

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
Facultad de Ingeniería

Desarrollo y evaluación de alternativas para la  
reducción de los costos en el manejo de cajas  
para una empresa de producción y distribución  
de productos de consumo masivo.



Trabajo de graduación presentado por  
Paul Herbert Fleischer Kepfer  
para optar al grado académico de  
Licenciado en Ingeniería Industrial

Guatemala  
2007



Desarrollo y evaluación de alternativas para la  
reducción de los costos en el manejo de cajas  
para una empresa de producción y distribución  
de productos de consumo masivo.

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
Facultad de Ingeniería

Desarrollo y evaluación de alternativas para la  
reducción de los costos en el manejo de cajas  
para una empresa de producción y distribución  
de productos de consumo masivo.

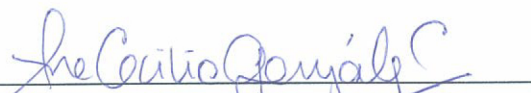
Trabajo de graduación presentado por  
Paul Herbert Fleischer Kepfer  
para optar al grado académico de  
Licenciado en Ingeniería Industrial

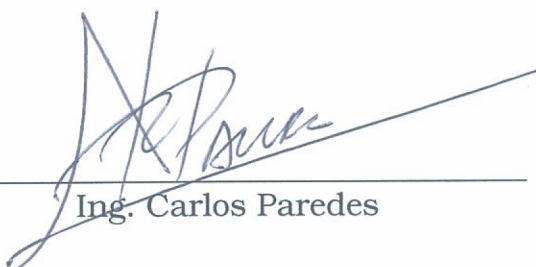
Guatemala  
2007

Vo. Bo.:

(f)   
Ing. Ana Cecilia González

Tribunal Examinador:

(f)   
Ing. Ana Cecilia González

(f)   
Ing. Carlos Paredes

(f)   
Ing. Patricia Castellanos

Fecha de aprobación: Guatemala, 21 de febrero de 2007.

*Agradezco especialmente a...*

*...todo el personal docente de la  
Universidad del Valle de Guatemala por  
haber esculpido a este profesional.*

*...Ing. Ana Cecilia González por su infinita  
paciencia y colaboración para completar el  
presente informe.*

*...mi familia por ser mi ánimo e inspiración  
a seguir adelante.*

## PREFACIO

La problemática del gasto ataca a toda empresa hoy en día. Encontrar la manera de reducir el gasto con el objetivo de optimizar los flujos de caja presenta un reto atractivo para nosotros los Ingenieros. Enfocar la atención hacia áreas de oportunidad y desarrollar estrategias y procesos para optimizar el uso de los recursos es nuestro día a día; tal oportunidad se me ha presentado y heme aquí compartiendo los resultados.

Por cuestiones obvias, la identidad de la empresa, inspiración de este informe, es confidencial para el lector. Algunos datos, que fueron entregados para el estudio, han sido modificados con el objeto de mantener la información íntima de la empresa en secreto; vale mencionar que ésta muestra las mismas tendencias que se viven en la realidad.

La falta de información no se hizo evidente y se ha incluido toda la que se considera pertinente al caso. Se agradece infinitamente a las personas que colaboraron conmigo brindándome amablemente de su tiempo y, más importante, su paciencia y conocimiento; al personal de Logística, Ventas y Manufactura. Se espera lograr la satisfacción completa de las expectativas del lector y que la información plasmada en las próximas páginas sea empleada para el beneficio propio y demás amigos, colegas y colaboradores. Sin más que aclarar lo dejo encaminado en lo que espero sea una lectura agradable e informativa.

# ÍNDICE

	Página
PREFACIO	v
SINOPSIS	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
A. EMBALAJES DE TRANSPORTE	3
1. Generalidades	3
2. Embalajes	3
3. Cargas paletizadas	12
III. ESTADO ACTUAL	14
A. DISEÑO Y ESPECIFICACIONES DE LAS CAJAS	14
1. Caja Grande	14
2. Caja Pequeña	16
B. CICLO DEL CARTÓN A TRAVÉS DE TODA LA OPERACIÓN DE PRODUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN Y RECOLECCIÓN	18
1. Bodega de Materias Primas (BMP)	18
2. Planta	19
3. Bodega de Producto Terminado (BPT)	21
4. Sucursales	22
5. Diagrama de flujo del ciclo del cartón	25
C. DESCRIPCIÓN DE LA VENTA	25
D. INDICADORES Y DATOS HISTÓRICOS	26
1. Adquisición del cartón	26
2. Precio del cartón	26
3. Gasto en cartón	26
4. Producción en cajas de cartón	27
5. Retorno de cajas del mercado	28
6. Clasificación de las cajas inservibles	29

7. KPIs (Key Performance Indicators)	30
E. PROGRAMA DE RECOLECCIÓN DEL CARTÓN	30
1. Incentivos	30
IV. EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL	32
A. DISEÑO Y ESPECIFICACIONES DE LAS CAJAS	32
1. Impresión	32
B. IDENTIFICACION DE PUNTOS CRÍTICOS EN EL CICLO DEL CARTÓN EN DONDE LA CAJA SUFRE DAÑOS	33
1. Diagrama de flujo identificando los puntos críticos en donde el cartón se daña (en color naranja)	33
2. Bodega de Materias Primas (BMP)	34
3. Planta	34
4. Bodega de Producto Terminado	35
5. Sucursales	36
C. INDICADORES Y DATOS HISTÓRICOS	38
1. Análisis de Sensibilidad	38
V. DESARROLLO DE ALTERNATIVAS	40
A. DISEÑO Y ESPECIFICACIONES DE LAS CAJAS	40
1. Impresión y troquelado	40
B. MEJORAS SUGERIDAS PARA EL CICLO DEL CARTÓN	41
1. Bodega de Materias Primas (BMP)	41
2. Planta	41
3. Bodega de Producto Terminado (BPT)	42
4. Sucursales	43
C. INDICADORES Y DATOS HISTÓRICOS	44
1. Precio de Compra	44
2. Porcentaje de Retorno	44
VI. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DESARROLLADAS	50
A. DISEÑO Y ESPECIFICACIONES DE LAS CAJAS	50
2. Impresión y troquelado	50

B. MEJORAS SUGERIDAS PARA EL CICLO DEL CARTÓN	50
5. Bodega de Materias Primas (BMP)	50
6. Planta	50
7. Bodega de Producto Terminado (BPT)	51
8. Sucursales	52
C. INDICADORES Y DATOS HISTÓRICOS	52
3. Precio de Compra	52
4. Porcentaje de Retorno	53
VII. IMPACTO ECONÓMICO	57
A. REPRESENTACIÓN DEL AHORRO	57
B. RECOMENDACIÓN DEL CRONOGRAMA DE INVERSIÓN	57
VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
A. CONCLUSIONES	59
B. RECOMENDACIONES	59
REFERENCIAS	61

#### LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Diagrama de operaciones para la fabricación de cartón	8
2. Caja Grande. Ficha de especificaciones	14
3. Diseño de impresión	15
4. Caja Pequeña. Ficha de especificaciones	16
5. Diseño de impresión	17
6. Diagrama de flujo del ciclo del cartón	25
7. Volumen de Adquisición	26
8. Precio del cartón	26
9. Gasto total en cartón	27
10. Consumo total de cajas	27

11. Porcentaje de retorno de las cajas	28
12. Porcentaje de retorno de cartón por sucursal (2006)	28
13. Porcentaje de las cajas recuperadas que son inservibles	29
14. Distribución de las causas por las que se rechazaron las cajas	29
15. Rotación mensual y total anual (2006)	30
16. Ciclo del cartón a través de toda la operación	33
17. Análisis de sensibilidad	38
18. Diseño de impresión. Caja grande	40
19. Diseño de impresión. Caja pequeña	41
20. Porcentajes de cajas recuperadas	44
21. Alternativas para aumentar la recuperación del cartón	48
22. Cotización de paletas	50
23. Paletas recicladas	51
24. Calificación de Alternativas para aumentar la recuperación del cartón	53
25. Resultados	56

#### LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustraciones	Página
1. Cartón corrugado	4
2. Embalajes de cartón corrugado	9
3. Ciclo del cartón a través de la operación de producción	18
4. Diseño y especificaciones de las cajas	32
5. Bodega de materias primas	34
6. Bodega de producto terminado	36

## SINOPSIS

Un problema se evidencia en una empresa productora y distribuidora de productos de consumo masivo. La cantidad que se gasta en la compra de cajas de cartón es muy alta y la tendencia es que continúe subiendo si no se hace algo al respecto. Este informe centra su atención hacia la reducción del gasto en cajas.

Únicamente se recupera aproximadamente el 60% de la cantidad de cartón que se emplea. De la cantidad recuperada, aproximadamente el 21% no sirve para ser reutilizada ya sea porque está húmeda, está rota, ya no tiene resistencia o está contaminada.

Un análisis del ciclo del cartón a través de toda la operación de la empresa reveló ciertos puntos críticos en donde el cartón sufre daños. Estos puntos se identificaron y se han propuesto alternativas para reducir y hasta eliminar los daños que sufren las cajas en cada uno de estos puntos. Las recomendaciones van desde compra e implementación de paletas hechas a la medida hasta el rediseño de la misma caja.

Se determinó que el gasto es básicamente sensible a dos factores: al precio del cartón y al porcentaje de cajas que se recuperan del mercado. El precio del cartón puede ser modificado únicamente si se le altera la calidad del mismo. Para aumentar el porcentaje de retorno del mercado y fortalecer el compromiso de la fuerza de ventas por retornar la mayor cantidad de cartón que sea posible, se ha diseñado una campaña motivacional con incentivos tanto psicológicos como materiales.

## I. INTRODUCCIÓN

En muchos países de la región se tiene la errónea concepción que los empaques y cajas de cartón son desechables, que una vez utilizado para su propósito inicial, éste ya no sirve y comúnmente se desecha o se usa para algo secundario. Esta idea está presente a todo alrededor; en los clientes, en el consumidor y en el personal que no está informado sobre el impacto que tiene en el costo total de un producto y en la conservación del medio ambiente; no se tiene una conciencia de reciclaje y tampoco hay un compromiso con el medio ambiente.

La eficiencia en cuanto a la recuperación del cartón es medida a través de un KPI, indicador clave de rendimiento por sus siglas en inglés, en Índice de Rotación; este indicador nos da el valor promedio que una caja es utilizada antes de ser desechada y enviada a reciclaje. Hay países en Latinoamérica en donde hay empresas productoras y distribuidoras de productos de consumo masivo que tienen índices de rotación superiores a 6. Existe un área de oportunidad bastante atractiva en una empresa local en donde se tiene un índice de rotación de apenas 2.11 que está descendiendo progresivamente.

El gasto que se efectúa mes a mes para la compra de cartón está creciendo de forma alarmante; si se mantiene la tendencia en menos de tres años se habrá duplicado. Se realizó un análisis del ciclo completo del cartón desde que llega nuevo a la Bodega de Materias Primas hasta que retorna a la Bodega de Materias Primas luego de haber sido seleccionado para su reutilización. En el análisis se evidenció puntos en donde la caja sufre daños, mecánicos principalmente. Para cada situación particular se desarrolló una solución de manera que se reduzca o desaparezca el daño a la caja.

De todas las cajas recuperadas del mercado, 60% aproximadamente, el 21% es inservible ya que presenta daños irreparables o está contaminada; las cajas que presentan daños irreparables constituyen más del 60% de todas las cajas que son inservibles. Por daños irreparables entendemos principalmente roturas y falta de resistencia, daños mecánicos por la forma de manejo de la caja.

A través de un análisis de sensibilidad se descubre que el gasto es sensible principalmente a dos elementos: al porcentaje de retorno de caja del mercado y al precio al que se compra la caja. Para incrementar el porcentaje de retorno se ha recomendado una campaña motivacional para la fuerza de ventas que cuanta con incentivos psicológicos, reconocimiento y alcance de metas, así como incentivos materiales. Se recomienda efectuar un par de pruebas piloto para determinar si variando el precio del cartón se logra percibir algún tipo de ahorro; ya que con una variante en el precio se obtiene una variante en la calidad que generalmente presenta una relación directa.

Fue necesaria la investigación de los tipos de embalaje y específicamente se profundizó en las cajas de cartón y su fabricación. Se incluye información pertinente a cargas paletizadas y en qué forma pueden ser cargadas las cajas sobre una paleta y las ventajas y desventajas de las variantes que se puedan presentar.

## II. MARCO TEÓRICO

### A. EMBALAJES DE TRANSPORTE

#### 1. Generalidades

##### a. Funciones

- 1) Reagrupamiento de preembalajes.
- 2) Protección de la mercadería contenida.
- 3) Simplificación de la manipulación.
- 4) Facilidad de carga.
- 5) Soporte de información.

##### b. Se puede dividir en dos grandes familias

##### 1) Embalajes

- a) Cajas y bandejas de cartón.
- b) Fardos.
- c) Cajas y bandejas de madera.
- d) Cajas y bandejas de plástico.

##### 2) Cargas paletizadas

#### 2. Embalajes

##### a. Embalajes de cartón corrugado u ondulado

1) Historia. La caja de cartón corrugado es el embalaje de transporte secundario mas empleado a nivel mundial. Los primeros patentes para la elaboración de papel corrugado fueron registrados en Inglaterra en 1856. El primero en utilizar una caja de cartón corrugado de doble cara fue un productor de cereales en 1903. Para finales de la Primera Guerra Mundial aproximadamente el 20 por ciento de cajas eran de cartón y el 80 por ciento eran de madera. A finales de la Segunda Guerra Mundial esta relación se había revertido y el 80 por ciento de los embarques se estaban realizando en cajas de cartón. En el transcurso de los años el uso de las cajas de cartón se ha ido incrementando y a la fecha más del 95 por ciento de los embarques son realizados en cajas de cartón.

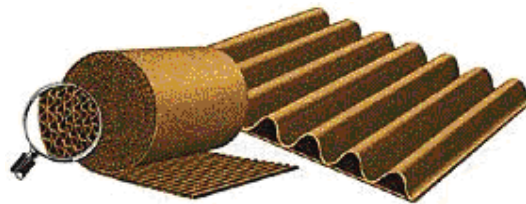
2) Definición. El cartón corrugado consiste en una o varias hojas de papel acanalado pegados sobre una o varias hojas de papel plano. Las hojas planas o exteriores se denominan coberturas o liners, las hojas planas interiores medianas y las hojas acanaladas acanaladuras, ondas o flautas.

