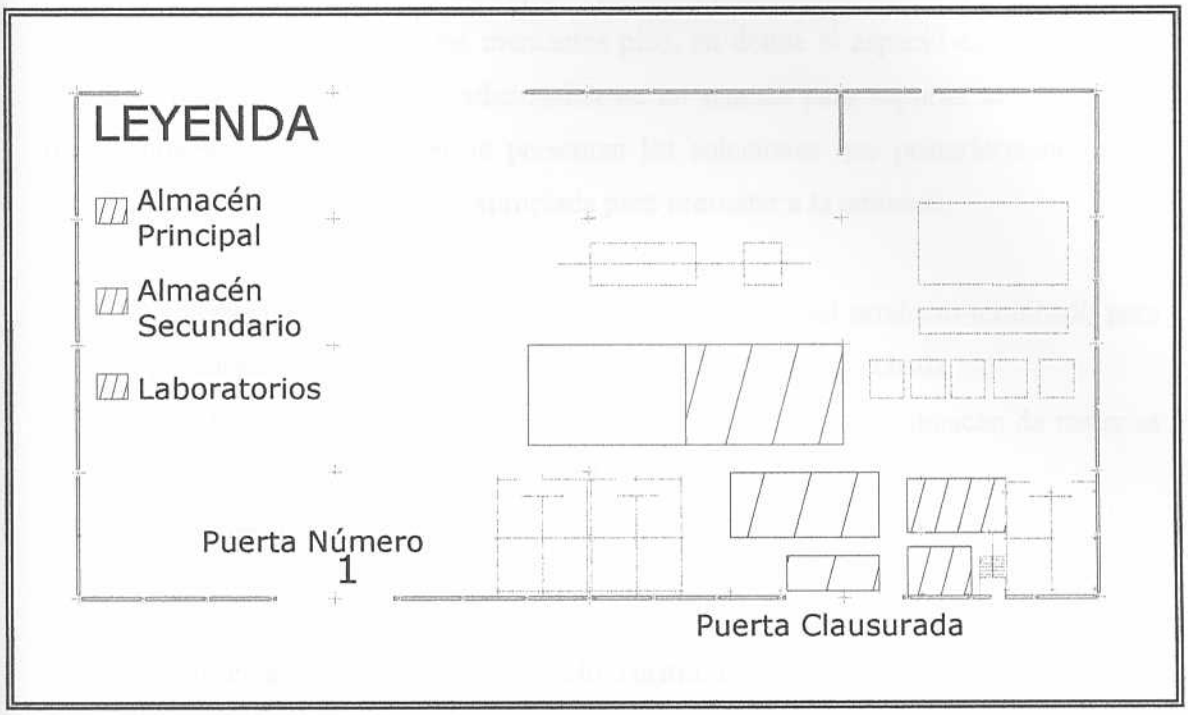
4.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL ALAMCENAMIENTO DEL PRODUCTO TERMINADO

La empresa trabaja con un sistema de producción contra pedido, lo que trae como consecuencia que el producto terminado permanezca poco tiempo dentro de la planta. El problema se presenta cuando se acumula el producto terminado debido a que los clientes no envíen por él o cuando existen picos a causa de acumulaciones de pedidos por encima de las cantidades regulares.

En estos casos la empresa procede de forma similar al producto en demora mencionado en el capítulo III, es decir, utiliza otras áreas dentro de la planta para almacenar el excedente de producto terminado. Dichas áreas en muchos casos son las mismas utilizadas para el producto en demora.

En el gráfico 4.1 se señala la zona actual para el almacenamiento del producto terminado y la zona utilizada en los momentos críticos.

Ilustración 4.1 Situación Actual Almacenamiento Producto Terminado



Como se puede apreciar, estas zonas se encuentran completando el flujo de la línea de producción en forma de "U" al despachar el material por la puerta indicada en el plano anterior. Aunque existe una puerta más cercana a la zona de almacenaje de producto terminado, ésta esta clausurada por la empresa por razones de seguridad; ya que se quiere mantener solo para salida y entrada del personal; para de esta manera evitar la salida y entrada a la planta de personas no autorizadas. Y dejar la puerta número 1 como única entrada y salida de materiales y equipos (camiones, montacargas, etc.)

4.2 SOLUCIONES PARA EL PRODUCTO TERMINADO

Aunque en este aspecto la empresa presenta un sistema de manejo adecuado, se quiere buscar soluciones para los momentos pico, en donde el espacio en general en la planta se hace muy reducido, y adicionalmente un sistema para soportar el crecimiento de la empresa. A continuación se presentan las soluciones que posteriormente serán analizadas para determinar la más apropiada para presentar a la empresa.

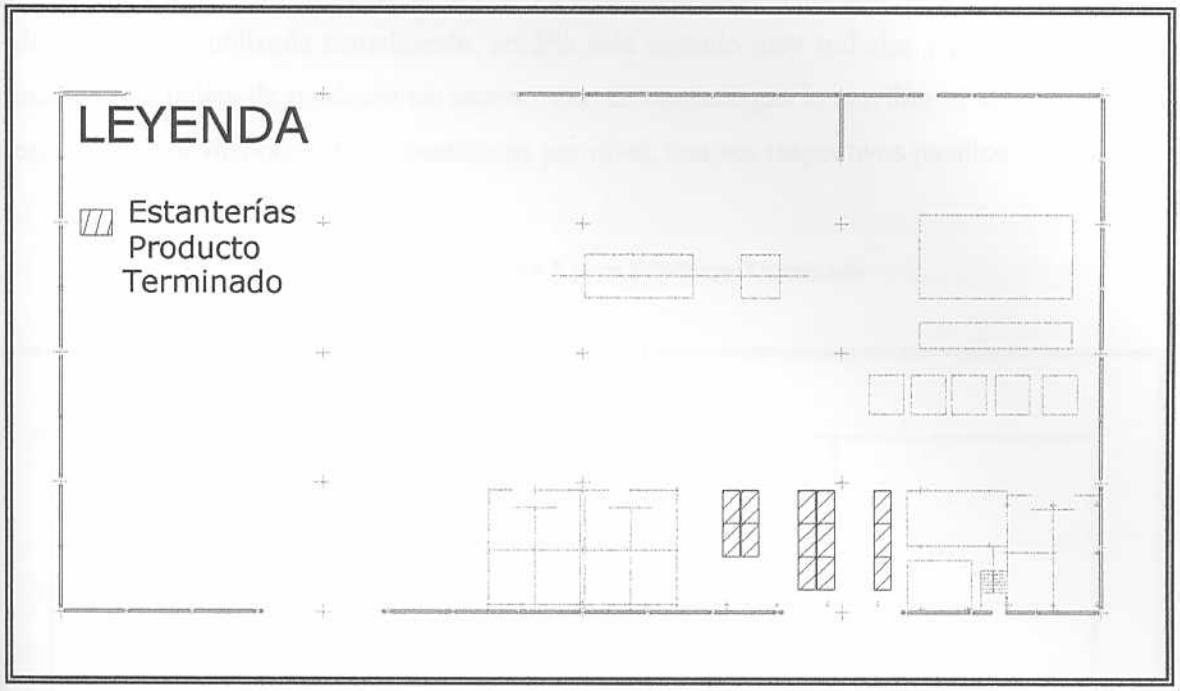
- Implementar estanterías metálicas en el área actual del producto terminado para utilizar mejor la altura que en estos momentos no es aprovechada
- Establecer una zona para el producto terminado dentro del almacén de materias primas
- Implementar estanterías metálicas en el área de almacén secundario

4.2.1 Estanterías en el área de Producto Terminado

Con la adquisición de estanterías se podrá aumentar la capacidad de almacenamiento en el área principal en un **200%** aproximadamente, ya que se aprovecharía la altura. De esta manera se ponen a la disposición para el producto terminado, 78 posiciones de almacenamiento de 1,20 metros por 1 metro cada una, con sus respectivos pasillos.

Aunque se aumenta la capacidad significativamente y con esta capacidad se puede manejar el inventario promedio de paletas de producto terminado; todavía no se puede manejar el volumen para los picos que en promedio es de 83 paletas únicamente en la zona de almacenaje principal, por lo que de igual manera se necesitará utilizar el área de almacenaje secundaria.

Ilustración 4.2 Solución 1 para Producto Terminado



4.2.2 Zona para el Producto Terminado en Almacén 1

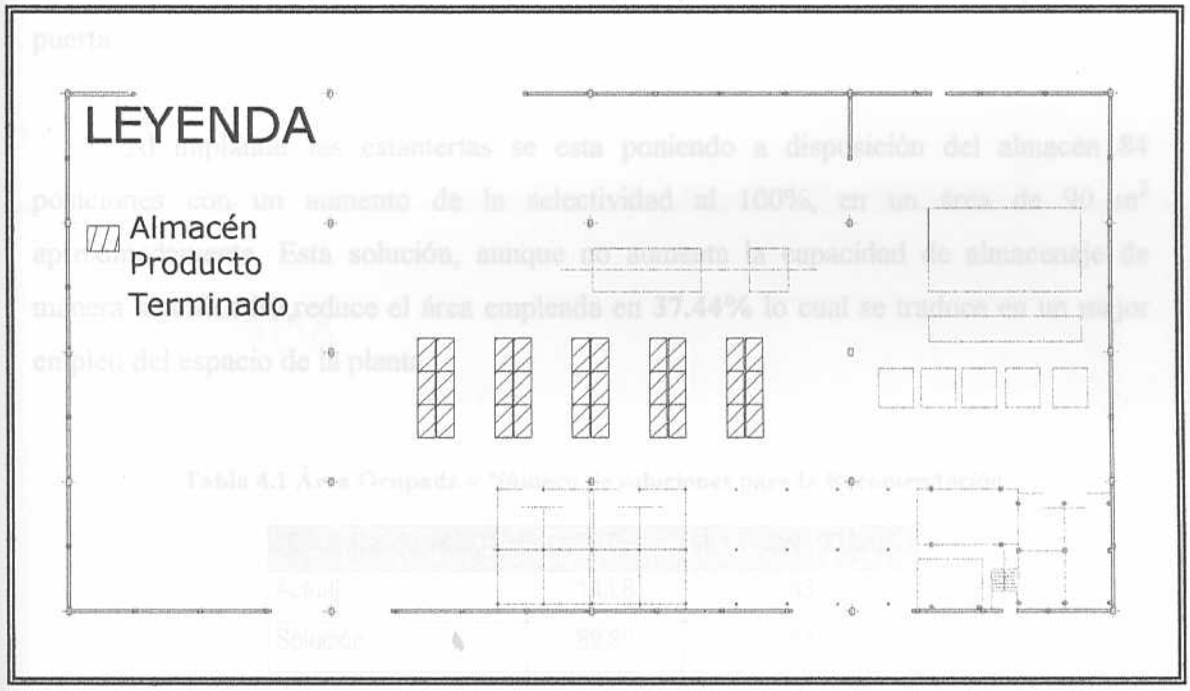
Esta solución requiere reorganizar el almacén de materias primas y eliminar los desechos que en él se encuentran, para establecer una zona apropiada para el producto terminado sin utilizar espacio destinado a los sustratos y demás materiales que se encuentran en este almacén.

4.2.3 Estanterías en el área secundaria de almacenamiento

Esta solución es bastante similar a la primera, con la diferencia de que ahora se mejora el flujo de materiales, manteniendo un recorrido en forma de "U"; se despeja el área de entrada del personal, el área anexa a los laboratorios y la subida a las oficinas.

Otra diferencia importante es que en esta área caben más estanterías, aumentando la capacidad de almacenamiento, y el departamento de embalaje que esta anexo al área de almacenaje utilizada actualmente, tendría más espacio para trabajar y poder embalar más de una paleta de producto sin esperar que el montacargas la movilice al almacén. De esta manera se disponen de 60 posiciones por nivel, con sus respectivos pasillos.

Ilustración 4.3 Solución 2 para Producto Terminado



De esta manera con solo dos niveles de altura se pueden manejar, tanto los niveles promedios como los niveles picos de inventario, sin la necesidad de recurrir a otra área, incluso con espacios libres para una futura expansión o un pico mayor.

4.3 RECOMENDACIONES

Basados en la necesidad de espacio en la planta, las estanterías a recomendar se colocarían en la zona denominada de almacenaje secundario. De esta manera se deja un espacio libre para el departamento de embalaje, se deja libre la entrada de personal a la planta y el acceso desde la planta al área de oficinas. Al colocarlos en esta área se está más cerca de la puerta de salida, ya que la entrada del personal esta clausurada para la entrada de camiones, y todas las recepciones y despachos se están realizando por la otra puerta.

Al implantar las estanterías se esta poniendo a disposición del almacén 84 posiciones con un aumento de la selectividad al 100%, en un área de 90 m^2 aproximadamente. Esta solución, aunque no aumenta la capacidad de almacenaje de manera significativa,reduce el área empleada en **37.44%** lo cual se traduce en un mejor empleo del espacio de la planta.

Tabla 4.1 Área Ocupada y Número de soluciones para la Recomendación

ZONA DE ALMACEN	AREA	N° POSICIONES
Actual	143.8	83
Solución	89.89	84

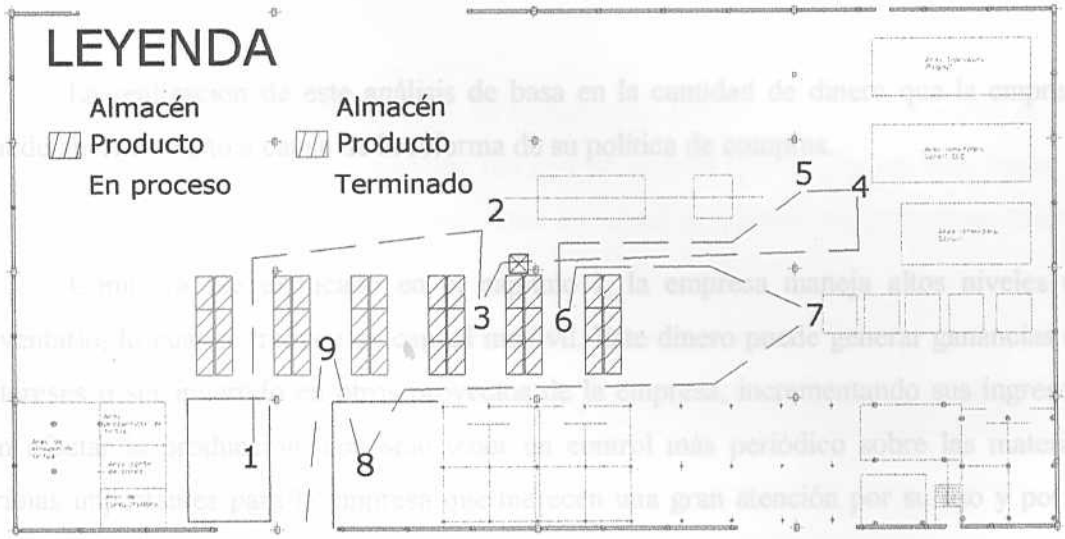
Otra ventaja de las estanterías en el área de almacenaje secundario, es que no se incrementa el movimiento del material, ya que de colocarlos en el almacén de materias primas, aumentaría la distancia recorrida y este movimiento solo podría ser realizado por montacargas debido a que el galpón se encuentra atravesando la calle.

Esta solución también es factible debido a que el volumen de producto terminado en general es pequeño ya que la empresa trabaja bajo el sistema de contra orden, en

cambio el volumen de materia prima si es bastante grande para garantizar en todo momento el cumplimiento con los clientes.

Cabe destacar que como estamos recomendando estanterías sencillas, en el caso de que se necesite más espacio para almacenar producto en proceso debido a desbalances en la línea o picos en la producción, se podría utilizar el último anaquel para almacenar estos materiales en proceso, identificándolos con los letreros que la empresa utiliza en estos momentos. De esta manera no se limita el uso de los estantes para uno u otro propósito, sino que se amplia la posibilidad para la combinación de estos según la planta lo requiera en un momento dado.

Ilustración 4.4 Solución Producto Terminado y Manejo de Materiales en Planta.



5 CAPITULO V: ANÁLISIS COSTO / BENEFICIO

En el presente capítulo se procederá al análisis de los costos y los beneficios de cada una de las recomendaciones emitidas en los capítulos anteriores, así como el análisis de la combinación de todas ellas. En este análisis se mostrarán los beneficios tangibles e intangibles de las soluciones.

Todos los cálculos realizados en este capítulo se encuentran en bolívares utilizando a una tasa cambiaria de 1000 Bs/$.

5.1 Análisis Costo / Beneficio Control de Inventario.

La realización de este análisis de basa en la cantidad de dinero que la empresa puede ahorrar al año a causa de la reforma de su política de compras.

Como ya fue explicado en el capítulo I, la empresa maneja altos niveles de inventario, lo cual se traduce en capital inmóvil. Este dinero puede generar ganancias en intereses o ser invertido en otros proyectos de la empresa, incrementando sus ingresos, sin afectar la producción, con solo tener un control más periódico sobre las materias primas importantes para la empresa que merecen una gran atención por su uso y por la cantidad de dinero que su inventario representa.

Para contabilizar los beneficios que brindará la aplicación de esta nueva política de compras y niveles de inventario, se tomó como costo de oportunidad de capital una tasa de 20% anual proveniente del cociente entre la utilidad neta y el capital, lo que representa el rendimiento exigido a la empresa por sus accionistas, y teniendo en cuenta

que la diferencia entre el dinero que la empresa antiguamente requería para realizar los pedidos, y el dinero que necesita con la nueva solución ahora. Esta cantidad representa un capital que, en vez de estar inmóvil en un almacén, está ganando los intereses activos del mercado. De este análisis, tomando en cuenta todos los productos, obtenemos una ganancia anual de **Bs. 125.538.016,50**.