Ilustraciones 1. Cartón corrugado



Las principales clasificaciones de cartón corrugado son las siguientes:

a) De una cara.



b) De doble cara.



c) De doble doble cara o doble acanaladura.



d) De triple acanaladura.



La selección del tipo de cartón depende del uso que se quiera dar. A mayor cantidad de acanaladuras se incrementa la resistencia del cartón a los daños mecánicos. El tipo de cartón más empleado a nivel mundial (más del 90 por ciento) es el de doble cara.

3) Características. Existen cuatro tipos de flautas industriales en dependencia del espesor de cartón corrugado, al paso de la flauta y la altura de la flauta.

a) Gran acanaladura (tipo A)

Altura aproximada de 4.75mm.

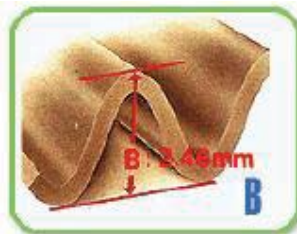
37 flautas por pie lineal (aprox.).



b) Pequeña acanaladura (tipo B)

Altura aproximada de 2.46mm.

51 flautas por pie lineal (aprox.).



c) Mediana acanaladura (tipo C)

Altura aproximada de 3.53mm.

42 flautas por pie lineal (aprox.).



d) Microacanaladura (tipo E)

Altura menor a 2.00mm.

96 flautas por pie lineal (aprox.).

#### 4) Componentes del cartón corrugado

##### a) Coberturas y medianas

Principalmente se separa en tres familias:

- Kraft-liner

Es el papel con mayor resistencia mecánica. Este tipo de papel se caracteriza por estar hecho de pasta nueva de coníferas, con un 10 a 20% de pasta de recuperación de buena calidad; estos papeles pueden blanquearse.

- Test-liner

Posee una resistencia mecánica menor que el Kraft-liner, ya que está constituido en parte por fibra reciclada. Papel de superficie irregular, su uso es ideal cuando no existen mayores requerimientos de impresión. Se trata de un papel más económico en comparación con los papeles Kraft-liner de similar gramaje.

- Coberturas ordinarias

También denominadas shrenz, boletín, pardo, mancha, alquitrán o gris y se obtienen exclusivamente a partir de pasta de recuperación.

##### b) Papeles de acanaladura

Se distinguen especialmente tres familias:

- Standard o wellensoft

La pasta a base de papel de recuperación se somete a tratamiento durante la fabricación del papel con lo que se consiguen más prestaciones.

- Semiquímica

Contiene más del 50 por ciento de pasta semiquímica nueva, lo cual le brinda mejores valores físico-mecánicos.

- Ordinario

Esta pasta de basa en papel de recuperación, sin reforzar la calidad del papel con la adición de otros productos.

##### c) Colas

Las colas empleadas son de tipo acuoso, en la actualidad se basan casi exclusivamente en el almidón, al que se le puede incorporar un fungicida. En los cartones denominados resistentes a la humedad se le añaden resinas a la cola.

#### 5) Proceso de manufactura de las cajas de cartón

a) En dependencia de las especificaciones del cliente se selecciona papel que será empleado para la fabricación del cartón. El papel se maneja en grandes bobinas que pueden llegar a superar las dos toneladas.

b) Las bobinas son alimentadas a una línea de corrugado.

c) En la línea, el primer paso es precalentar y humedecer con vapor el papel de acanaladura. Esto ablanda los elementos del papel haciéndolo más fácil de moldear en flautas.

d) Posteriormente el papel se pasa a través de unos rodillos corrugadores. Estos rodillos consisten en dos cilindros dentados que coinciden como engranajes por donde se hace pasar el papel en medio dándole la forma de flautas. Estos rodillos cambian de tamaño en dependencia del tamaño de flauta que se desee fabricar.

e) Al salir de los corrugadores, se le aplica el adhesivo en cantidades precisas a las puntas de las ondas de un lado del papel ya corrugado y se le adhiere el papel de la cobertura, formando el cartón de una cara. Para fabricar el cartón de doble cara se le aplica cola a las puntas del lado expuesto de las flautas y se le adhiere otro papel de cobertura. El proceso se repite para fabricar cartón de doble o triple cara.

f) Una vez se haya formado el cartón deseado éste se hace pasar sobre planchas calientes para asegurar el secado de la cola. En esta etapa el cartón está tan rígido que es imposible volver a enrollarlo en bobinas.

g) Posteriormente la plancha de cartón es cortada a las dimensiones de las cajas que se deseen. En paralelo con los cortes dimensionados se les hacen las marcas a las planchas en los lugares en donde se doblará para la formación de la caja.

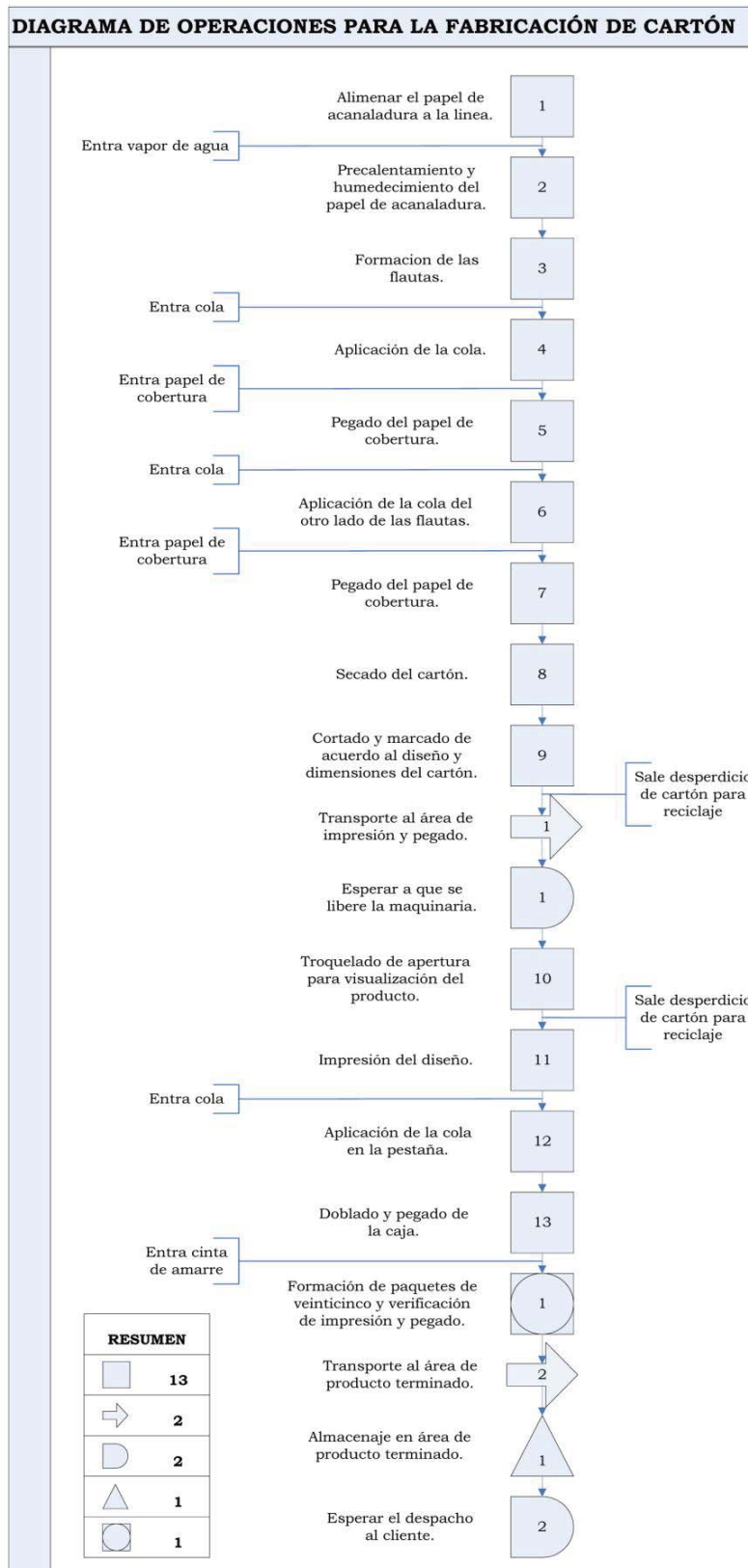
h) Todo lo descrito anteriormente es un proceso continuo. La maquinaria completamente automatizada genera grupos de veinticinco planchas las cuales son paletizadas manualmente para pasar al área de impresión y pegado de la caja.

i) Las tarimas de planchas deben esperar su turno en la siguiente máquina. Aquí primero se le troquela la apertura para visualización del producto; luego se le imprime el diseño; después se aplica la cola a la pestaña para finalmente doblar la caja y quede pegada.

j) Una vez dobladas y pegadas, las cajas son manualmente amarradas en paquetes de veinticinco listas para despachadas a los clientes.

6) Diagrama de operaciones para la fabricación de cartón

Cuadro 1. Diagrama de operaciones



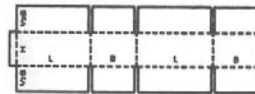
7) Papel de los componentes. Las coberturas aportan al embalaje la resistencia a las agresiones mecánicas, climáticas, etc., por su rigidez a la flexión, la resistencia a la explosión al desgarramiento y al agavillado. La cobertura exterior actúa también como soporte para la impresión.

La acanaladura le da el espesor al corrugado, incrementa la rigidez-flexión, asegura una relativa elasticidad al aplastamiento en plano y a los choques (amortiguador) y también participa en la resistencia a la compresión de canto, de forma que cada acanaladura puede ser considerada como si fuera una columna. Normalmente la dirección de la acanaladura en una caja es vertical, a manera de brindar la máxima resistencia a la estiba. En ocasiones se utiliza la acanaladura de forma horizontal para que la caja resista el impacto cuando esta diseñada para viajar por rampas y bandas; cuando sufre de impactos laterales.

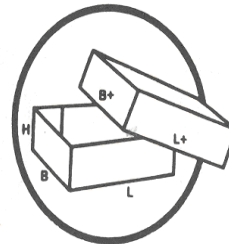
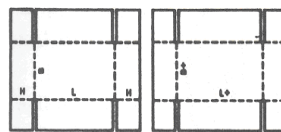
8) Embalajes de cartón corrugado. El código FEFCO-ASSCO (Federación Europea de los Fabricantes de Cartón Ondulado: FEFCO – Asociación Europea de los Fabricantes de Cajas de Cartón Compacto: ASSCO) definió las formas de embalaje de cartón y los acondicionamientos interiores. La clasificación comprende siete grupos, de referencias 02 a 09, descritas a continuación:

#### Ilustraciones 2. Embalajes de cartón corrugado

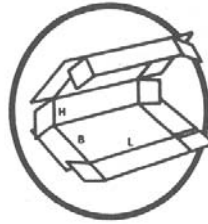
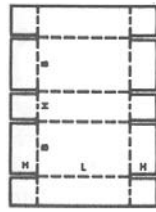
##### a) Cajas de solapa (02)



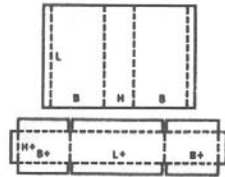
##### b) Cajas telescópicas (03)



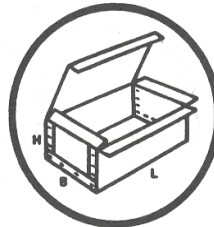
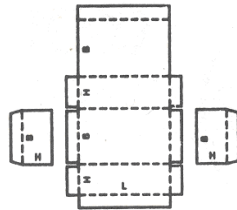
## c) Tapas plegables (04)



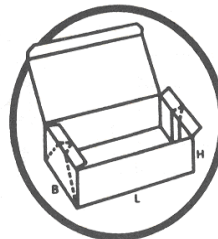
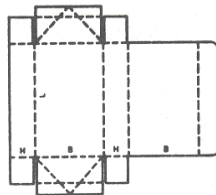
## d) Cajas correderas (05)



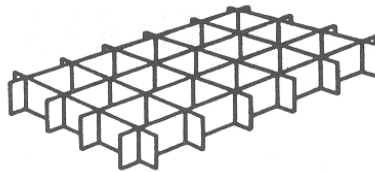
## e) Cajas rígidas (06)



## f) Cajas pegadas listas para su empleo (07)



## g) Acondicionamiento interior (09)



9) Fardos. El fardo es un reagrupamiento de varias parejas bajo una hoja o película con objeto de constituir una unidad de manipulación. Ya que este informe se centra en las cajas de cartón corrugado, los demás tipos de embalaje serán descritos de una manera más superficial.

a) Fardos de papel. Fue la primer forma de reagrupamiento de preembalajes, éste método es utilizado cada vez menos ya que no protege bien

los productos. Para que sea funcional el producto debe ser autosoportador y de poco valor. Consisten esencialmente en una hoja, generalmente de papel kraft, que esta plegada alrededor de los preembalajes y los envuelve totalmente.

b) Fardos de plástico. Estos pueden estar fabricados con películas retractiles o estirables. Cuando se emplean películas retractiles el proceso consiste en envolver el conjunto de preembalajes en la película, luego se pasa por un horno para que la película se retraiga alrededor de los productos y finalmente se enfría para que la película retráctil alcance las dimensiones estables. Las películas estirables generalmente son empleadas para embalajes perimétricos y no forma una envoltura completa. En ambos casos la fuerza de mantenimiento evoluciona con el tiempo, y tras 48 horas ya alcanza la estabilidad.

c) Fardos de materiales compuestos. Estos fardos están constituidos por una o varias bandejas de cartón y una película de plástico. Las bandejas de cartón asegura el mantenimiento del bloque evitando los movimientos de los preembalajes y la película plástica asegura la cohesión del conjunto.

10) Embalajes de madera. Este tipo de embalaje es de los más antiguos. Se presenta en una amplia gama de formas y tamaños.

a) Principales características de resistencia

- Poco sensible a las condiciones climáticas y a la humedad en particular.
- Resistente a tensiones mecánicas.
- Están adaptadas tanto a la fabricación de paredes planas (protección contra la intemperie) como a la de paredes con grandes claraboyas (ventilación del producto interior).

11) Cajas de plástico. Tienen las mismas ventajas que las de madera, con mayor resistencia a la compresión y una mayor estabilidad de las pilas de gran altura obtenidas por especificaciones de diseño. Su elevado precio, su resistencia e inestabilidad a las agresiones con el tiempo las hacen ser aptas para ser reutilizables y muy rentables económicamente, aunque ello implica un buen control del circuito de distribución. Con mucha frecuencia, estos embalajes se utilizan en un circuito integrado, ya que en un circuito no sometido a control, los costos de recuperación las pérdidas y el reducido número de rotaciones hacen que el costo del embalaje sea elevado. Los

materiales empleados son esencialmente polietileno, polipropileno, poliestireno y policloruro de vinilo.

12) Prestaciones de los embalajes. Los distintos tipos de embalajes presentados deben ser resistentes a las tensiones de origen climático y mecánico que se presentan inevitablemente en el transporte de productos.

a) Tensiones físicas que implican

- Resistencia frente a las aceleraciones.
- Resistencia frente a las vibraciones.
- Resistencia frente a la compresión.
- Resistencia frente a la perforación.
- Resistencia frente a la flexión localizada.
- Un poder abrasivo bajo.

b) Tensiones de origen climático

- Temperatura
- Humedad

3. Cargas paletizadas. Una carga paletizada representa un conjunto conformado por una paleta sobre la cual se apilan los embalajes, así como los medios de cohesión utilizados para hacer el conjunto homogéneo. El objetivo por el cual se emplean estos conjuntos es para facilitar la carga y descarga y reduce los costos de manejo.

a. La paleta. En la actualidad se utilizan de madera, cartón alveolar, aglomerado y plástico, sin que existan para estos productos especificaciones generales. Estas especificaciones, cuando existen, son usualmente un conjunto de parámetros acordados entre el suministrador y el usuario. No existen parámetros dimensionales obligatorios, sin embargo existen dos dimensiones en las que coinciden la mayoría de usuarios: 0.8m X 1.2m y 1.0m X 1.2m.

b. Forma de realizar la carga. Se realiza de acuerdo a un esquema denominado de paletización, que describe la manera de la disposición de los embalajes por capas y el número de éstas. Los embalajes pueden estar superpuestos o cruzados.

c. Firmeza de la carga. Para una carga paletizada, existen tensiones dinámicas asociadas a las vibraciones y los choques. Estas tensiones consumen a dos tipos de desplazamiento que se evalúan en función de la superficie de la paleta; estos son el deslizamiento y el vuelo.

El deslizamiento está asociado a las tensiones de vibraciones y el vuelo depende mucho más de los choques, pero se sabe que ambos tipos de tensiones influyen sobre ambos tipos de desplazamiento. Ambos varían con el peso de la carga, el coeficiente de deslizamiento de los embalajes y de la forma de ordenamiento. Existen muchos medios para limitar dichos deslizamientos:

1) Ligaduras (plásticas o metálicas). Se utilizan para parejas producto-embalaje con una buena resistencia a la compresión vertical; el procedimiento consiste en la aplicación de una fuerza vertical aumentando así la fricción entre los niveles de embalajes. Este tipo de medio se utiliza comúnmente para el transporte de frutas y verduras.

2) Pegamentos de paletización. Su modo de acción es la creación de fuerzas de cohesión entre los embalajes y su eficacia depende de la cohesión que se logre alcanzar entre los embalajes. Existen dos tipos de pegamentos: pegamentos en frío y pegamentos en caliente.

3) Películas (retractiles o estirables). El procedimiento para el empleo de este tipo de medio es exacto al descrito para los fardos con este tipo de películas. Al igual que para los fardos, las películas se estabilizan luego de 48 horas por lo que existe la posibilidad que se pueda desplazar la carga antes que se estabilice.

### III. ESTADO ACTUAL

#### A. DISEÑO Y ESPECIFICACIONES DE LAS CAJAS

##### 1. Caja grande

##### a. Ficha de especificaciones

Cuadro 2. Caja grande. Ficha de especificaciones

		ESPECIFICACIONES DE PRODUCTO	
CÓDIGO DEL PRODUCTO:		FECHA ELABORACIÓN:	
INFORMACIÓN GENERAL			
Nombre del cliente:			
Nombre del producto:			
Tipo de papel:	Kraft Externo - Kraft Interno		
Test:	150		
Tipo de flauta:	C		
Peso de la caja (grs)	531.349	Mínimo	
BCT (kg)	218	Mínimo	
Calibre (plg) mínimo:	152		
Tipo de caja:	Regular y troquel parcial		
Adhesivo en cierre	PVA		
ECT (Lbs/pulg) mínimo	26		
Colores de impresión	Verde GCM1 24		
	-----		
	-----		
	-----		
INFORMACIÓN DE MEDIDAS			
Largo:	490.0	Gapp superior	0.0
Ancho:	330.0	Gapp inferior	0.0
Alto:	320.0	Chapetón:	32.0
Nota: La tolerancia en las dimensiones es de +/- 2 mm.			
PLANO ESTRUCTURAL			

b. Diseño de impresión

Cuadro 3. Diseño de impresión

DISEÑO DE IMPRESIÓN			
<p>RETORNA ESTA CAJA AL VENDEDOR</p> <p>SALVEMOS ARBOLES!</p>	<p>LOGO</p> <p>LOGO</p>		<p>Cuidado Mucho Cuidado</p>
INFORMACION GENERAL DEL EMPAQUE		APROBACION DEL DISEÑO	
<p>Nombre del Paquete:</p> <p>Cliete:</p> <p>Medidas: 490 mm 330mm 320mm Código: P01011</p> <p>Papel: Kraft Externo y Kraft Interno</p>	<p>Gap Sup: 0 Testape Superior: 0</p> <p>Inferior: 0 Interior: 0</p> <p>Test: 150 C</p> <p>Código UPC:</p> <p>Código DUN14: NA</p> <p>Fotopolímero: 450 plg2 Magnificación: 0 %</p> <p>Colores: VERDE 24 GCM I X</p>	<p>Fecha: Diseñado:</p> <p>Ejecutivo:</p> <p>Nota: Los tonos del color de este diseño No corresponden exactamente al tono de color de su pedido.</p> <p>Visto Bueno del Client Aprobación Ejecutivo de Ventas</p>	

## 2. Caja pequeña

## a. Ficha de especificaciones

Cuadro 4. Caja pequeña. Ficha de especificaciones

ESPECIFICACIONES DE PRODUCTO			
CÓDIGO DEL PRODUCTO:		FECHA ELABORACIÓN:	
INFORMACIÓN GENERAL			
Nombre del cliente:			
Nombre del producto:			
Tipo de papel:	Kraft Externo - Kraft Interno		
Test:	150		
Tipo de flauta:	C		
Peso de la caja (grs)	400.183	Mínimo	
BCT (kg)	218	Mínimo	
Calibre (plg) mínimo:	152		
Tipo de caja:	Regular y troquel parcial		
Adhesivo en cierre	PVA		
ECT (Lbs/pulg) mínimo	26		
Colores de impresión	Verde GCM1 24		
	-----		
	-----		
	-----		
INFORMACIÓN DE MEDIDAS			
Largo:	490.0	Gapp superior	0.0
Ancho:	330.0	Gapp inferior	0.0
Alto:	160.0	Chapetón:	27.0
Nota: La tolerancia en las dimensiones es de +/- 2 mm.			
PLANO ESTRUCTURAL			

b. Diseño de impresión

Cuadro 5. Diseño de impresión

DISEÑO DE IMPRESIÓN			
	02-8		
INFORMACION GENERAL DEL EMPAQUE		APROBACION DEL DISEÑO	
Nombre del Paquete: Cliente: Medidas: 490 mm 330mm 160mm Código: P01012 Papel: Kraft Externo y Kraft Interno	Gap Sup: 0 Inferior: 0 Test: 150 C Código UPC: Código DUN14: N/A Fotopolímero: 320 plg2 Colores: VERDE 24 GCMI IX	Traslape Superior: 0 Inferior: 0 Magnificación: 0 %	Fecha: Diseñado: Ejecutivo: Nota: Los tonos del color de este diseño No corresponden exactamente al tono de color de su pedido. Visto Bueno del Client: _____ Aprobación Ejecutivo de Ventas

## B. CICLO DEL CARTÓN A TRAVÉS DE TODA LA OPERACIÓN DE PRODUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN Y RECOLECCIÓN

### 1. Bodega de Materias Primas (BMP)

#### a. Recepción del cartón

1) El cartón arriba a las instalaciones en camiones. Se maneja en paquetes de veinticinco cajas los cuales van dentro del camión a manera de aprovechar al máximo el espacio dentro del mismo.

Ilustraciones 3. Ciclo del cartón a través de la operación de producción



2) La descarga del camión se realiza manualmente y se paletiza a manera de formar tarimas de mil cajas cada una. En el paletizado se invierte el orden de los paquetes en cada piso para que se entrelacen dándole más estabilidad a la carga.



#### b. Almacenamiento en la BMP

1) Cuando la paleta está completa (mil cajas), ésta se envuelve con una película plástica. El motivo por el cual se envuelve la paleta es para proteger las cajas de la humedad y otros contaminantes potenciales; otro motivo por el cual se le envuelve en la película plástica es para darle mayor rigidez a la paleta y cajas evitando así que se caigan al transportarlas y brindan un mejor soporte a la hora de estibar las paletas.



2) Una vez envuelta la paleta ésta es almacenada en la BMP. Con la ayuda de montacargas, las paletas se estiban unas sobre otras hasta un máximo de tres niveles.



3) El cartón permanece en la BMP hasta que se realiza una requisición por parte del personal de la Planta. Las paletas son cargadas nuevamente en un camión y son transportadas hacia los andenes de carga y descarga de Planta. La requisición no se realiza en el momento que ya se han agotado las cajas en Planta; dentro de Planta se mantiene un pequeño inventario de cajas a manera de mantener un suministro continuo hacia los diferentes puntos de empaque.

## 2. Planta

### a. Almacenamiento temporal

1) Como se menciona anteriormente, en Planta se cuenta con un inventario de cajas. Este inventario se mantiene en un área destinada específicamente para las cajas. El área es fresca y está alejada de los procesos productivos a manera de evitar que se contaminen tanto los productos como las cajas. Es de aquí de donde se surten los puntos de empaque de toda la planta.



b. Transporte dentro de la planta. Para el transporte dentro de Planta se utilizan Pallet-Trucks o *mulas* como se les denomina comúnmente. Hay personal designado específicamente para el abastecimiento de cajas a los centros de empaque.



c. Estaciones de empaque. Próximo a las estaciones de empaque se colocan las paletas con las cajas y cada empacador acude a la paleta a surtirse de cajas; es una especie de autoservicio. En la estación de cada empacador hay una mesa diseñada para que el mismo empacador tenga un pequeño inventario de cajas y a la vez le sirve de soporte para el ensamblado y llenado de las cajas.



d. Llenado y paletizado

1) Las cajas se llenan de muchas formas variadas. El orden y cantidad de unidades de producto que se arreglan dentro de una caja varía en dependencia del tipo de producto, el tamaño del empaque primario, el tamaño de la caja que se esté utilizando, especificaciones del departamento de ventas, etc.

2) Una vez se haya llenado la caja con la cantidad y el orden especificado ésta se coloca por el empacador sobre una paleta. El esquema de paletizado permite siete cajas por nivel indiferentemente si hablamos de la caja pequeña o de la caja grande ya que sus dimensiones de planta son exactas. El esquema de paletizado se realiza a manera que cada nivel se ordena de manera invertida al anterior; esto permite que las cajas se entrelacen brindando mayor estabilidad a la carga.

e. Transporte hacia la Bodega de Producto Terminado (BPT). Una vez una paleta está completamente cargada se le denomina tarima. Las tarimas completas son transportadas en mulas desde el área de empaque hacia los andenes de carga y descarga en donde son cargados a un camión para ser transportadas hacia la BPT. Una vez esté lleno el camión, éste se dirige hacia BPT en donde se descargan las tarimas.

3. Bodega de Producto Terminado (BPT). En cuanto se descansa el camión proveniente de Planta se identifica y cuantifica la cantidad de cajas de producto que han sido enviadas.

a. Almacenamiento temporal

1) Una vez identificado el producto en la tarima, ésta es llevada dentro de BPT y se ubica en lugares designados para cada sucursal a la espera de ser cargada a un furgón.

b. Despacho inmediato

1) En caso que se este cargando un furgón y el producto enviado de Planta debe surtirse hacia la sucursal hacia donde se dirige el furgón, de inmediato se carga el producto al furgón sin pasar por el almacenamiento temporal en BPT.

c. Llenado de los furgones

1) Los furgones son llenados manualmente y sin ningún orden o esquema de llenado particular; las tarimas se desarman y se envían únicamente las cajas con el producto, dejando en BPT las paletas vacías.



#### 4. Sucursales

##### a. Descarga de las cajas

1) En cuanto arriba un furgón a la sucursal éste es descargado manualmente. Las cajas son nuevamente paletizadas para formar tarimas. Las tarimas son luego almacenadas en la bodega de dicha sucursal.

##### b. Cargado para la venta

1) Las cajas permanecen almacenadas dentro de la bodega hasta que es hora que el producto salga a la venta. En las bodegas se maneja un sistema FIFO (First In First Out) con el objetivo de brindarle el producto más fresco posible al cliente sin estar almacenando producto viejo u obsoleto. La manera en que cada vendedor carga su unidad es similar a ir al supermercado; primero forma un listado de los productos que desea cargar, luego toma una “carreta” y recorre los pasillos de la bodega cargando lo que lleva en su lista, al concluir su recorrido se verifica que lo que lleva en su carreta coincide con su lista, una vez completado este proceso el vendedor lleva su carreta hasta la unidad y la llena con las cajas.





### c. Venta y recolección de las cajas

1) El vendedor se transporta en la unidad visitando a varios clientes regulares y potenciales. La forma de ejecutar la venta es muy variada y es particular a cada vendedor. En su mayoría evitan dejarle la caja al cliente; utilizan varias estrategias para evitar que el cliente se quede con la caja; una es colocando los productos en los exhibidores encontrados en el punto de venta y llevarse la caja vacía, otra es dejándole el producto en bolsas y no en las cajas, otro método es transfiriendo el costo de la caja al cliente a manera de desincentivarlo a conservarla, entre otros.

2) En el caso que un cliente por alguna razón u otra decida quedarse con una caja, el vendedor le indica que en la próxima visita que le haga le va a pedir que le devuelva la caja vacía y en buen estado.