Otros beneficios considerados como intangibles son entre otros, el de conocer exactamente los productos importantes y los que no lo son, de manera de no invertir tiempo en chequear su nivel de inventario ni realizar órdenes de compra en momentos en los que no son requeridas, además de permitir el ajuste del período de chequeo de acuerdo a su importancia dentro de las materias primas y los producto de la empresa.

5.2 Análisis Costo / Beneficio Almacén de Materias Primas

Para los costos de esta solución, se tomaron los precios promedio obtenido de los proveedores de los costos por posición del tipo de sistema que se emplee, esto según el número de niveles nos resulta el costo total así como el número de posiciones totales para evaluar el beneficio a la empresa.

Tabla 5.1 Costos de la Solución con Estanterías

FASE	POSICIONES	COSTO / POSICIÓN (BS.)	COSTO TOTAL (BS.)
1	372,00	25.000,00	9.300.000,00
2	123,00	25.000,00	3.075.000,00
3	342,00	25.000,00	8.550.000,00
	837		**20.925.000,00**

Con este diseño se reduce el tiempo de búsqueda de un material, por ser más fácil y más accesible su localización y salida del almacén. Para demostrar esto comparamos ambos diseños (el actual y la solución obtenida) tomando tres puntos distintos como

referencias, el punto "A" es el punto más cercano a la entrada de cada diseño, el punto "B", considerado como punto intermedio de acuerdo a la distancia que se necesita recorrer para llegar a él, y el punto "C", donde se encuentra el material más alejado de la entrada en cada arreglo.

Es importante destacar que para el cálculo de los tiempos, el período de carga del sistema actual se ve incrementado debido a que se necesitan movilizar otros materiales para poder acceder al deseado. Para efectuar la comparación se supuso para punto "A" que el material estaba a la mano, para el punto "B" que se debían de mover dos paletas para llegar al material y para el punto "C", cinco paletas para llegar al producto deseado. Ver tablas 5.2 y 5.3 e ilustración 5.1

Ilustración 5.1 Comparación de los dos sistemas de almacenamiento

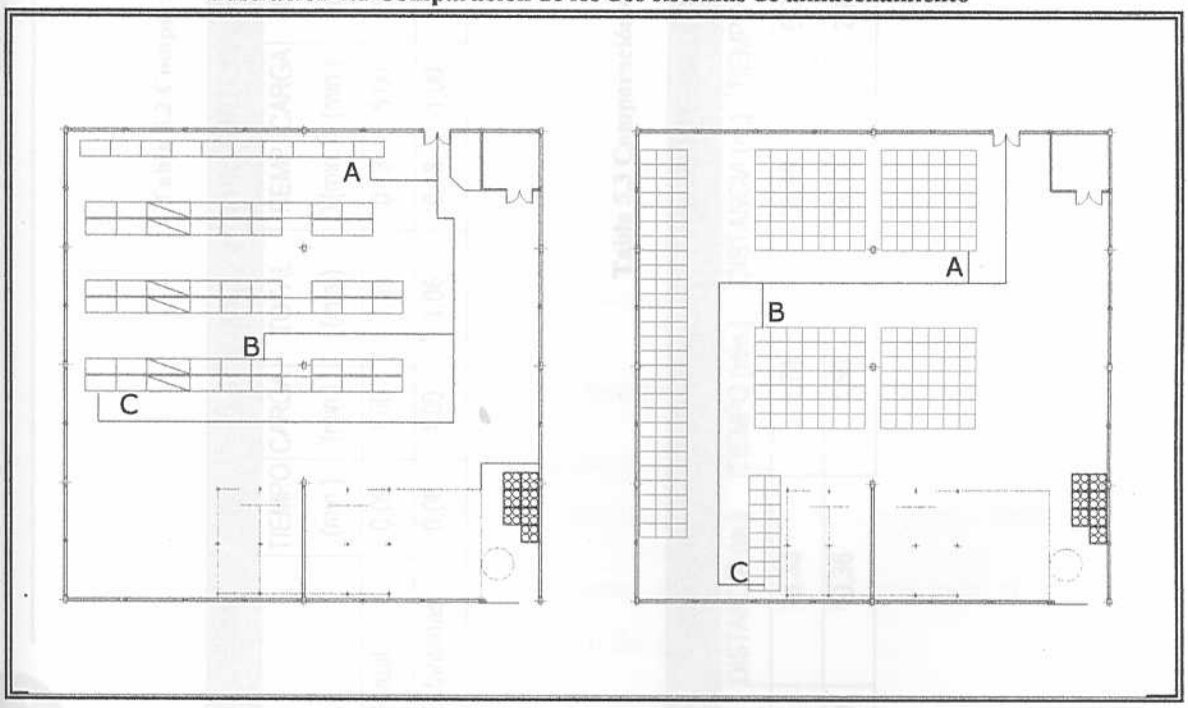


Tabla 5.2 Comparación de Tiempos

DISEÑO	PUNTO MÁS CERCANO (A)			PUNTO INTERMEDIO (B)			PUNTO MÁS LEJANO (C)			PROMEDIO
	TIEMPO (min.)	CARGA (min.)	TOTAL (min.)	TIEMPO (min.)	CARGA (min.)	TOTAL (min.)	TIEMPO (min.)	CARGA (min.)	TOTAL (min.)	**TOTAL (min.)**
Actual	0,09	1,00	1,09	0,18	5,00	5,18	0,33	11,00	11,33	**5,87**
Estanterías	0,06	1,00	1,06	0,18	1,00	1,18	0,29	1,00	1,29	**1,18**

Tabla 5.3 Comparación de Distancias y Tiempos

DISEÑO	PUNTO MÁS CERCANO (A)		PUNTO INTERMEDIO (B)		PUNTO MÁS LEJANO (C)		PROMEDIO	
	DISTANCIA (m.)	TIEMPO (min.)	DISTANCIA (m.)	TIEMPO (min.)	DISTANCIA (m.)	TIEMPO (min.)	DISTANCIA (m.)	TIEMPO (min.)
Actual	16,33	1,74	33,49	6,00	59,96	12,40	**36,59**	**5,87**
Estanterías	10,36	1,60	33,12	2,13	52,61	2,56	**32,03**	**1,18**

Como se puede observar en las tablas, en promedio la distancia recorrida disminuye en un **14.24%** y se reduce el tiempo de búsqueda y carga en un **79.97%** por paleta. Con esta reducción el personal cuenta con más tiempo para realizar otras funciones, lo cual trae como consecuencia un mejor aprovechamiento del mismo ya que pueden realizar más actividades con el mismo personal.

Para estimar los beneficios en dinero se partió del tiempo necesario para realizar el trabajo y el sueldo anual que el personal recibe por realizarlo. Tomando el ahorro por tiempo y el número de personas que están en el departamento se obtiene un ahorro anual de **Bs 4.122.725,25**.

Tabla 5.4 Costo Solución Almacén Materias Primas

SISTEMA	TIEMPOS	COSTO / AÑO (Bs.)	COSTO TOTAL(Bs.)
Actual	5,87	2.580.000,00	5.160.000,00
Solución	1,18	518.637,14	1.037.274,28
AHORRO			**4.122.725,72**

Como beneficios intangibles de este diseño tenemos:

- Se obtienen las posiciones requeridas para almacenar la nueva cantidad de inventario y los niveles esperados para el año 2003.
- Se despejan las instalaciones de la planta ya que todo el producto ubicado en ella cabe dentro del arreglo.
- Se aumenta la selectividad del almacén al 100%.
- Se reduce el riesgo de daño para los productos al no estar apilados uno encima del otro.

- Se crea una zona de cuarentena para el material bajo estudio de control de calidad.
- Contribuye al crecimiento planificado de la empresa.

5.3 Análisis Costo / Beneficio Manejo de Materiales en Planta

Para estimar los costos de implementar el nuevo recorrido y las estanterías, se tomaron precios de referencia de la empresa y de las compañías de venta e instalación de estantes.

Tabla 5.5 Costos de la Solución Manejo de Materiales en Planta

MODIFICACIÓN	COSTO UNITARIO (Bs.).	UNIDADES	COSTO TOTAL(Bs.)
Mover Balanza	200.000,0	1	200.000,0
Transelevadores eléctricos	17.000.000,0	2	34.000.000,0
Estanterias Sencillas	25.000,0	84	2.100.000,0
TOTAL			**36.300.000,0**

Tabla 5.6 Comparación de los Sistemas de Manejo de Materiales

SISTEMA	CAPACIDAD (posiciones)	ÁREA (m2)	DIST. RECORRIDA (m.)
Actual	70	124,80	254,34
Solución	84	89,10	153,02

Como se observa, la capacidad aumenta en **20%**, el área se reduce en un **28.60%** y la distancia recorrida es **34.69%** menor por cada bobina, por lo que se reduce el espacio necesario para las mismas actividades y se aumenta el tiempo disponible de los trabajadores para realizar otras funciones.

De igual manera, para ofrecer un beneficio tangible se estimó el beneficio monetario de la solución partiendo de los salarios anuales, el número de empleados en esa tarea y la diferencia de tiempos lograda con el nuevo sistema. Obteniendo un ahorro anual de **Bs. 2.524.036,8.**

Tabla 5.7 Ahorro Anual Solución Manejo de Materiales en Planta

SISTEMA	TIEMPOS (min)	COSTO / AÑO (Bs.)	COSTO TOTAL(Bs.)
Actual	3,06	1.584.000,00	6.336.000,00
Solución	1,84	952.990,80	3.811.963,20
AHORRO			**2.524.036,80**

5.4 Análisis Costo / Beneficio Producto Terminado.

Como esta solución igualmente contempla la implementación de estanterías, se utilizaron los costos de los proveedores de estos sistemas. En este caso esto sería el único costo en el que incurriría la empresa de aprobar la aplicación de esta solución

Tabla 5.8 Costo Solución Producto Terminado

SISTEMA	POSICIONES	COSTO/POS.(Bs.)	COSTO TOTAL(Bs.)
Sencillas	84	25.000,0	2.100.000,0

Los beneficios de esta solución son intangibles ya que vienen dados por el ahorro de espacio con un aumento discreto en la capacidad de almacenaje, pero sufiente para cubrir las posiciones necesarias. Aporta mayor acceso a cada producto terminado, brinda más cercanía a la puerta de salida y mejor continuidad del flujo en "U" de los procesos y materiales.

5.5 Análisis Costo / Beneficio Recomendación Final

En este punto se realiza un resumen de los costos de la solución al problema global y se explican los beneficios comunes que se logran al aplicar cada una de las soluciones anteriores, de manera que se analice el sistema macro y su funcionamiento en conjunto.

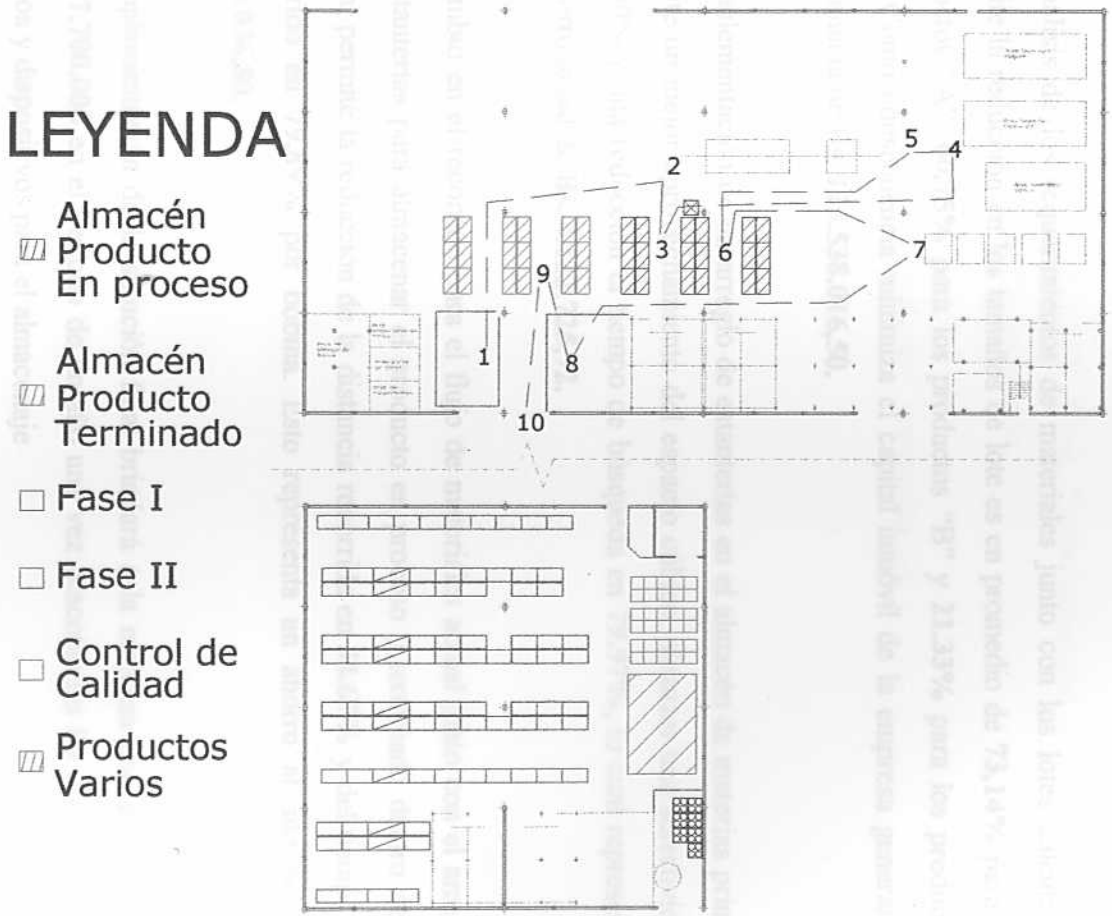
Tabla 5.9 Costos Beneficios Solución Final

SOLUCIONES	COSTOS PARA SU IMPLANTACIÓN	BENEFICIOS POR SU IMPLANTACION	COSTO TOTAL(Bs.)
Nueva política de compras	0,0	125.538.016,5	125.538.016,5
Estantes en el almacén de MP	9.300.000,00	4.122.725,72	-5.177.274,3
Nuevo manejo de materiales	36.300.000,0	2.524.036,8	-33.775.963,2
Cambio del almacén de PT	2.100.000,0	0,0	-2.100.000,0
TOTAL	**47.700.000,0**	**132.184.779,0**	**84.484.779,0**

Como se puede observar, aunque algunas soluciones aisladas tienen mayores costos que beneficios monetarios, la solución de forma global representa una gananciaanual a la empresa de **Bs. 47.700.000**; aparte de las mejoras en flujo, seguridad y orden.

Ilustración 5.2 Solución

Integrada



6 CONCLUSIONES

- El análisis de los requerimientos de materiales junto con los lotes calculados permite la reducción en los tamaños de lote es en promedio de **73,14%** para los productos "A", **60,75%** para los productos "B" y **21.33%** para los productos "C". Como consecuencia minimiza el capital inmóvil de la empresa generando una ganacia de **Bs. 125.538.016,50.**

- La implementación de un arreglo de estanterías en el almacén de materias primas permite un mejor aprovechamiento del espacio cúbico, alcanzar una selectividad de 100% y una reducción el tiempo de búsqueda en **79.97%**, lo cual representa un ahorro anual de **Bs. 4.122.725,72.**

- El cambio en el recorrido para el flujo de materiales actual junto con el arreglo de estanterías para almacenar el producto en proceso y terminado dentro de la planta, permite la reducción de la distancia recorrida en **34.67%** y del tiempo de recorrido en **79.89%** por bobina. Esto representa un ahorro al año de **Bs. 2.524.036,80.**

- La implementación de la solución final brindará a la empresa una ganancia de **Bs. 47.700.000** en el período de un año una vez descontadas las inversiones en equipos y dispositivos para el almacenaje

7 BIBLIOGRAFÍA.

- GAITHER, Norman - FRAIZER Greg, "*Administración de Producción y Operaciones*", México, 2000, 4ta edición.

- *"Selecting the Right Storage Racks"*, www.mhia.org

- www.croen.com

8 ANEXOS

Anexo 1 Costos de Almacenamiento Almacén 1

COSTOS	TOTAL (Bs./ MES)	% DE ALMACEN	COSTO DE ALMACEN (Bs./ MES)
LOCAL			
Aseo y Mantenimiento del Local	2,752,844.33	34.00	935,967.07
Vigilancia	1,575,000.00	34.00	535,500.00
Electricidad	3,373,083.10	0.500	16,865.42
Equipo de seguridad	169,973.83	16.700	28,385.63
Dep. del Local	429,620.97	100.00	429,620.97
PERSONAL			
Jefe de almacen	878,610.42	70.00	615,027.29
Almacenistas	430,000.00	70.00	301,000.00
Ayudante de almacen	528,000.00	70.00	369,600.00
EQUIPOS			
Mantenimiento de vehiculos	547,860.00	80.00	438,288.00
Depreciación de vehiculos	466,213.94	80.00	372,971.15
Combustibles y lubricantes	147,229.08	60.00	88,337.45
OFICINA			
Papeleria y Utiles de Oficina	629,078.30	2.33	14,678.49
Manteniemiento Equipo de Oficina	1,719,329.61	2.67	45,848.79
Aseo y Mantenimiento de Oficina	168,529.44	1.00	1,685.29
Electricidad	142,339.42	1.00	1,423.39
Dep. Mobiliario y Equipos Oficina	257,000.00	2.67	6,853.33
INVENTARIO			
Sustratos	491,338,422.51	100.00	491,338,422.51
Solventes y Adhesivos	63,221,472.19	100.00	63,221,472.19
Cores	9,415,625.65	100.00	9,415,625.65