3) Una vez completada la ruta, el vendedor regresa a la sucursal en donde cuantifica el producto que no vendió. Al terminar de contar el producto el vendedor agrupa las cajas que recuperó durante la ruta en paquetes de veinticinco (igual que el proveedor). Posteriormente estos paquetes son entregados a un encargado de cajas que lleva un reporte de devoluciones por vendedor; en caso que el vendedor no recupere algún múltiplo de veinticinco, estas cajas son igualmente recibidas y el encargado de cajas arma los paquetes cada vez que junta veinticinco cajas sueltas.





d. Envío y selección de cajas en buen estado

1) Los paquetes de cajas recuperadas son agrupadas en áreas designadas. Las cajas son posteriormente enviadas hacia el lugar donde se hace la selección en donde son clasificadas por personal externo. Se clasifican en tres grupos distintos:

a) Buen estado. Las cajas que se clasifican en esta categoría son aquellas que pueden ser reutilizadas para la distribución de producto nuevo.

b) Reparables. En esta categoría entran todas las cajas que están completas y libres de contaminación pero tienen alguna parte rasgada y que puede ser reparada con cinta adhesiva.

c) Para desechar. Aquí se ubican todas las cajas que están incompletas, húmedas, con falta de resistencia, contaminadas, etc. Este cartón que ya no puede ser utilizado nuevamente se le vende al proveedor como material para reciclar.

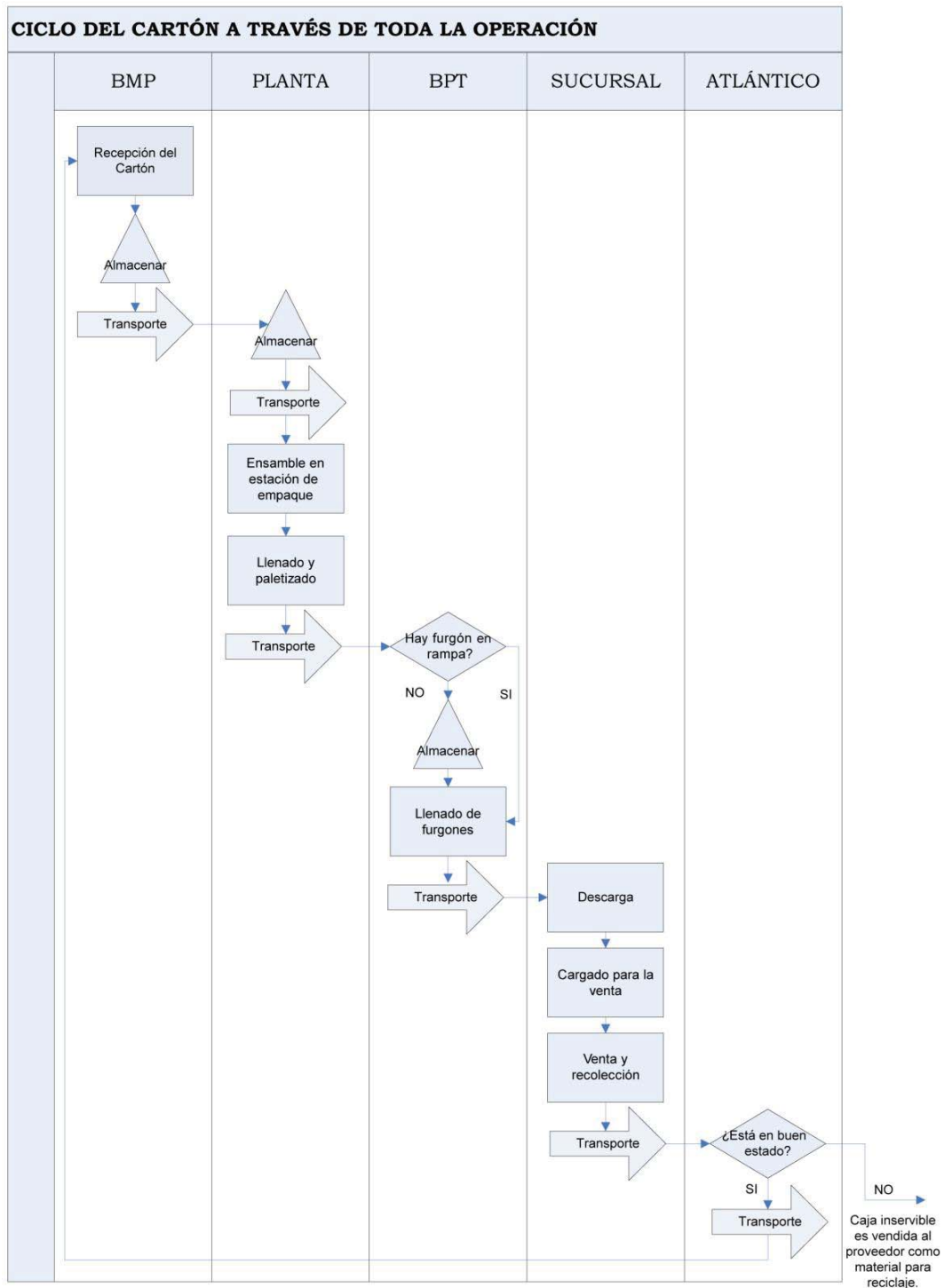
2) En la planta le dan a la caja una amplia variedad de usos entre los cuales se destacan almacenamiento de producto a granel y depósito de producto a desechar entre otros. Estas cajas también son enviadas a el lugar donde se hace la selección para ser clasificadas.

3) Las cajas en buen estado y las que han sido reparadas (reparables) se agrupan en paquetes de veinticinco. Los paquetes son paletizados y envueltos con una película plástica para ser trasladados a BMP. Una vez arriban las cajas seleccionadas entran nuevamente al ciclo como si fueran cajas nuevas.



## 5. Diagrama de flujo del ciclo del cartón

Cuadro 6. Diagrama de flujo del ciclo del cartón



## C. DESCRIPCIÓN DE LA VENTA

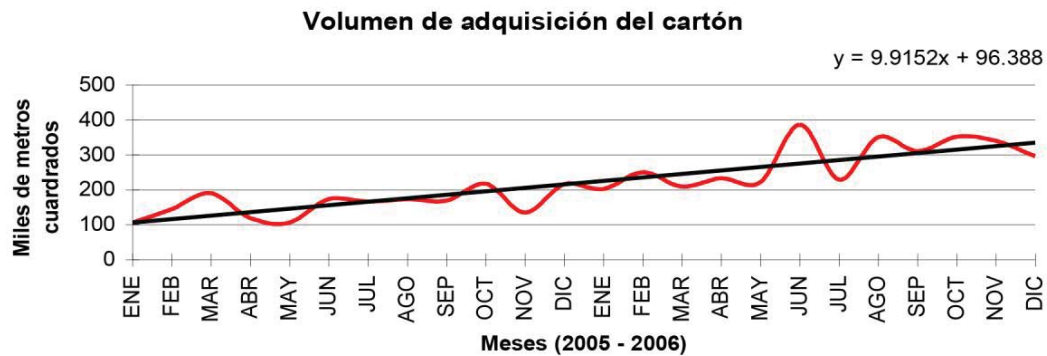
El negocio de distribución se separa principalmente en tres grandes ramas: WHS (Wholesale) esto es básicamente la distribución a mayoreo principalmente a mayoristas, DTS (Detail) esta distribución es a detalle y

representa la mayor cantidad de las ventas de la empresa y finalmente esta OT (Organized Trade) que se enfoca en la distribución a tiendas de conveniencia y supermercados. El canal de DTS representa la gran mayoría de las ventas.

#### D. INDICADORES Y DATOS HISTÓRICOS

##### 1. Adquisición de cartón

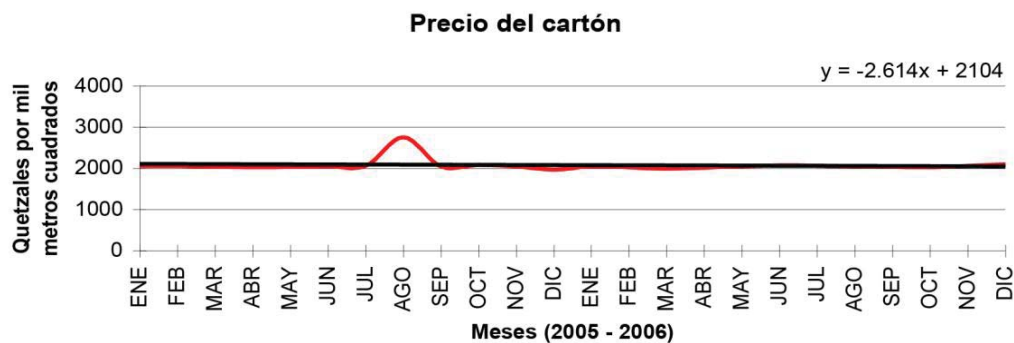
Cuadro 7. Volumen de adquisición



a. En el gráfico anterior se muestra la cantidad de cartón que se ha adquirido en los últimos años. Asimismo se muestra una línea de tendencia mostrando hacia donde se puede esperar que vayan las adquisiciones en el futuro. La ecuación mostrada es la de la línea de tendencia y básicamente nos dice que, en promedio, para finales del presente año la cantidad de cartón comprado va a aumentar aproximadamente en un 40%.

##### 2. Precio del cartón

Cuadro 8. Precio del cartón

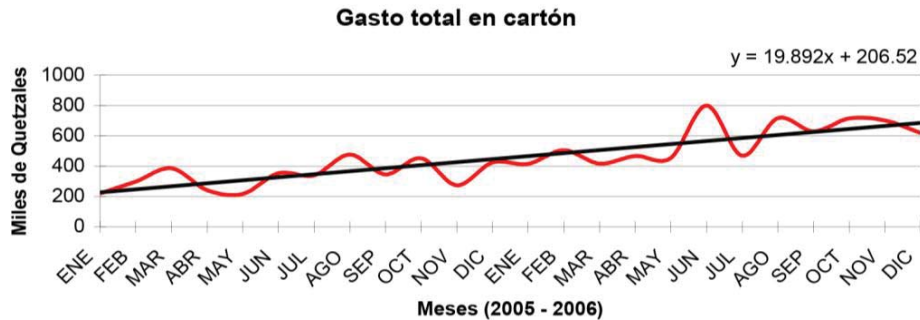


a. Como se puede observar en la gráfica, el precio al cual se ha comprado el cartón en los últimos dos años ha sido bastante estable. Al analizar la ecuación de la línea de tendencia podemos deducir que en vez de ir al alza, el precio del cartón está cayendo. Esta reducción o estabilización del precio del cartón puede ser atribuido al alza en el volumen de cartón que se ha adquirido

que, a través de negociaciones con el proveedor, nos ha permitido mantenerlo de esta manera.

### 3. Gasto en cartón

Cuadro 9. Gasto total en cartón

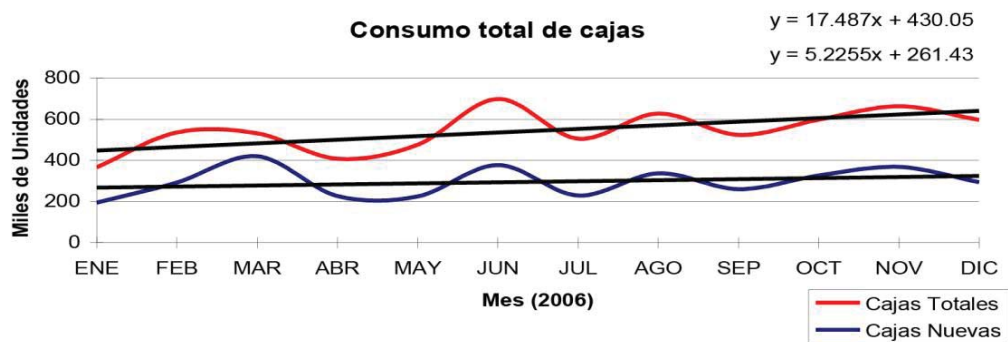


a. El gasto total en cartón ha permanecido, en general, en una constante alza. Si esta tendencia permanece constante, como lo muestra la línea de tendencia, para finales de este año se estarán gastando casi 35% más en cartón y en menos de tres años se habrá duplicado el gasto. El alza constante en el gasto se debe al alza en los volúmenes de cartón que vamos necesitando mes a mes ya que el precio se ha logrado mantener constante.

### 4. Producción en cajas de cartón

a. En la empresa la mayor cantidad de producto se maneja en cajas de cartón; un pequeño porcentaje se maneja en fardos plásticos.

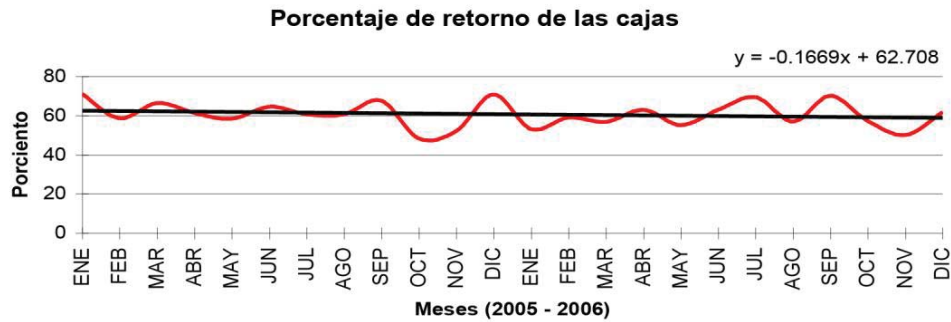
Cuadro 10. Consumo total de cajas



b. El crecimiento en la venta y operación de la empresa se ve reflejada en el crecimiento en el consumo de cajas. Del consumo mensual de cajas que son enviadas el mercado un porcentaje es retornado a la planta para su reutilización. La cantidad de cajas reutilizadas en cada mes esta aumentando, pero la relación contra el total de cajas enviadas al mercado esta en disminución.