TOTAL (Bs./MES)	**568,177,572.64**
TOTAL (Kg./MES)	**231,336.02**
COSTO TOTAL (Bs./Kg.)	**2,456.07**

Anexo 2 Costo de Almacenamiento Almacén 2

COSTOS	TOTAL (Bs./MES)	% DE ALMACEN	COSTO DE ALMACEN (Bs./MES)
LOCAL			
Aseo y Mantenimiento del Local	2,752,844.33	2.00	55,056.89
Vigilancia	1,575,000.00	2.00	31,500.00
Electricidad	3,373,083.10	0.03	944.46
Equipo de seguridad	169,973.83	8.33	14,164.49
PERSONAL			
Jefe de almacen	878,610.42	15.00	131,791.56
Almacenistas	430,000.00	15.00	64,500.00
Ayudante de almacen	528,000.00	15.00	79,200.00
OFICINA			
Papeleria y Utiles de Oficina	629,078.30	2.33	14,678.49
Manteniemiento Equipo de Oficina	1,719,329.61	2.67	45,848.79
Aseo y Mantenimiento de Oficina	168,529.44	1.00	1,685.29
Electricidad	142,339.42	1.00	1,423.39
Dep. Mobiliario y Equipos Oficina	257,000.00	2.67	6,853.33
INVENTARIO			
Tintas	53,044,319.81	100.00	53,044,319.81
TOTAL (Bs./MES)			**53,491,966.51**
TOTAL (Kg./MES)			**20,997.64**
COSTO TOTAL (Bs./Kg.)			**2,547.52**

Anexo 3 Costo de Almacenamiento Almacén 3

COSTOS	TOTAL (Bs./MES)	% DE ALMACEN	COSTO DE ALMACEN (Bs./MES)
LOCAL			
Aseo y Mantenimiento del Local	2,752,844.33	1.90	52,392.01
Vigilancia	1,575,000.00	1.90	29,975.33
Electricidad	3,373,083.10	0.03	944.46
Equipo de seguridad	169,973.83	8.33	14,164.49
PERSONAL			
Jefe de almacen	878,610.42	15.00	131,791.56
Almacenistas	430,000.00	15.00	64,500.00
Ayudante de almacen	528,000.00	15.00	79,200.00
EQUIPOS			
Mantenimiento de vehiculos	547,860.00	20.00	109,572.00
Depreciación de vehiculos	466,213.94	20.00	93,242.79
Combustibles y lubricantes	147,229.08	20.00	29,445.82
OFICINA			
Papeleria y Utiles de Oficina	629,078.30	2.33	14,678.49
Manteniemiento Equipo de Oficina	1,719,329.61	2.67	45,848.79
Aseo y Mantenimiento de Oficina	168,529.44	1.00	1,685.29
Electricidad	142,339.42	1.00	1,423.39
Dep. Mobiliario y Equipos Oficina	257,000.00	2.67	6,853.33
INVENTARIO			
Resinas	349,772,103.14	100.00	349,772,103.14

TOTAL (Bs./MES)	**350,447,820.90**
TOTAL (Kg./MES)	**83,482.14**
COSTO TOTAL (Bs./Kg.)	**4,197.88**

Anexo 4 Costo de Orden de Compra Sede Caracas

COSTOS	TOTAL (Bs.)	% ORDEN DE COMPRA	COSTO ORDEN DE COMPRA
OFICINA			
Papeleria y Utiles de Oficina	7,548,939.54	1.00	75,489.40
Manteniemiento Equipo de Oficina	20,631,955.26	3.33	687,731.84
Aseo y Mantenimiento de Oficina	2,022,353.33	2.821	57,040.73
Arrendamiento de Oficina	2,554,078.73	2.821	72,038.12
Telefonos	29,874,453.37	25.00	7,468,613.34
Correspondecia y Envíos	688,130.56	20.00	137,626.11
Electricidad	1,708,073.00	2.821	48,176.42
Dep. Mobiliario y Equipos Oficina	3,084,000.00	3.33	102,800.00
PERSONAL			
Gerente de Producción	50,000,000.00	1.00	500,000.00
Planificador de Producción	3,900,000.00	4.00	156,000.00
Asistente Gerente General	25,833,855.20	6.00	1,550,031.31
TOTAL			**10,855,547.27**
COSTO TOTAL (Bs./ Orden)			**87,544.74**

Anexo 5 Costo Orden de Compra Sede Maracay

COSTOS	TOTAL (Bs.)	% ORDEN DE COMPRA	COSTO ORDEN DE COMPRA
GASTOS OFICINA			
Papeleria y Utiles de Oficina	7,548,939.54	1.00	75,489.40
Manteniemiento Equipo de Oficina	20,631,955.26	3.33	687,731.84
Aseo y Mantenimiento de Oficina	2,022,353.33	2.821	57,040.73
Arrendamiento de Oficina	2,554,078.73	2.821	72,038.12
Telefonos	29,874,453.37	25.00	7,468,613.34
Correspondecia y Envíos	688,130.56	20.00	137,626.11
Electricidad	1,708,073.00	2.821	48,176.42
Dep. Mobiliario y Equipos Oficina	3,084,000.00	3.33	102,800.00
GASTOS NOMINA			0.00
Gerente de Producción	50,000,000.00	1.00	500,000.00
Planificador de Producción	3,900,000.00	4.00	156,000.00
Asistente Gerente General	25,833,855.20	0.00	0.00
TOTAL			**9,305,515.96**

COSTO TOTAL (Bs./ Orden) **27,050.92**

Anexo 6 Tamaños de Lote Calculados para los Productos "B"

PRODUCTO	KILOS / PEDIDO	CANTIDAD (Unidades)	UNIDAD	COSTO DE ALMACÉN (Bs./ KG.x AÑO)	COSTO ORDEN COMPRA (Bs./ ORDEN)	DEMANDA (Kg./ AÑO)	LOTE ECONÓMICO TEORICO (Kg.)	LOTE ECONÓMICO (Unidades.)	UNIDAD
TUBOS DE CARTÓN	5,129.625	1,710	CORES	2,456.07	27,050.92	53,758.47	1,088	363	CORES
CATALIZADOR	1,953.583	78	LATAS	2,456.07	27,050.92	30,710.33	822	33	LATAS
ADHEQUIM	1,871.500	75	LATAS	2,456.07	27,050.92	29,419.98	805	32	LATAS
CAST20X0842	5,129.000	10	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	40,313.94	1,695	3	BOBINAS
17X1080	12,968.660	26	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	16,988.94	1,101	2	BOBINAS
Acetato de Etilo	1,712.300	9	TAMBORES	2,456.07	27,050.92	22,431.13	703	4	TAMBORES
Bioal20X1100	9,081.200	18	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	23,792.74	1,302	3	BOBINAS
17X1085	20,706.390	41	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	27,125.37	1,391	3	BOBINAS
20X1145	4,537.168	9	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	35,662.14	1,594	3	BOBINAS
Bioal20X1085	9,749.975	19	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	25,544.93	1,349	3	BOBINAS
17X1064	16,946.090	34	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	22,199.38	1,258	3	BOBINAS
20X1020	6,778.265	14	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	17,759.05	1,125	2	BOBINAS
17X1100	3,160.000	6	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	12,418.80	941	2	BOBINAS
Bioal17X1200	6,091.760	12	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	15,960.41	1,067	2	BOBINAS
25X1125	9,976.000	20	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	26,137.12	1,365	3	BOBINAS
20X1000	3,280.223	7	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	17,188.37	1,107	2	BOBINAS

PRODUCTO	KILOS / PEDIDO	CANTIDAD (Unidades)	UNIDAD	COSTO DE ALMACÉN (Bs./ KG.x AÑO)	COSTO ORDEN COMPRA (Bs./ ORDEN)	DEMANDA (Kg./ AÑO)	LOTE ECONÓMICO TEORICO (Kg.)	LOTE ECONÓMICO (Unidades.)	UNIDAD
Rojo 3001	718.500	38	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	11,294.82	491	26	CUÑETES
17X1105	6,548.080	13	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	17,155.97	1,106	2	BOBINAS
Blanco Especial	1,248.000	66	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	16,348.80	591	31	CUÑETES
25X0980	2,326.554	5	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	21,334.50	1,233	2	BOBINAS
17X1205	10,355.000	21	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	13,565.05	983	2	BOBINAS
Met17X1200	3,231.333	6	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	12,699.14	951	2	BOBINAS
Blanco Flexo	2,519.875	133	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	13,204.15	531	28	CUÑETES
25X1065	4,269.000	9	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	16,777.17	1,094	2	BOBINAS
25X0910	5,491.000	11	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	14,386.42	1,013	2	BOBINAS
Bioal15X1200	6,683.630	13	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	8,755.56	790	2	BOBINAS
9,526	987.250	39	LATAS	2,456.07	27,050.92	10,346.38	477	19	LATAS
Blanco 3000	1,192.257	63	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	10,933.00	483	25	CUÑETES
20X1005	5,107.245	10	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	13,380.98	977	2	BOBINAS
CAST20X0910	2,553.667	5	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	10,035.91	846	2	BOBINAS
Amarillo Proceso	665.867	35	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	7,850.57	409	22	CUÑETES
Cellosolven	821.500	5	TAMBORES	2,456.07	27,050.92	8,609.32	435	2	TAMBORES
Amarillo Proceso Flexo	771.820	41	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	10,110.84	464	24	CUÑETES
15X1200	6,800.515	14	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	17,817.35	1,127	2	BOBINAS

PRODUCTO	KILOS / PEDIDO	CANTIDAD (Unidades)	UNIDAD	COSTO DE ALMACÉN (Bs./ KG.x AÑO)	COSTO ORDEN COMPRA (Bs./ ORDEN)	DEMANDA (Kg./ AÑO)	LOTE ECONÓMICO TEORICO (Kg.)	LOTE ECONÓMICO (Unidades.)	UNIDAD
Azul 072	1,166.967	61	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	9,172.36	442	23	CUÑETES
9,727	808.075	32	LATAS	2,456.07	27,050.92	8,468.63	432	17	LATAS
Rojo 485	713.333	38	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	8,410.20	424	22	CUÑETES
Azul Proceso Flexo	1,929.550	102	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	10,110.84	464	24	CUÑETES
Blanco Superficie	1,012.963	53	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	10,615.85	476	25	CUÑETES
25X0755	7,485.000	15	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	9,805.35	836	2	BOBINAS

Anexo 7 Tamaños de los Lotes Calculados para los Productos "C"

PRODUCTO	KILOS / PEDIDO	CANTIDAD (Unidades)	UNIDAD	COSTO DE ALMACÉN (Bs./ KG.x AÑO)	COSTO ORDEN COMPRA (Bs./ ORDEN)	DEMANDA (Kg./ AÑO)	LOTE ECONÓMICO TEORICO (Kg.)	LOTE ECONÓMICO (Unidades.)	UNIDAD
Magenta	367.150	19	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	6,733.53	379	20	CUÑETES
45X0900	3,517.000	7	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	9,214.54	810	2	BOBINAS
Blanco Luna	1,666.667	88	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	6,550.00	374	20	CUÑETES
17X1130	1,550.000	3	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	6,091.50	659	1	BOBINAS
30X0800	2,212.913	4	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	8,696.75	787	2	BOBINAS
CAST25X1175	5,042.000	10	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	6,605.02	686	1	BOBINAS
30X1070	4,943.000	10	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	6,475.33	679	1	BOBINAS
TWINTANE	602.778	24	LATAS	2,456.07	27,050.92	7,106.75	396	16	LATAS
Azul 288 Lam	477.680	25	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	6,257.61	365	19	CUÑETES
17X1060	3,153.000	6	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	4,130.43	543	1	BOBINAS
25X0847	5,184.000	10	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	6,791.04	696	1	BOBINAS
25X0985	3,298.500	7	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	8,642.07	785	2	BOBINAS
Rojo Kraker	316.825	17	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	3,320.33	266	14	CUÑETES
Negro Laminacion	380.383	20	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	5,979.63	357	19	CUÑETES
45X0812	4,384.000	9	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	5,743.04	640	1	BOBINAS
20X1160	1,883.450	4	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	4,934.64	593	1	BOBINAS

PRODUCTO	KILOS / PEDIDO	CANTIDAD (Unidades)	UNIDAD	COSTO DE ALMACÉN (Bs./ KG.x AÑO)	COSTO ORDEN COMPRA (Bs./ ORDEN)	DEMANDA (Kg./ AÑO)	LOTE ECONÓMICO TEORICO (Kg.)	LOTE ECONÓMICO (Unidades.)	UNIDAD
25X1058	2,579.000	5	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	3,378.49	491	1	BOBINAS
CAST25X0980	6,126.000	12	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	8,025.06	756	2	BOBINAS
Azul Cyan	378.180	20	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	4,954.16	325	17	CUÑETES
35X1100	2,435.000	5	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	3,189.85	477	1	BOBINAS
25X1100	1,172.000	2	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	3,070.64	468	1	BOBINAS
Bioal20X1175	2,944.060	6	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	3,856.72	524	1	BOBINAS
CATALYS	392.400	16	LATAS	2,456.07	27,050.92	2,570.22	238	10	LATAS
Amarillo Proceso Lam	812.700	43	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	6,387.82	369	19	CUÑETES
25X0920	2,395.280	5	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	3,137.82	473	1	BOBINAS
20X0980	1,552.000	3	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	4,066.24	538	1	BOBINAS
Blanco Kraker	298.446	16	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	5,082.54	329	17	CUÑETES
25X0660	1,655.500	3	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	4,337.41	556	1	BOBINAS
Azul Proceso lam	282.488	15	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	2,960.47	251	13	CUÑETES
Perl40X1100	749.500	1	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	1,963.69	374	1	BOBINAS
Blanco Termoresistente	2,691.000	142	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	3,525.21	274	14	CUÑETES
45X1184	3,923.000	8	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	5,139.13	605	1	BOBINAS
Amarillo Intenso	456.167	24	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	3,585.47	277	15	CUÑETES
Amarillo Superficie	357.286	19	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	3,276.31	264	14	CUÑETES

PRODUCTO	KILOS / PEDIDO	CANTIDAD (Unidades)	UNIDAD	COSTO DE ALMACÉN (Bs./ KG.x AÑO)	COSTO ORDEN COMPRA (Bs./ ORDEN)	DEMANDA (Kg./ AÑO)	LOTE ECONÓMICO TEORICO (Kg.)	LOTE ECONÓMICO (Unidades.)	UNIDAD
Marron Kraker	292.571	15	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	2,682.88	239	13	CUÑETES
Negro	216.491	11	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	3,119.63	258	14	CUÑETES
30X1100	2,784.000	6	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	3,647.04	510	1	BOBINAS
Azul Proceso Superficie	159.750	8	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	1,674.18	189	10	CUÑETES
Rojo Rubi	369.250	19	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	1,934.87	203	11	CUÑETES
CAST25X0958	2,927.000	6	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	3,834.37	523	1	BOBINAS
Perl40X1200	1,013.000	2	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	1,327.03	308	1	BOBINAS
Rojo Fuego	360.340	19	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	2,360.23	224	12	CUÑETES
Verde	401.667	21	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	1,578.55	184	10	CUÑETES
Azul Nabisco	218.275	11	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	1,143.76	156	8	CUÑETES
20X0960	946.097	2	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	3,718.16	515	1	BOBINAS
Amarillo transparente	456.500	24	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	1,196.03	160	8	CUÑETES
Blanco Europa	200.000	11	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	1,310.00	167	9	CUÑETES
45X0960	2,565.000	5	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	3,360.15	489	1	BOBINAS
11Q4	4,125.000	165	SACOS	4,197.88	27,050.92	5,403.75	264	11	SACOS
Azul Claro	160.629	8	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	1,472.96	177	9	CUÑETES
Cloruro de Metileno	175.000	1	TAMBORES	2,456.07	27,050.92	687.75	123	1	TAMBORES
Azul Oscuro	153.429	8	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	1,406.94	173	9	CUÑETES

PRODUCTO	KILOS / PEDIDO	CANTIDAD (Unidades)	UNIDAD	COSTO DE ALMACÉN (Bs./ KG.x AÑO)	COSTO ORDEN COMPRA (Bs./ ORDEN)	DEMANDA (Kg./ AÑO)	LOTE ECONÓMICO TEORICO (Kg.)	LOTE ECONÓMICO (Unidades.)	UNIDAD
Marron 1385	136.000	7	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	1,247.12	163	9	CUÑETES
Met25X1100	1,176.000	2	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	1,540.56	331	1	BOBINAS
Oxitol	504.667	3	TAMBORES	2,456.07	27,050.92	1,983.34	209	1	TAMBORES
Perl30X1140	1,040.000	2	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	1,362.40	312	1	BOBINAS
Rojo Nabisco	144.783	8	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	1,138.00	156	8	CUÑETES
35X1115	1,107.000	2	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	1,450.17	322	1	BOBINAS
Blanco Nuevo Club	33.533	2	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	527.14	106	6	CUÑETES
Extender	422.000	22	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	552.82	109	6	CUÑETES
20X0995	420.260	1	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	550.54	198	0	BOBINAS
FA020	1,375.000	55	SACOS	4,197.88	27,050.92	1,801.25	152	6	SACOS
Naranja	277.000	15	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	725.74	124	7	CUÑETES
Met25X1085	1,117.000	2	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	1,463.27	323	1	BOBINAS
Perl30X0900	1,186.000	2	BOBINAS	2,456.07	87,544.74	1,553.66	333	1	BOBINAS
Azul Intenso	51.000	3	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	267.24	76	4	CUÑETES
Rojo Magenta	110.500	6	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	289.51	79	4	CUÑETES
Violeta	160.400	8	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	210.12	67	4	CUÑETES
Plata Superficial	69.500	4	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	182.09	62	3	CUÑETES
Morado Uva Sorbeticos	82.500	4	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	216.15	68	4	CUÑETES

PRODUCTO	KILOS / PEDIDO	CANTIDAD (Unidades)	UNIDAD	COSTO DE ALMACÉN (Bs./ KG.x AÑO)	COSTO ORDEN COMPRA (Bs./ ORDEN)	DEMANDA (Kg./ AÑO)	LOTE ECONÓMICO TEORICO (Kg.)	LOTE ECONÓMICO (Unidades.)	UNIDAD
Blanco Club Social	40.000	2	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	104.80	47	2	CUÑETES
Rojo 186	13.500	1	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	70.74	39	2	CUÑETES
Marron Aveni Brand	36.000	2	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	47.16	32	2	CUÑETES
Dowapol	17.000	1	CUÑETES	2,535.50	27,050.92	22.27	22	1	CUÑETES