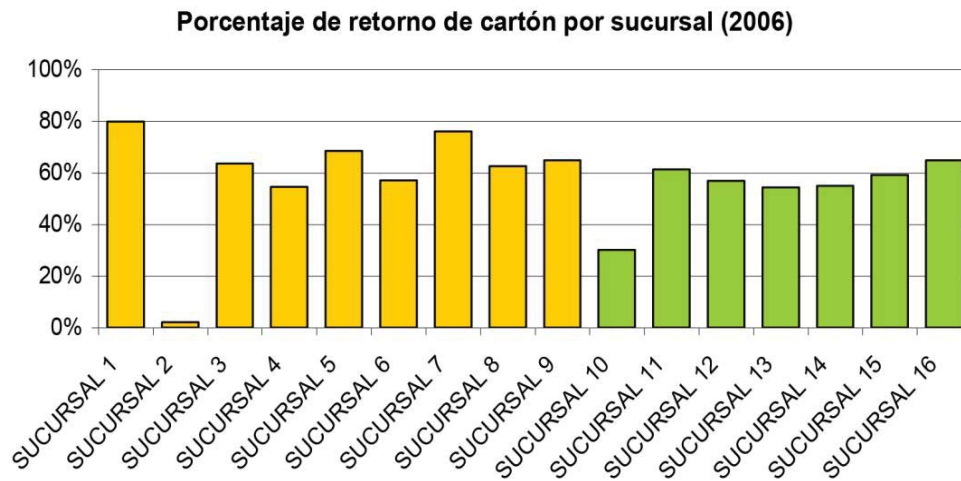
## 5. Retorno de cajas del mercado

Cuadro 11. Porcentaje de retorno de las cajas



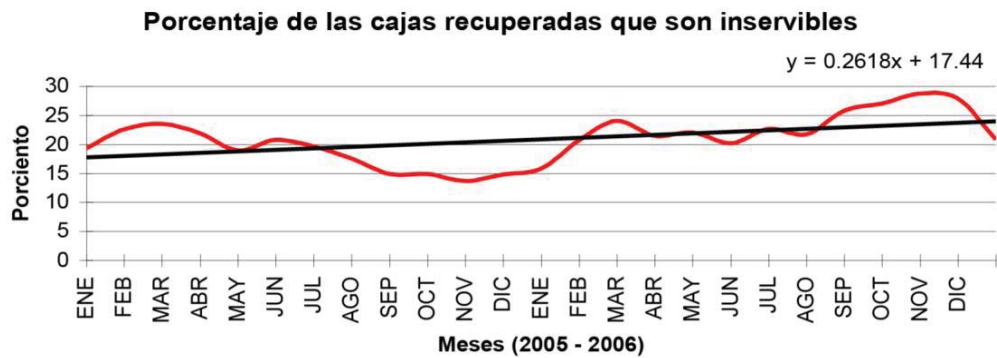
a. Podemos deducir que en promedio (de los últimos dos años) se tiene aproximadamente un 61% de efectividad en el retorno de las cajas. La línea de tendencia muestra que este porcentaje está disminuyendo; cada día que pasa la relación de cajas que se venden a las que son retornadas a la planta para su reutilización está disminuyendo; día a día, la recuperación del cartón del mercado está siendo más ineficiente.

Cuadro 12. Porcentaje de retorno de cartón por sucursal (2006)



b. Las barras en color naranja muestran las sucursales a nivel nacional y las barras en color verde son las sucursales en el extranjero. El retorno de cajas del extranjero implica un costo adicional; este costo consiste en Q0.0408 por caja más una cantidad de Q150.00 por viaje. Es evidente que unas sucursales sobresalen sobre las demás en su compromiso para la devolución del cartón como son las Sucursales 1, 7 y 5. La Sucursal 2 muestra un porcentaje significativamente inferior a las demás ya que su negocio principal es la venta en mayoreo por lo que los clientes utilizan las cajas para el almacenamiento temporal y redistribución del mismo.

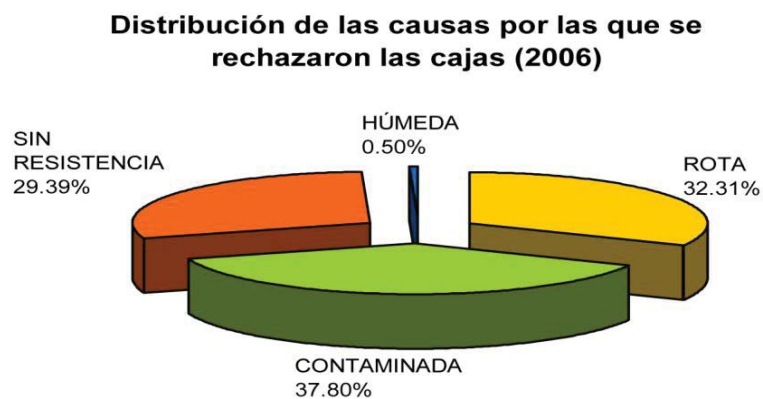
Cuadro 13. Porcentaje de las cajas recuperadas que son inservibles



c. De todas las cajas que se recuperan, no el 100% es reutilizable para la distribución del producto; aproximadamente el 21% son clasificadas como inservibles y son vendidas al proveedor como material para reciclaje. Esto significa que en realidad, del 61% que se recupera del mercado, únicamente el 79% se vuelve a emplear en la operación. La línea de tendencia muestra que el porcentaje de cajas que se desechan luego de ser recuperadas esta aumentando; en síntesis, esta información en conjunto con la tendencia del porcentaje de retorno total que esta en descenso, indica que en el futuro se va recuperar una menor cantidad en relación a la que se vende y, de lo que se logre recuperar, la relación de cajas para reutilizar va a disminuir.

#### 6. Clasificación de las cajas inservibles

Cuadro 14. Distribución de las causas por las que se rechazaron las cajas



a. Del gráfico anterior se concluye que las cajas se rechazan por tres razones principales:

1) Rota. En esta categoría caen las cajas que por un manejo inapropiado de la caja este presenta segmentos faltantes o con daños mayores que son irreparables con cinta adhesiva.

2) Contaminada. Los tipos de contaminación que pueden presentarse en las cajas que son recuperadas pueden ser varios; para mencionar algunos: desechos animales, animales, insectos, lodo, entre otros. Estas cajas ya no se utilizan por el riesgo que pueden presentar para el consumidor ya que incrementan el riesgo de contaminación cruzada hacia el embalaje primario o incluso al producto terminado.

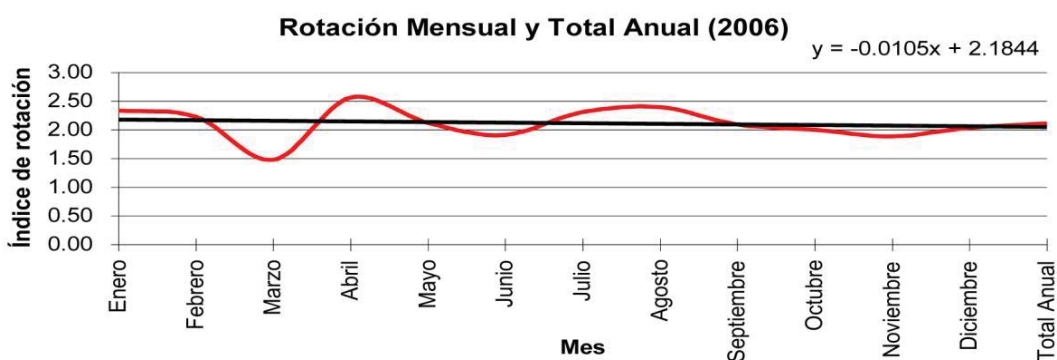
3) Sin resistencia. Estas cajas presentan daños mecánicos causados por el manejo de las cajas. Las cajas que caen en esta categoría presentan dobleces en las paredes de las cajas, esquinas que han sido deformadas, tapaderas dobladas, etc. El cartón ha sido expuesto a tantas deformaciones que pierde su rigidez, tolerancia a la estiba y a la carga del producto.

7. KPIs (Key Performance Indicators). Un indicador clave de rendimiento (KPI) es una medida cuantificable para identificar los éxitos empresariales. Un KPI se evalúa con frecuencia a lo largo del tiempo.

a. El KPI utilizado para la medición del éxito en la recuperación del cartón es la Rotación. El cálculo de la Rotación esta basado en cajas totales e incluye todos los canales de venta. La formula empleada para este cálculo es la siguiente (en número de cajas):

Cuadro 15. Rotación mensual y total anual (2006)

$$Rotacion = \frac{producidas + importadas - exp ortadas}{compradas + importadas - exp ortadas}$$



b. La rotación Total Anual para el 2006 fue de 2.11 y se había iniciado en enero con un valor de 2.34. La línea de tendencia muestra que la Rotación esta disminuyendo progresivamente.

## E. PROGRAMA DE RECOLECCIÓN DEL CARTÓN

### 1. Incentivos

a. El programa de incentivos funciona únicamente para el canal de DTS y se maneja de la siguiente forma:

1) A cada vendedor se le lleva un conteo del número de cajas que extrae del almacén así como el conteo de cajas que retorna del mercado. Debe retornar al menos el 80% de las cajas que ha extraído del almacén; por cada caja que le haga falta para llegar al 80% se le cobran Q2.00. El conteo y cobro se lleva mes a mes y el saldo que haya acumulado entre el 80% y 100% es trasladado al mes siguiente. En caso que un vendedor retorne una cantidad superior a la que extrajo del almacén, esto se considera como un 100% de retorno y las cajas adicionales no se acreditan al próximo mes.

2) Este programa ha causado un poco de descontento entre los vendedores de DTS ya que ellos son los únicos penalizados por la falta en la recuperación del cartón. La justificación para permitirle a los demás vendedores (WHS y OT) no ser penalizados por no retornar cartón es por el tipo de cliente que manejan; los clientes de WHS y OT manejan cantidades superiores a las manejadas por los clientes de DTS (tiendas de barrio principalmente) y mantienen inventarios elevados por lo que los clientes necesitan de las cajas para evitar que el producto se lastime.

## IV. EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL

### A. DISEÑO Y ESPECIFICACIONES DE LAS CAJAS

#### 1. Impresión

a. La impresión en las cajas que utilizamos es de tipo flexo gráfico. Este tipo de impresión disminuye la resistencia de las cajas ya que aplica presión sobre las paredes de la caja deformando las flautas. En el diseño actual hay partes de la impresión que ya han quedado obsoletas y no tienen función alguna en el manejo actual de la caja.

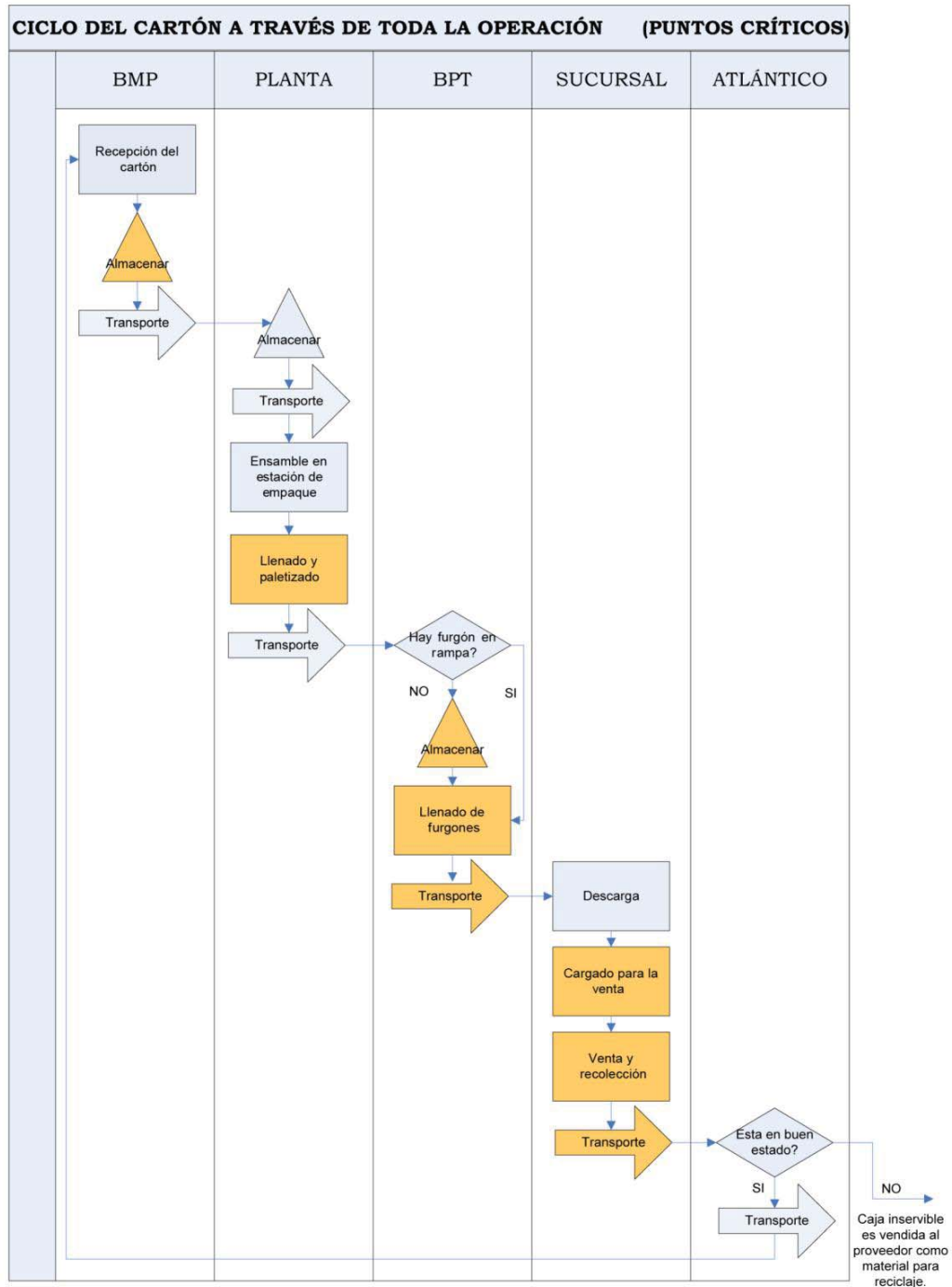
Ilustraciones 4. Diseño y especificaciones de las cajas



## B. IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRITICOS EN EL CICLO DEL CARTÓN EN DONDE LA CAJA SUFRE DAÑOS

1. Diagrama de flujo identificando los puntos críticos en donde el cartón se daña (en color naranja).

Cuadro 16. Ciclo del cartón a través de toda la operación



## 2. Bodega de Materias Primas (BMP)

### a. Recepción del cartón

1) El proveedor, con el objetivo de aprovechar al máximo la capacidad del camión en donde se envía el cartón, coloca algunos paquetes de veinticinco cajas de forma vertical. Esta manera de colocar las cajas produce fuerzas de compresión sobre las flautas del cartón debilitándolo.

### b. Almacenamiento en la BMP

2) El esquema de paletizado empleado para los paquetes no es acorde con las dimensiones de las paletas que se emplean. Los paquetes se salen de los bordes de las paletas; esto expone los bordes de las cajas a impactos en el momento que se están movilizándolo dentro de la bodega y dentro de la planta.