Anexo 8 Número de Despachos y Kilos por Despacho Productos "B"

PRODUCTO	PEDIDOS ACTUALES / AÑO	KILOS ACTUALES/ PEDIDO	CANTIDAD RECOMENDADA/ PEDIDO (Kg.)	PEDIOS / MES	PEDIDOS / AÑO
TUBOS DE CARTÓN	8	5,129.625	4500	1	12
CATALIZADOR	12	1,953.583	1300	2	24
ADHEQUIM	12	1,871.500	1250	2	24
CAST20X0842	6	5,129.000	3500	1	12
17X1080	1	12,968.660	1500	1	12
Acetato de Etilo	10	1,712.300	1000	2	24
Bioal20X1100	2	9,081.200	2000	1	12
17X1085	1	20,706.390	2500	1	12
20X1145	6	4,537.168	1500	2	24
Bioal20X1085	2	9,749.975	1000	2	24
17X1064	1	16,946.090	1000	2	24
20X1020	2	6,778.265	1500	1	12
17X1100	3	3,160.000	1000	1	12
Bioal17X1200	2	6,091.760	1500	1	12
25X1125	2	9,976.000	2500	1	12
20X1000	4	3,280.223	1500	1	12
Rojo 3001	12	718.500	500	2	24
17X1105	2	6,548.080	1500	1	12
Blanco Especial	10	1,248.000	1400	1	12
25X0980	7	2,326.554	1000	2	24
17X1205	1	10,355.000	1500	0.75	9

PRODUCTO	PEDIDOS ACTUALES / AÑO	KILOS ACTUALES/ PEDIDO	CANTIDAD RECOMENDADA/ PEDIDO (Kg.)	PEDIOS / MES	PEDIDOS / AÑO
Met17X1200	3	3,231.333	1000	1	12
Blanco Flexo	4	2,519.875	1500	0.75	9
25X1065	3	4,269.000	1500	1	12
25X0910	2	5,491.000	1500	0.75	9
Bioal15X1200	1	6,683.630	1500	0.5	6
9,526	8	987.250	500	2	24
Blanco 3000	7	1,192.257	500	2	24
20X1005	2	5,107.245	1500	0.75	9
CAST20X0910	3	2,553.667	1000	1	12
Amarillo Proceso	9	665.867	1300	0.5	6
Cellosolven	8	821.500	400	2	24
Amarillo Proceso Flexo	10	771.820	450	2	24
15X1200	2	6,800.515	1500	1	12
Azul 072	6	1,166.967	800	1	12
9,727	8	808.075	1500	0.5	6
Rojo 485	9	713.333	700	1	12
Azul Proceso Flexo	4	1,929.550	450	2	24
Blanco Superficie	8	1,012.963	450	2	24
25X0755	1	7,485.000	1000	1	12

Anexo 9 Número de Despachos y Kilos por Despacho Productos "C"

PRODUCTO	PEDIDOS ACTUALES / AÑO	KILOS ACTUALES/ PEDIDO	CANTIDAD RECOMENDADA/ PEDIDO (Kg.)	PEDIOS / MES	PEDIDOS / AÑO
Magenta	14	367.150	750	0.75	9
45X0900	2	3,517.000	1500	0.5	6
Blanco Luna	3	1,666.667	1100	0.5	6
17X1130	3	1,550.000	1500	0.333	4
30X0800	3	2,212.913	1500	0.5	6
CAST25X1175	1	5,042.000	1500	0.4	5
30X1070	1	4,943.000	1500	0.4	5
TWINTANE	9	602.778	1500	0.4	5
Azul 288 Lam	10	477.680	1600	0.333	4
17X1060	1	3,153.000	1500	0.25	3
25X0847	1	5,184.000	1500	0.4	5
25X0985	2	3,298.500	1500	0.5	6
Rojo Kraker	8	316.825	700	0.4	5
Negro Laminacion	12	380.383	1000	0.5	6
45X0812	1	4,384.000	2000	0.25	3
20X1160	2	1,883.450	2000	0.2	2
25X1058	1	2,579.000	2000	0.143	2
CAST25X0980	1	6,126.000	2000	0.333	4
Azul Cyan	10	378.180	850	0.5	6

PRODUCTO	PEDIDOS ACTUALES / AÑO	KILOS ACTUALES/ PEDIDO	CANTIDAD RECOMENDADA/ PEDIDO (Kg.)	PEDIOS / MES	PEDIDOS / AÑO
35X1100	1	2,435.000	3500	0.083	1
25X1100	2	1,172.000	3000	0.083	1
Bioal20X1175	1	2,944.060	2000	0.167	2
CATALYS	5	392.400	1300	0.167	2
Amarillo Proceso Lam	6	812.700	1100	0.5	6
25X0920	1	2,395.280	3000	0.083	1
20X0980	2	1,552.000	2000	0.167	2
Blanco Kraker	13	298.446	1100	0.4	5
25X0660	2	1,655.500	2000	0.167	2
Azul Proceso lam	8	282.488	500	0.5	6
Perl40X1100	2	749.500	2000	0.083	1
Blanco Termoresistente	1	2,691.000	600	0.5	6
45X1184	1	3,923.000	2500	0.167	2
Amarillo Intenso	6	456.167	600	0.5	6
Amarillo Superficie	7	357.286	550	0.5	6
Marron Kraker	7	292.571	700	0.333	4
Negro	11	216.491	650	0.4	5
30X1100	1	2,784.000	2000	0.167	2
Azul Proceso Superficie	8	159.750	450	0.333	4
Rojo Rubi	4	369.250	500	0.333	4
CAST25X0958	1	2,927.000	2000	0.167	2
Perl40X1200	1	1,013.000	1500	0.083	1

PRODUCTO	PEDIDOS ACTUALES / AÑO	KILOS ACTUALES/ PEDIDO	CANTIDAD RECOMENDADA/ PEDIDO (Kg.)	PEDIOS / MES	PEDIDOS / AÑO
Rojo Fuego	5	360.340	600	0.333	4
Verde	3	401.667	400	0.333	4
Azul Nabisco	4	218.275	375	0.25	3
20X0960	3	946.097	2000	0.167	2
Amarillo transparente	2	456.500	300	0.333	4
Blanco Europa	5	200.000	350	0.333	4
45X0960	1	2,565.000	1000	0.286	3
11Q4	1	4,125.000	500	1	12
Azul Claro	7	160.629	375	0.333	4
Cloruro de Metileno	3	175.000	700	0.083	1
Azul Oscuro	7	153.429	350	0.333	4
Marron 1385	7	136.000	425	0.25	3
Met25X1100	1	1,176.000	1500	0.083	1
Oxitol	3	504.667	500	0.333	4
Perl30X1140	1	1,040.000	500	0.333	4
Rojo Nabisco	6	144.783	350	0.286	3
35X1115	1	1,107.000	500	0.25	3
Blanco Nuevo Club Social	12	33.533	175	0.25	3
Extender	1	422.000	200	0.25	3
20X0995	1	420.260	500	0.083	1
FA020	1	1,375.000	1800	0.083	1

PRODUCTO	PEDIDOS ACTUALES / AÑO	KILOS ACTUALES/ PEDIDO	CANTIDAD RECOMENDADA/ PEDIDO (Kg.)	PEDIOS / MES	PEDIDOS / AÑO
Naranja	2	277.000	375	0.167	2
Met25X1085	1	1,117.000	500	0.25	3
Perl30X0900	1	1,186.000	500	0.25	3
Azul Intenso	4	51.000	273	0.083	1
Rojo Magenta	2	110.500	300	0.083	1
Violeta	1	160.400	220	0.083	1
Plata Superficial	2	69.500	200	0.083	1
Morado Uva Sorbeticos	2	82.500	110	0.167	2
Blanco Club Social	2	40.000	100	0.083	1
Rojo 186	4	13.500	80	0.083	1
Marron Aveni Brand	1	36.000	50	0.083	1
Dowapol	1	17.000	30	0.083	1

Anexo 10 Paper para la Selección de Sistemas de Almacenemiento

Selecting the right storage rack

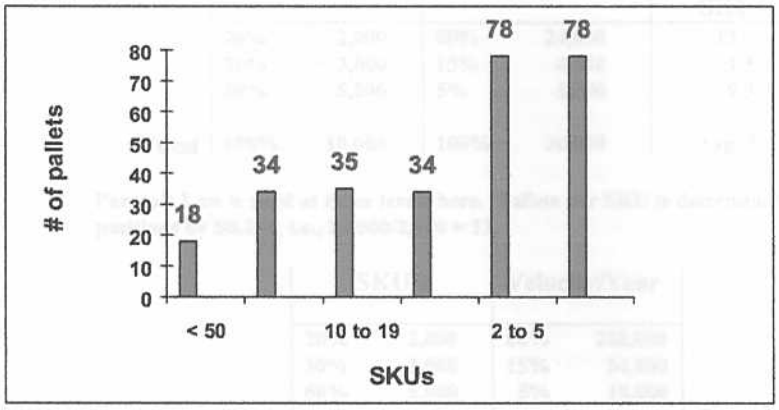
To do the job right, you have to start by analyzing your product mix. Here are guidelines to help you maximize storage efficiency and cut operating costs.