Ilustraciones 5. Bodega de materias primas



## 3. Planta

### a. Llenado y paletizado

1) El problema más evidente que se observa en esta etapa es que en ocasiones las cajas en el primer nivel de la tarima no son colocadas correctamente en la paleta; esto se da principalmente por dos motivos: por que hay paletas en malas condiciones y de distintas dimensiones y también por la falta de capacitación del personal; se han encontrado paletas de varias dimensiones distintas; de 1.00m x 1.15m, 1.10m x 1.15m y de 1.15m x 1.20m.



Cuando las cajas no quedan colocadas adecuadamente algunas se salen de los bordes de la paleta; si esto sucede la carga de las cajas colocadas encima recae en las flautas sin soporte del nivel inferior deformando así la caja y poniendo en riesgo la estabilidad de la tarima completa. El daño no se evidencia necesariamente en la Planta sino luego que la carga ha vencido la resistencia de la caja.

2) En la planta no se ha visto mayor daño a las cajas en el momento que se manejan para el empaque del producto terminado. El fenómeno que si se observa dentro de la planta es que algunas cajas, destinadas como embalaje secundario para el producto terminado, son empleadas para otras actividades como por ejemplo para recolectar desechos y almacenar temporalmente productos a granel, entre otros. Asimismo se nota una falta de interés por parte del personal a cuidar las cajas; se ven cajas que por algún motivo quedan abandonadas en el suelo que luego de haber sido pisoteadas no sirven para el manejo del producto terminado.



#### 4. Bodega de Producto Terminado (BPT)

##### a. Almacenamiento temporal

1) Para almacenar el producto el personal de bodega debe tener identificado el producto que va dentro de cada caja. Cada caja es identificada en Planta con una calcomanía impresa que describe el producto y presentación almacenado dentro de la misma. Por algún motivo existen diferencias entre lo que está impreso en la calcomanía y lo que almacena la caja; este fenómeno hace que el personal de BPT tenga que identificar el producto visualmente sin tener que desarmar la tarima. Se ha evidenciado que la abertura para visualizar el producto no es necesariamente suficiente

por lo que el personal rompe la caja a para poder ver mejor lo que esta dentro de la caja; esto debilita la caja.

#### Ilustraciones 6. Bodega de producto terminado



#### b. Llenado de los furgones

1) Para el llenado de los furgones no hay un esquema estandarizado que indique al personal como llenarlos a manera de minimizar el riesgo del colapso de una caja.

2) Se ha observado que el personal sujeta y manipula las cajas de la abertura para visualizar el producto. Esta abertura no está diseñada para estos motivos por lo que en ocasiones la caja se rompe.

3) Durante el trayecto hacia las sucursales las cajas sufren una elevada cantidad de fuerzas tanto verticales como horizontales. Estas fuerzas hacen que las cajas se desplacen dentro del furgón y algunas veces las fuerzas son suficientes como para colapsar cajas.

#### 5. Sucursales

##### a. Descarga de las cajas

1) Durante la descarga manual de los contenedores en las sucursales las cajas son nuevamente manipuladas de la misma manera que en BPT; de las aberturas para visualizar el producto.



2) El paletizado se realiza de la misma manera que en Planta y se presenta el mismo fenómeno que en Planta; las paletas son de dimensiones

variadas y las cajas no son colocadas de manera que queden todas apoyadas sobre la paleta.

b. Cargado para la venta

1) En el proceso de carga las cajas las agarran de las aberturas y las introducen dentro de las unidades. No hay un esquema para la carga de las unidades de venta; cada vendedor las ordena de la manera que más le convenga. Cada vendedor tiene un rango de carga asignado; este rango es medido por el valor del producto que haya cargado dentro de su unidad. En ocasiones, a la hora de llenar la unidad con el producto que ya han seleccionado de la sucursal, las cajas son forzadas para que quepan dentro de la unidad; esta aplicación de fuerza para introducir las cajas dentro de las unidades las debilita. También en algunas ocasiones no colocan las cajas de forma horizontal sino que las colocan de forma vertical (de lado); de esta manera la caja no tiene prácticamente ninguna resistencia a la estiba.



c. Venta y recolección de las cajas

1) En el proceso de venta, las cajas sufren un alto grado de deterioro debido a que para poder tener acceso a todos los productos que ha cargado, el vendedor tiene que estar moviendo las cajas dentro y fuera de la unidad; también tiene que estar abriendo y cerrando las cajas para sacar, meter y reubicar el producto.

2) Se ha observado que en lo posible, el vendedor trata de dejar la menor cantidad de cartón al cliente. En el caso que el cliente se quede con alguna caja, es frecuente que la devuelva en mal estado.

3) Las cajas que se van recolectando o que no se dejan a los clientes se van almacenando dentro de la unidad. La forma de almacenarlas es particular a cada vendedor pero la tendencia general es doblar las cajas y colocarlas entre una pared de la unidad y el resto de cajas que llevan producto a manera que no vayan libres. Al almacenar las cajas de esta forma éstas quedan de lado y esto hace que se le apliquen fuerzas de compresión sobre las flautas.

4) Una vez la ruta esté terminada y el vendedor haya regresado a la sucursal, este cuantifica el producto que le ha sobrado y lo ordena en algunas cajas que tenga en la unidad. Hace lo posible por dejar la menor cantidad de cajas dentro de la unidad. Las demás cajas son agrupadas en paquetes de veinticinco, como ya se había mencionado. En los paquetes de veinticinco va cualquier caja que hayan recolectado o que no hayan entregado a los clientes; aun cuando es obvio que la caja ya no sirve para reutilizarse ni repararse.

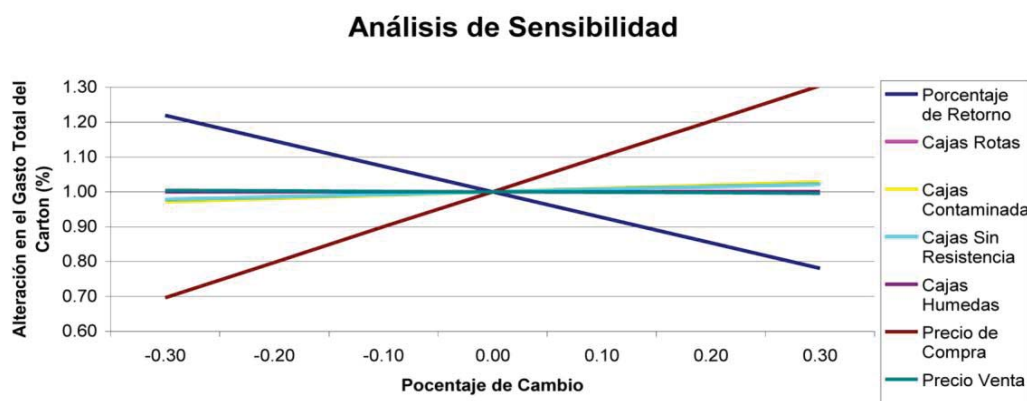
#### d. Envío y selección de cajas en buen estado

1) Cuando se ha almacenado un buen número de paquetes de cajas para clasificación, estos son enviados en furgones hacia el lugar donde se hace la selección; los furgones no llevan nada más que los paquetes. Los paquetes no llevan ningún orden dentro del furgón, simplemente los dejan allí dentro. Con el movimiento del furgón en su trayectoria hacia el lugar donde se hace la selección los paquetes van chocando entre ellos y contra las paredes del furgón. Estos choques, en función de su ángulo y fuerza, deterioran la resistencia de las cajas.

### C. INDICADORES Y DATOS HISTÓRICOS

#### 1. Análisis de Sensibilidad

Cuadro 17. Análisis de sensibilidad



a. Del análisis de sensibilidad se deduce que los dos factores que más influyen en el gasto en cartón son el precio del cartón y el porcentaje de

retorno del cartón del mercado. Luego los otros dos factores que le siguen en impacto al gasto en caja son los porcentajes de cajas rotas y contaminadas.

Es preocupante la información que se logra extraer de las gráficas. Es evidente que la empresa va por mal camino; las tendencias lo indican:

- 1) El gasto total en cartón está en alza.
- 2) El porcentaje de recuperación del mercado esta disminuyendo.
- 3) La recuperación de cajas del mercado por sucursal esta en un rango entre 2% y 80%.
- 4) El porcentaje de cajas recuperadas que son inservibles está en aumento.
- 5) Más del 60% de las cajas que son catalogadas como para desechar caen dentro de esta categoría a causa de daños mecánicos que sufren por el manejo inadecuado de las cajas.
- 6) A causa de algunos factores mencionados anteriormente, el índice de rotación presenta una disminución progresiva.

## V. DESARROLLO DE ALTERNATIVAS

Luego de revisar el análisis de sensibilidad es evidente que los factores que más influyen en el costo de las cajas de cartón son el precio y el porcentaje de retorno del mercado, se le pondrá especial énfasis a estos factores.

### A. DISEÑO Y ESPECIFICACIONES DE LAS CAJAS

#### 1. Impresión y troquelado

a. Rediseñar la impresión sobre la caja y modificar el troquelado de la apertura lateral; colocarla más centrada en el área lateral y agrandarla un poco para permitir agarrar con mayor facilidad y tener una mejor visibilidad del producto que esta dentro de la caja; se le dejarían las pestañas hacia adentro a las aberturas laterales ya que esto le da mayor resistencia al corte a la caja. Eliminar toda la impresión innecesaria y dejar únicamente la esencial.

#### b. Diseño sugerido

##### 1) Caja grande

Cuadro 18. Diseño de impresión. Caja grande

DISEÑO DE IMPRESIÓN			
RETORNA ESTA CAJA AL VENDEDOR  ¡SALVEMOS ARBOLES!	LOGO	LOGO	
INFORMACION GENERAL DEL EMPAQUE		APROBACION DEL DISEÑO	
Nombre del Empaque: Cliente: Medidas: 490 mm 330mm 320mm Código: P01011 Papel: Kraft Externo y Kraft Interno	Gap Sup: 0 Inferior: 0 Test: 150 C Código UIC: NA Folio/página: 450 plg Colores: VERDE 24 GCM D	Tiempo Superior: 0 Inferior: 0 Magnificación: 8 %	Fecha: Diseñado: Ejecutado: Nota: Los tonos del color de este diseño No corresponden exactamente al tono de color de su pedido. Visto Bueno del Client: Aprobación Ejecutivo de Ventas

## 2) Caja pequeña

Cuadro 19. Diseño de impresión. Caja pequeña

DISEÑO DE IMPRESIÓN			
			
			
			
INFORMACION GENERAL DEL EMPAQUE		APROBACION DEL DISEÑO	
Nombre del Empaque:	Cap Sup: 0 Inferior: 0	Tamaño Superior: 0 Inferior: 0	Fecha: Diseñado: Ejecutivo:
Cliente:	Test: 150 C Código UPC: Código DUN14: N/A Fotopolímero: 320 plg2 Colores: VERDE 24 GCMI K	Magnificación: 0 %	Nota: Los tonos del color de este diseño No corresponden exactamente al tono de color de su pedido.
Medidas: 490 mm 330mm 160mm Papel: Kraft Externo y Kraft Interno	Código: P01012		Visto Bueno del Cliente: Aprobación Ejecutivo de Ventas

## B. MEJORAS SUGERIDAS PARA EL CICLO DEL CARTÓN

## 1. Bodega de Materias Primas (BMP)

a. Pedirle al proveedor que modifique la manera en que carga sus camiones para el despacho; de manera que todos los paquetes de veinticinco cajas queden de forma horizontal para que no se expongan las cajas a fuerzas innecesarias.

b. Mandar a hacer paletas que satisfagan con las dimensiones con las que se paletizan las cajas. Las paletas necesarias son de 1.35m x 1.35m para las cajas pequeñas y de 1.50m x 1.50m para las cajas grandes. Estas medidas dejan un par de cm. de holgura a manera que si llegan a chocar las tarimas, el contacto se de entre las paletas y no entre las cajas.

## 2. Planta

a. A la hora de llenar las cajas, procurar que uno de los empaques primarios sea identificable a través de la ventana a los costados de las cajas; esto permitirá al personal de BPT identificar el producto que va dentro sin tener necesidad de romper la caja para poder apreciar lo que lleva dentro. También es importante que las etiquetas que le pegan a las cajas con la

descripción del producto estén correctas de manera que en BPT no tengan que estar viendo dentro de las cajas para verificar el producto.

b. Para el problema con el paletizado de las cajas sobre las paletas, la solución es estandarizar el tamaño de las paletas y asegurarse de usar paletas en buenas condiciones para que todas las cajas del primer nivel queden completamente soportadas sobre la paleta. De acuerdo al esquema de paletizado empleado en la empresa, las dimensiones exactas de las paletas que se necesitan son 1.00m x 1.15m; sin embargo con estas medidas las cajas quedan bastante justas por lo que es recomendable añadirle un par de centímetros a ambos lados para que a la hora de colisionar dos tarimas sean las paletas las que entren en contacto en lugar de las cajas; estos centímetros de holgura permiten también asegurar que todas las cajas paletizadas queden debidamente apoyadas sobre la paleta. Una vez se tengan paletas en las que se puedan paletizar las cajas y que quepan todas sobre la misma, se debe capacitar al personal para que coloquen bien las cajas sobre la paleta. Es importante indicarles el por qué se debe hacer de esta manera e incentivarlos a realizarlo de la forma correcta y a corregir a los demás que lo estén incorrectamente.

c. Las cajas están destinadas al empaque secundario del producto terminado por lo que los usos alternos que se le dan en planta deben ser eliminados en la medida posible. Deben instalarse depósitos para desechos debidamente identificados para no tener que emplear cajas como basureros. Para el manejo de graneles, algunos productos que no son tan delicados pueden ser almacenados de otras formas en lugar de cajas tales como toneles, cajas plásticas o bolsas.

d. Capacitar al personal con respecto al manejo y utilización de las cajas tanto dobladas como ensambladas. Se debe llamar la atención a cualquier miembro del personal que se vea botando, destruyendo, pisoteando, dañando, etc. alguna caja que pudiera haber sido utilizada para el transporte del producto terminado.

### 3. Bodega de Producto Terminado (BPT)

a. Para resolver el daño sufrido a través de las roturas adrede de las cajas para ver el producto, se ha sugerido aumentar el tamaño de la abertura lateral con las pestañas ya mencionadas.

b. En el momento de cargar las cajas a los furgones, se debe tener un esquema de llenado. El esquema de llenado del furgón cumple con el mismo

propósito que el esquema de paletizado; darle rigidez a la carga y brindar la mayor resistencia a la estiba posible. Como el furgón cuenta con paredes rígidas, las cajas no necesitan ser colocadas cruzadas para darle rigidez a la carga; dentro del furgón las cajas pueden ir superpuestas. Los esquemas de carga superpuestos tienen una mayor resistencia a la estiba que los cruzados.

#### 4. Sucursales

a. En las sucursales es necesaria también la estandarización de paletas en buen estado para que el esquema de paletizado pueda emplearse. Al igual que en Planta, se debe capacitar al personal para que coloquen las cajas de manera que todas las cajas queden apoyadas sobre la paleta evitando que algunas cajas queden sin soporte y sean expuestas a un mayor riesgo de colapsar.

b. Para cargar el producto a las unidades no se deben forzar cajas dentro de la unidad. Todas las cajas deben estar colocadas de forma horizontal; especialmente si están colocadas debajo de varios niveles de cajas.

c. Durante el proceso de venta, no es necesario cerrar las cajas cruzando las paletas de la tapa; se pueden cerrar simplemente bajando las tapas sin cruzarlas, esto le da una mayor vida a las cajas ya que no se exponen a tantas fuerzas de corte en las sisas y esquinas.

d. A la hora de realizar la venta, se debe ser bastante claro con el cliente que la caja no es desechable; que las cajas son propiedad de la compañía y que deben ser tratadas con cuidado para ser devuelta al vendedor en una visita futura. En lo posible evitar dejar cajas a los clientes.

e. Lo ideal es que las cajas desensambladas sean almacenadas de forma horizontal. El espacio dentro de la unidad es muy reducido por lo que la colocación óptima sería colocarlas sobre las cajas que aun llevan producto; sin embargo esto interrumpe el despacho y movilidad dentro de la unidad entorpeciendo el proceso de venta. El daño sufrido dentro de la unidad una vez estén plegadas las cajas es mínimo y no vale la pena entorpecer la venta por un resguardo poco significativo de las cajas.

f. Hay que capacitar a los vendedores a reconocer cajas que son completamente inservibles e irreparables para que no los incluyan dentro de sus paquetes de veinticinco cajas. Se lleva un conteo por vendedor de cajas y éste debe cumplir con el retorno del 80%; para evitar descuentos los vendedores incluyen cartón que es inservible. El problema es que la

clasificación de este cartón quita tiempo y representa un costo adicional a la empresa.

g. Para enviar el cartón hacia el lugar donde se hace la selección se debe emplear un sistema para sujetar y evitar que los paquetes de cajas vayan rebotando y dañándose dentro del furgón en su trayecto desde la sucursal hasta el lugar donde se hace la selección.

### C. INDICADORES Y DATOS HISTÓRICOS

#### 1. Precio de compra.

El gasto total anual proyectado es más sensible al precio de compra de la caja que a cualquier otro factor incluido en el análisis de sensibilidad. Para reducir el precio de compra de la caja, necesariamente sacrificaríamos calidad y resistencia de las mismas ya que para la calidad que se maneja actualmente se tiene el precio más bajo del mercado. Si buscamos reducir el costo de la caja, se efectuaría la compra de cajas más económicas con un Test inferior al actual (150) y existe el riesgo de una caída en la cantidad de cajas recuperadas o incremento significativo en el porcentaje de cajas que son recuperadas pero que son inservibles para ser reincorporadas a la operación. Esto puede ser determinado con una prueba piloto con unas cajas de menor precio debidamente identificadas y evaluar qué tanto baja la cantidad de cajas recuperadas o en cuánto aumenta la cantidad de cajas inservibles. A continuación se muestra una tabla indicando las disminuciones máximas que puede alcanzar el porcentaje de cajas recuperadas o el aumento máximo en el porcentaje de cajas inservibles para tres rebajas porcentuales en el precio de compra.

Cuadro 20. Porcentajes de cajas recuperadas

Disminución en Precio de Compra	Disminución Máxima en Porcentaje de Retorno	Aumento Máximo en Porcentaje de Cajas Inservibles
30%	59%	177%
20%	34%	102%
10%	15%	45%

La tabla anterior permite determinar, con los resultados de la prueba piloto, si en realidad se genera ahorro alguno con la reducción de calidad y precio en las cajas de cartón.

#### 2. Porcentaje de Retorno

a. Unos de los aspectos que dificultan un retorno efectivo del cartón está asociado con las creencias que se tienen al respecto. Estas dan lugar a un modelo mental o paradigma que limita la oportunidad de obtener ahorros

mayores por el incremento en la recuperación del cartón. La idea generalizada es que de poco sirve realizar un esfuerzo extra si por diseño las cajas son para pocas vueltas y por lo tanto, mucho de lo que se recupera esta en mal estado y se piensa que no es conveniente aumentar la calidad del cartón por que al final no se tiene una buena recuperación. Si se quiere que verdaderamente se logre aumentar el porcentaje de retorno es necesario el cambio en mentalidad de aquellas personas involucradas.

b. Existe en general en la población de los países de la región una baja conciencia del reciclaje, y esta mentalidad sin duda afecta al eficiente ciclo del retorno del cartón. La mayoría de las personas ven una caja o un empaque de cartón como algo desechable, que una vez utilizado para su propósito inicial, este ya no sirve y comúnmente se desecha o de usa para algo secundario.

c. Existen un sinnúmero de maneras potenciales que pueden ayudar a incrementar el porcentaje de retorno del cartón. A continuación se expone un plan de acción:

1) Sensibilizar al personal

a) Es básico incluir al personal e informarlos del porque de la importancia y ventajas, tanto en el aspecto económico como en el de la preservación del medio ambiente; mediante este tipo de capacitaciones se impulsa la conservación, el reciclaje, la utilización de materiales y el cuidado en la utilización de la energía.

2) Concientización de los clientes

a) Para lograr una buena recuperación hay que atender el manejo del cartón en todos los aspectos del proceso; desde el proveedor pasando por el proceso productivo hasta el trato y manejo que el cliente les da. A pesar que la forma en que el cliente trate las cajas esta fuera del control de la empresa es clave atenderlo, pues un buen manejo interno no es suficiente para un buen retorno. El cliente juega un papel decisivo en el proceso, por ello deben estar informados e involucrados para que con su apoyo se logre una recuperación de cajas mayor y en mejor estado.

b) Para atacar los puntos anteriores se recomienda una serie de sesiones de orientación tanto al personal interno como a personal externo como proveedores, clientes, transportistas, etc. el objetivo de dichas sesiones es para que las personas que entran en contacto con el cartón entiendan el porque de la importancia de la rotación. Puntos básicos a tocar en las sesiones:

- Demostrar un compromiso por parte de la empresa hacia el mantenimiento del medio ambiente
- Cifras sobre los beneficios de ahorro
- Cifras sobre el impacto al medio ambiente
- Diagramar puntos críticos dentro del ciclo del cartón y la forma adecuada del manejo del cartón.
- Dinámicas de sugerencias y demostración del compromiso aceptado.

c) Crear una cultura y mentalidad de reutilización del cartón y terminar con la creencia que es más costoso el esfuerzo del retorno que el beneficio obtenido.

3) El manejo y retorno del cartón debe ser considerado como un proceso de mejora continua, es por esto que es de suma importancia monitorear su comportamiento, estableciendo mecanismos de control y seguimiento para garantizar que constantemente se de una ahorro superior al del ciclo anterior. Unas acciones que se pueden emplear para facilitar el seguimiento del cartón son:

- a) Reportes claramente definidos
- b) Realizar visitas frecuentes a clientes y mercado
- c) Seguimiento del retorno porcentual por ruta y por vendedor
- d) Sesiones de retroalimentación por parte del personal de ventas
- e) Publicación constante de información y metas
- f) Es evidente que se debe crear un sistema de incentivos efectivo

para motivar a la fuerza de ventas a realizar un esfuerzo mayor para la recuperación del cartón.

4) Los incentivos tienen impactos diferentes en el comportamiento, las investigaciones y experiencia empírica demuestra que los estímulos asociados con aspectos materiales tienen efectos temporales en el comportamiento de los individuos y que los de tipo psicológico con mas duraderos y dan un sentido de propiedad y pertenencia.

5) Los incentivos económicos como aumento de sueldo o premios tienen un efecto de corta duración y de punto cero escalonado, es decir, una vez que uno lo tiene se acostumbra a ello rápidamente y lo ve como normal. Por lo tanto al momento de querer que un nuevo estímulo sea motivante deberá considerarse como punto base el incentivo anterior. A pesar que se sabe que los estímulos materiales tienen un impacto de corto plazo, estos

deben existir ya que la ausencia de ellos son fuente de desaliento e insatisfacción.

6) Los incentivos de tipo psicológico tienen efectos inversos a los anteriores. Por ejemplo, la obtención de logros personales en el desarrollo de actividades profesionales suelen ser acumulativos y generan comportamientos proactivos y positivos.

7) Otra forma de incentivar el comportamiento de un individuo es la de penalizar al incumplimiento de procedimientos o metas fijadas, estas actúan como regulaciones y orientan a las personas a cumplir, pero no a hacer un esfuerzo adicional, no consigue ese compromiso que se busca en un comportamiento motivado. Los deméritos o penalizaciones funcionan mejor cuando por lograrlo se obtiene reconocimiento o recompensa a cambio.

8) Una buena estrategia de motivación debe ser simple, clara, directa y de aceptación; debe combinar diferentes factores: materiales o económicos, de involucramiento y de reconocimiento a los logros alcanzados.

9) Con esta información sobre incentivos y motivación, se pueden establecer prácticas orientadas a proporcionar un ambiente en donde existan los incentivos apropiados para estimular al personal a participar y aumentar el retorno y recuperación del cartón, considerando que para toda estrategia motivacional hay que tomar en cuenta las leyes, costumbres y situación de cada lugar y de cada operación.

10) Los pasos para llevar a cabo una estrategia de motivación son:

- a) Establecer los incentivos y metas a lograr
- b) Definir actividades y responsabilidades individuales y de equipo para lograr las metas
- c) Concientizar al personal sobre la importancia del asunto en cuestión para enfatizar los motivos para actuar
- d) Implantar actividades y evaluar resultados
- e) Llevar a cabo acciones de reforzamiento para que la motivación se mantenga.

11) Aunque no existe una manera definida para llevar a cabo una campaña motivacional, es indispensable que cuente con las siguientes variables:

- a) Responsables de la campaña
- b) Presupuesto para la campaña
- c) A quien esta dirigida la campaña

- d) Como se va a manejar la comunicación para la campaña
- Imágenes, esquemas, lenguaje, etc.
  - Medios
  - Frecuencia de los comunicados
- e) Duración de la campaña
- f) Como se medirá la efectividad de la campaña
- g) A continuación se exponen unas posibles alternativas para aumentar el porcentaje de recuperación del cartón.

Cuadro 21. Alternativas para aumentar la recuperación del cartón

		<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
1.	<b>Cobrar el cartón no retornado al vendedor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se garantiza un ingreso por el nivel de retorno definido</li> <li>• Se esta garantizando que el vendedor tome conciencia sobre el costo de no retornar las cajas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se genera mucha tensión al vendedor</li> <li>• Se debe controlar que las cajas retornadas sean reutilizables</li> </ul>
2.	<b>Crear una ruta específicamente para la recolección del cartón</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay personal dedicado específicamente a la recolección del cartón</li> <li>• El control de calidad esta definido por la empresa y estandarizado entre los recolectores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Representa un gasto adicional en vehículos y personal para la recolección del cartón</li> </ul>
3.	<b>Recompensar al vendedor por las cajas retornadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se garantiza un aumento en las cajas retornadas ya que existe una motivación para el vendedor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esto es un gasto adicional para la empresa pero es compensado por el retorno del cartón</li> <li>• Solo se debe compensar el cartón reutilizable</li> </ul>
4.	<b>Vender y comprar el cartón a los clientes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los clientes sienten el beneficio de vendernos el cartón para generar ahorro</li> <li>• Motiva a los clientes a recuperar nuestro cartón y a tenerlo en buen estado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se requiere de una administración compleja</li> <li>• El retorno no es gratuito y el beneficio radica en que una caja nueva es mas costosa que lo que pagaríamos al cliente</li> </ul>

		<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
<b>5.</b>	<b>Contratar terceros o el proveedor para recuperación del cartón</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se tiene personal externo dedicado específicamente a la recuperación del cartón</li> <li>• La productividad debe ser mayor</li> <li>• El costo debe ser menor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se tiene un control directo sobre el personal</li> <li>• Se debe confiar en el cumplimiento de los estándares del tercero</li> </ul>
<b>6.</b>	<b>Información visible del retorno del cartón</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite un monitoreo constante de las personas involucradas en el proceso</li> <li>• Motiva a una mejora continua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No es motivador material</li> <li>• Debe complementarse con otro método de recompensa</li> <li>• La información debe ser confiable y se requiere de personal adicional para que mantenga la información al día</li> </ul>
<b>7.</b>	<b>Selección hecha directamente por los vendedores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El costo total es menor</li> <li>• La selección se hace en un punto mas cercano a la venta</li> <li>• Se tiene vendedores capacitados sobre el manejo del cartón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es difícil estandarizar el criterio de calidad entre todos los vendedores</li> <li>• Debe haber un programa de capacitaciones de alta frecuencia y un monitoreo constante</li> <li>• El estado de las cajas recuperadas debe ser controlado</li> </ul>
<b>8.</b>	<b>Aumentar la resistencia de la caja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay que evaluar el impacto que esto tenga en las vueltas del cartón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumenta el precio de compra del cartón</li> </ul>
<b>9.</b>	<b>Competencias entre vendedores, equipos de ventas y sucursales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se garantiza un aumento en las cajas ya que se motiva al vendedor, al supervisor y a los Jefes de Sucursales</li> <li>• Se crea un compañerismo entre los vendedores para salir adelante hacia una meta común</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los premios representan un costo adicional para la empresa</li> <li>• Puede generar discordias entre vendedores</li> </ul>

## VI. EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DESARROLLADAS

### A. DISEÑO Y ESPECIFICACIONES DE LAS CAJAS

#### 1. Impresión y troquelado

a. El cambio a los diseños sugeridos puede ser solicitado al proveedor inmediatamente. Los cambios no representan ningún costo adicional para la empresa y el proveedor ofrece entregar el primer pedido con diseño nuevo 15 días después de emitida la orden de compra.