Storage racks are often selected on the basis of the velocity of the product being stored or by the type of lift equipment being used. Although both very important issue in the analytical process, it is only part of the selection process. In fact, by analyzing your product mix, you can maximize the efficiency of your storage systems and reduce the operational costs of your warehouse significantly.

GATHERING THE FACTS

Inventory Report

In order to properly analyze an operation for storage needs, an inventory report should be prepared showing the number of pallets per stockkeeping unit, or SKU. This report is a snapshot in time of an operation. Once the information has been gathered, the SKU's should be broken down into groups made up of ranges of pallets per stockkeeping unit (sku), see chart. Although there will be occasions when the stock levels will be higher or lower, do not be overly concerned since the groups are based on ranges of pallets per SKU. The goal is to select the storage medium based on the characteristics of the individual groups.



The first step in choosing the right storage medium is an inventory analysis. The analysis includes creating groupings of stock by their pallets/SKU requirements. The groupings used in this example are 0-10, 10-50, and 50-100 pallets/SKU. If an inventory report is not available, a Pareto analysis may be used, see Table I.

Product velocity is also critical in the selection of your storage medium. Analyzing both velocity and inventory will result in the best overall design.

The volume of pallet moves per hour will determine the lift equipment to be used. However, the selection of the storage product should not automatically be determined by the type of lift equipment. All too often, once the lift equipment is selected, the rack is specified without any further analysis.

It is easy to understand how this logic evolved. For years, there were only three types of rack; single selective, drive-in and double deep. With the advent of push-back and other forms of deep lane technology, the choices are numerous. Our belief is that you do not store fast movers the same way you

store slow movers. With a SKU velocity in hand, you can first select the appropriate lift equipment. Then, after analyzing the inventory report you can select the storage medium.

In addition, the velocity report will tell you if goods are shipped out in less than pallet-load quantities. You may then require a different type of storage medium than needed for pallet load quantities. Examples include case flow racks, decked rack, or shelving.

No Inventory Report?

In some cases product mix information is not available. However, you can use Pareto's Law to derive the levels of stock that should be on hand. All you need to know is the total number of pallets on hand, the number of SKU's, and the number of pallets or cases shipped out over a specified period of time such as a week, month, or year. Then use Pareto's Law, i.e., 20% of a factor accounts for 80% of the associated activity, the next 30% accounts for 15%, and the remaining 50% for the final 5%. See Table I for an example.

Table I
Using Pareto's Law for stock analysis

Assume your operation has 30,000 pallet positions in storage, 10,000 SKU's, and 12 turns of inventory per year. Using Pareto's Law percentages you get the following results:

	SKU's		Pallet Positions		Pallets per SKU
	20%	2,000	80%	24,000	12
	30%	3,000	15%	4,500	1.5
	50%	5,000	5%	1,500	0.3
Total	100%	10,000	100%	30,000	Avg. 3

Pareto's Law is used at three levels here. Pallets per SKU is determined by dividing pallet positions by SKU's, i.e., 24,000/2,000 = 12.

	SKU's		Velocity/Year		
	20%	2,000	80%	288,000	
	30%	3,000	15%	54,000	
	50%	5,000	5%	18,000	
Total	100%	10,000	100%	360,000	(12 turns x 30,000 positions)

The velocity numbers above can be used to determine the number of moves per hour by dividing the velocity per year by the number of work days per year, and divided again by the number of hours worked per day. Once the number of moves per hour are determined, the lift equipment can be selected.

Maximizing Storage Efficiency

With product mix analysis completed, you can start selecting the appropriate storage medium. However, there is still another issue that must be addressed. The appropriate storage efficiency has to be determined. Storage efficiency is defined as the percentage that your storage slots are full at any specific point in time. The higher the percentage, the fewer empty positions there are.

For example, if you have to store 10,000 pallets in your warehouse and have a storage efficiency of 75%, then you will need 10,000/.75 = 13,333 available storage positions in order to store the 10,000 pallets. As

the cost of the warehouse space increases, the efficiency of the storage system will become of greater concern. The ultimate goal is to increase efficiency as much as possible. A good rule of thumb is to have at least four slots, cells or bays dedicated to a SKU that you will get 87.5% storage efficiency no matter what type of rack is used.

For example, assume you utilize a double deep system for storing apples. If you dedicate four slots for your apples, you will have 8 pallets of apples (4 x 2 pallets deep). When you consider that the average number of empty slots of apples will be half the depth of one slot, or 1 of 2 deep, then the storage efficiency will be 7 pallet locations that will be full out of the total of the 8 locations or 87.5% dedicated for apples in a double deep rack system.

For a four deep, four high drive-in system, you will select the SKU's which have greater than 64 pallets (four high x four deep x four slots). This is precisely where users of drive-in racks get themselves in trouble. They sacrifice storage efficiency for storage density. In most cases, products are placed in this four deep, four high system that have less than 64 pallets, thereby decreasing the storage efficiency.

For example, assume that you dedicate two slots for the product going into this four deep, four high system. The storage system efficiency would be calculated as follows:

total pallets per SKU = 32		
avg. empty	**8**	**(half the depth of a bay or 16/2=8)**
storage efficiency	**75%**	**[24 pallets full ÷ (2 bays x 16 pallets per bay)]**

If this condition occurs in an existing facility, you will not be able to store all your product in the storage system. If a new building is planned, you would have to increase the size of the structure to accommodate the empty slots . More than likely, the warehouse manager will be forced to mix SKU's in the storage system in order to keep product off the floor, thus increasing handling costs. To increase storage efficiency, you will have to store product requiring at least 64 pallets per SKU, or convert to another type of storage system that allows for fewer pallets per SKU such as push-back.

The underlying premise is that once a slot is empty, it can be refilled with either more apples or another product. It is due to the individual nature of inventory fluctuations that you can base your total required inventory on an average. When apples are full and occupying all their slots, the oranges might be out of stock. Imagine the area required and the cost of hardware if you attempted to design a facility for the highest levels of inventory. Conversely if you size a warehouse for the lower inventory limits of the products, you will not be able to provide the storage space required when the inventory levels increase in the system.

Selecting the Storage Rack

Working from the four slots per SKU theory, you can use Table II to assist you in selecting the most efficient storage medium for your products. Determine the number of pallets per SKU for the groups of products you have, then use Table II to select the storage system. For comparison purposes, we have compared the selection of four slots per SKU versus three slots per SKU in this analysis.

This procedure is only the first leg in evaluating a system design. Cost of construction, labor and handling equipment should also be considered in the evaluation process. Table III provides some examples of the storage selection. The criteria are based on an assumption of four slots per SKU, to provide a storage efficiency of 87.5%.

Table II
Pallets per SKU required to utilize various types of rack

STORAGE RACK TYPE	4 SLOTS/ SKU	3 SLOTS/ SKU
SINGLE DEEP	4	3
DOUBLE DEEP	8	6
THREE DEEP PUSH-BACK	12	9
FOUR DEEP PUSH-BACK	16	12
FIVE DEEP PUSH-BACK	20	15
2 DEEP X 3 HIGH DRIVE-IN	24	18
2 DEEP X 4 HIGH DRIVE-IN	32	24
3 DEEP X 3 HIGH DRIVE-IN	36	27
3 DEEP X 4 HIGH DRIVE-IN	48	36
4 DEEP X 3 HIGH DRIVE-IN	48	36
4 DEEP X 4 HIGH DRIVE-IN	64	48
5 DEEP X 3 HIGH DRIVE-IN	60	45
5 DEEP X 4 HIGH DRIVE-IN	80	60
Storage efficiency	*87.5%*	*83.3%*

Storage efficiency is based on the premise that the average number of empty storage slots for an SKU will be half the depth of one slot. For a double-deep pallet rack having four storage slots per SKU, for example, 7 out of the total 8 pallet locations will be full. Thus, the storage efficiency will be 7/8 = 0.875. If there are only three storage slots, however, then 5 out of the total of 6 pallet locations will be full, and the efficiency will only be 5/6 = 0.833.

Table III
Selecting Storage Equipment

PALLETS	SKU's	PALLETS / SKU	RACK TYPE (from Table II)
A. 10,000	200	50	3 Deep, 4 High or 4 Deep 3 High Drive-in
B. 5,000	300	16.7	4 Deep Push-back
C. 1,000	125	8	Double deep

A. 3 Deep, 4 High drive-in

B. 4 Deep push-back

C. Double-deep

Situations A, B, and C illustrate three different examples of storage operation. The number of pallets per SKU is obtained by dividing the total number of pallets by the number of SKU's. Using the pallets / SKU value, the appropriate type of rack can be selected from Table II.

Universidad Católica Andrés Bello
BIBLIOTECA
Caracas