### B. MEJORAS SUGERIDAS PARA EL CICLO DEL CARTÓN

#### 1. Bodega de Materias Primas (BMP)

a. Con respecto al daño sufrido en el transporte de la planta del proveedor a las instalaciones, el proveedor asegura que el daño es mínimo para las cajas colocadas de forma vertical; también indica que las cajas colocadas de esta manera permite apretar un poco más la carga dentro del camión para evitar que los paquetes vayan rebotando durante el tránsito; donde es mas probable que las cajas sufran daños más significativos.

b. Se cotizaron paletas de las dimensiones requeridas con un proveedor local. En la tabla a continuación se muestra la cotización:

Cuadro 22. Cotización de paletas

<b>Pedido mínimo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio unitario*</b>
<b>25 unidades</b>	Paleta 1.50m x 1.50m	<b>Q185.00</b>
<b>25 unidades</b>	Paleta 1.35m x 1.35m	<b>Q165.00</b>

*\*Precios negociables en dependencia del volumen*

Esta medida salvaría a varias docenas de cajas semanales de mandan a hacer 25 paletas de cada dimensión, la inversión sería ser dañadas durante su movimiento dentro de BMP y Planta.

#### 2. Planta

a. Es cuestión de comunicar el requerimiento hacia el personal en el área de empaque que, al momento de estar llenando las cajas con producto, coloquen una bolsita de empaque primario con el nombre del producto hacia fuera en la abertura de inspección; este requerimiento no interrumpe el proceso de empaque y ayudaría al personal de BPT a identificar el producto dentro de la caja. Se debe crear un sistema de verificación para asegurar que las etiquetas pegadas en las cajas describen el producto correctamente.

b. En la empresa no compran paletas directamente de un proveedor. Las paletas que se emplean son recicladas de proveedores que surten materias primas. Por este motivo es que se tiene tantas dimensiones distintas de paletas en la empresa. Se cotizó con un proveedor local y este es el precio al que vende las paletas.

Cuadro 23. Paletas recicladas

<b>Pedido mínimo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio unitario</b>
<b>25 unidades</b>	<b>Paleta 1.02m x 1.17m</b>	<b>Q125.00</b>

*\*Precio negociable en dependencia del volumen*

La cantidad de paletas requeridas de esta dimensión es mucho más alta que las cantidades requeridas de las grandes. La cantidad exacta es incierta por lo que se debe ir haciendo un cambio progresivo hasta haber sustituido todas las paletas dañadas (rotas e incompletas) y las que no son de las dimensiones especificadas. Una vez iniciado el proceso de sustitución de paletas “obsoletas”, se da inicio al programa de capacitación al personal de empaque para indicarles cómo deben ir colocadas las cajas en las tarimas y la importancia que esto tiene para la estabilidad de la carga, la preservación de la caja y preservación del producto terminado.

c. Dentro de la planta es mucho más sencillo llevar un control e inventario de bultos por lo que se pueden emplear cajas u otro tipo de embalaje plástico para sustituir las cajas de cartón que se emplean actualmente. Las cajas plásticas son más caras que las de cartón pero a la vez son mucho más resistentes por lo que su durabilidad es mucho mayor.

d. Incluir penalizaciones económicas o de algún otro tipo a las personas que se vean maltratando (rompiendo, pisoteando, tirando, etc.) cajas dentro y fuera de la planta.

### 3. Bodega de Producto Terminado (BPT)

a. Una vez liberado el diseño sugerido de las cajas y con el requerimiento solicitado a los operadores de empaque de colocar una bolsita en las aberturas laterales, prácticamente la necesidad de romper las cajas para ver lo que llevan dentro va a desaparecer.

b. Al colocar la primer fila al fondo del furgón de manera que quede lo mas justa posible queda definido el esquema de paletizado para el resto del furgón; simplemente se continúan colocando las cajas exactamente en la misma orientación que las primeras tratando de colocar las cajas mas pesadas lo mas cercano al suelo del furgón como sea posible. Un beneficio agregado de este esquema es que se puede llevar un conteo más certero de los bultos dentro del furgón ya que esta compuesto por un número determinado de filas con una cantidad específica de bultos cada una.

#### 4. Sucursales

a. Para lidiar con el problema de las dimensiones variadas de las paletas y la mala colocación de las cajas sobre las mismas, se tomaran las mismas medidas descritas anteriormente en la sección de planta.

b. Para evitar el abuso de las cajas dentro de las unidades de venta se deben dar capacitaciones periódicas y realizar evaluaciones al azar de las unidades para ver si efectivamente están cargando las cajas debidamente. En las capacitaciones hay que enseñarle a los vendedores el porqué de la colocación horizontal de las cajas y como doblar las tapas de las cajas sin trabarlas para prolongar la vida de las mismas.

c. Para evitar malentendidos y discusiones con los clientes se puede colocar el siguiente mensaje impreso en la caja “Esta caja es propiedad de (Nombre de la Empresa). Favor retornar al vendedor”.

d. Para evitar que los vendedores retornen caja que ya es inservible se deben de realizar talleres en donde se les explique cual es el criterio de selección de las cajas inservibles y que esas no las devuelvan. Una vez dados los talleres evaluar a vendedores al azar para determinar si efectivamente están siendo un filtro para que no se envíen a selección aquellas cajas que son inservibles.

### C. INDICADORES Y DATOS HISTÓRICOS

#### 1. Precio de compra

##### a. Esquema de prueba piloto.

1) Para la realización de la prueba piloto se debe involucrar únicamente al personal encargado de la clasificación en el lugar donde se hace la selección. Se requerirán al menos 1,000 cajas semanales durante al menos un periodo de cuatro semanas para poder realizar el estudio.

2) Las cajas con el test inferior deben estar impresas exactamente iguales a las que se emplean en la actualidad a manera que no reciban ningún

tipo de trato distinto durante su recorrido. Únicamente llevarán una etiqueta o un sello que las identificará y solamente el personal de clasificación debe reconocer el identificador.

3) Las cajas deberán ser introducidas aleatoriamente al proceso de empaque para que se utilicen en la mayor diversidad de productos como sea posible. Se dejará que las cajas circulen libremente a través del ciclo del cartón hasta llegar al proceso de selección. El personal de selección debe llevar un estadístico aparte para las cajas que estén identificadas como parte del Programa Piloto. Una vez seleccionadas, las cajas del Programa Piloto que puedan ser reutilizadas se enviarán a BMP para iniciar su ciclo nuevamente.

4) De la información recuperada por el personal de clasificación, se puede determinar el porcentaje de recuperación, se tendrá la información del porqué de los rechazos y se tomara una decisión en base a la disminución en el precio de compra vrs. porcentaje de retorno y vrs. porcentaje de cajas inservibles.

## 2. Porcentaje de Retorno

a. Es evidente que se debe crear un sistema de incentivos efectivo para motivar a la fuerza de ventas a realizar un esfuerzo mayor para la recuperación del cartón.

b. A continuación se exponen las posibles alternativas para aumentar el porcentaje de recuperación del cartón. Han sido calificadas en cuatro categorías distintas: nivel de motivación al vendedor, costo a la empresa, efectividad esperada e impacto de las debilidades. Las que califiquen más alto son las alternativas más prometedoras.

Cuadro 24. Calificación de Alternativas para aumentar la recuperación del cartón

	<b>CUADRO 24</b>	<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>
1.	<b>Cobrar el cartón no retornado al vendedor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se garantiza un ingreso por el nivel de retorno definido</li> <li>• Se esta garantizando que el vendedor tome conciencia sobre el costo de no retornar las cajas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se genera mucha tensión al vendedor</li> <li>• Se debe controlar que las cajas retornadas sean reutilizables</li> </ul>	Motivación = 8 Costo = 10 Efectividad = 6 Debilidad = 4 TOTAL = 28

	<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>
2.	<p><b>Crear una ruta específicamente para la recolección del cartón</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay personal dedicado específicamente a la recolección del cartón</li> <li>• El control de calidad está definido por la empresa y estandarizado entre los recolectores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Representa un gasto adicional en vehículos y personal para la recolección del cartón</li> </ul>	<p>Motivación = 10 Costo = 2 Efectividad = 8 Debilidad = 3</p> <p>TOTAL = 23</p>
3.	<p><b>Recompensar al vendedor por las cajas retornadas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se garantiza un aumento en las cajas retornadas ya que existe una motivación para el vendedor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esto es un gasto adicional para la empresa pero es compensado por el retorno del cartón</li> <li>• Solo se debe compensar el cartón reutilizable</li> </ul>	<p>Motivación = 10 Costo = 5 Efectividad = 8 Debilidad = 8</p> <p>TOTAL = 31</p>
4.	<p><b>Vender y comprar el cartón a los clientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los clientes sienten el beneficio de vendernos el cartón para generar ahorro</li> <li>• Motiva a los clientes a recuperar nuestro cartón y a tenerlo en buen estado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se requiere de una administración compleja</li> <li>• El retorno no es gratuito y el beneficio radica en que una caja nueva es más costosa que lo que pagaríamos al cliente</li> </ul>	<p>Motivación = 8 Costo = 8 Efectividad = 7 Debilidad = 6</p> <p>TOTAL = 29</p>
5.	<p><b>Contratar terceros o el proveedor para recuperación del cartón</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se tiene personal externo dedicado específicamente a la recuperación del cartón</li> <li>• La productividad debe ser mayor</li> <li>• El costo debe ser menor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se tiene un control directo sobre el personal</li> <li>• Se debe confiar en el cumplimiento de los estándares del tercero</li> </ul>	<p>Motivación = 10 Costo = 2 Efectividad = 10 Debilidad = 6</p> <p>TOTAL = 28</p>

	<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>
6.	<b>Información visible del retorno del cartón</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite un monitoreo constante de las personas involucradas en el proceso</li> <li>• Motiva a una mejora continua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No es motivador material</li> <li>• Debe complementarse con otro método de recompensa</li> <li>• La información debe ser confiable y se requiere de personal adicional para que mantenga la información al día</li> </ul> <p>Motivación = 8 Costo = 10 Efectividad = 8 Debilidad = 6  TOTAL = 32</p>
7.	<b>Selección hecha directamente por los vendedores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El costo total es menor</li> <li>• La selección se hace en un punto más cercano a la venta</li> <li>• Se tiene vendedores capacitados sobre el manejo del cartón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es difícil estandarizar el criterio de calidad entre todos los vendedores</li> <li>• Debe haber un programa de capacitaciones de alta frecuencia y un monitoreo constante</li> <li>• El estado de las cajas recuperadas debe ser controlado</li> </ul> <p>Motivación = 9 Costo = 9 Efectividad = 5 Debilidad = 4  TOTAL = 27</p>
8.	<b>Aumentar la resistencia de la caja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay que evaluar el impacto que esto tenga en las vueltas del cartón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumenta el precio de compra del cartón</li> </ul> <p>Realiza prueba piloto solo que a la inversa (aumentando el test)</p>
9.	<b>Competencias entre vendedores, equipos de ventas y sucursales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se garantiza un aumento en las cajas ya que se motiva al vendedor, al supervisor y a los Jefes de Sucursales</li> <li>• Se crea un compañerismo entre los vendedores para salir adelante hacia una meta común</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los premios representan un costo adicional para la empresa</li> <li>• Puede generar discordias entre vendedores</li> </ul> <p>Motivación = 9 Costo = 7 Efectividad = 9 Debilidad = 8  TOTAL = 31</p>

c. A continuación se muestran los resultados:

Cuadro 25. Resultados

<b>No.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Calificación</b>
<b>1.</b>	Cobrar el cartón no retornado al vendedor	28
<b>2.</b>	Crear una ruta específicamente para la recolección del cartón	23
<b>3.</b>	Recompensar al vendedor por las cajas retornadas	31
<b>4.</b>	Vender y comprar el cartón a los clientes	29
<b>5.</b>	Contratar terceros o el proveedor para recuperación del cartón	28
<b>6.</b>	Información visible del retorno del cartón	32
<b>7.</b>	Selección hecha directamente por los vendedores	27
<b>8.</b>	Aumentar la resistencia de la caja	Pend.
<b>9.</b>	Competencias entre vendedores, equipos de ventas y sucursales	31

Como podemos ver, el método que se emplea ahora (No. 1) está ubicado en el cuarto lugar junto con la alternativa No. 5. De esto deducimos que la estrategia empleada en la actualidad no es el óptimo.

d. La alternativa No. 6 es la que quedó evaluada sobre todas las demás; sin embargo, esta alternativa debe estar apoyada por otra que incluya incentivos materiales. Esta iniciativa quedaría perfectamente apoyada con la alternativa No. 9; se seleccionó la No. 9 sobre la No. 3 (tienen la misma calificación) ya que esta motiva no solo a los vendedores sino que también a los supervisores y a los jefes de sucursal. Esto es un beneficio mucho mayor ya que el jefe de sucursal va a exigir un manejo óptimo de las cajas tanto del personal dentro del almacén así como de la fuerza de ventas de dicha sucursal. La campaña motivacional óptima es una combinación de la alternativa No. 6 junto con la alternativa No. 9.

e. De la alternativa No. 8 no podemos concluir aún nada ya que es necesaria la ejecución de la Prueba Piloto; esta prueba piloto funcionaría de la misma manera que la que se planteó para la reducción del precio de compra pero de forma inversa; ahora se le incrementaría el test a la caja y se evaluaría la variación en la proporción de cajas recuperadas que son inservibles y se documentaría el porqué son inservibles.

## VII. IMPACTO ECONÓMICO

### A. REPRESENTACIÓN DEL AHORRO

1. Debido a que el precio al que se compra el cartón está prácticamente fuera del control de la empresa, el área de oportunidad con mayor potencial para ser explotado es el incremento del retorno del cartón. El aumento en el retorno del cartón puede ser apoyado con las iniciativas expuestas anteriormente.
2. Hipotéticamente, la empresa va a gastar 1.2 millones de quetzales en este año para comprar cartón. Con un incremento del 10% en porcentaje del retorno del cartón, la empresa podría llegar a ahorrar aproximadamente 88 mil quetzales.
3. En conjunto con un aumento en el porcentaje del cartón, también es necesario disminuir la cantidad de cartón que es rechazado para volver a ser utilizado. Nuevamente, si la empresa va a gastar 1.2 millones de quetzales en cartón y se toma acción para disminuir la cantidad de cartón rechazado en un 50%, esto representa más de 150 mil quetzales de ahorro en el año.
4. Si las situaciones expuestas anteriormente se dan simultáneamente, se da un efecto sinérgico entre los esfuerzos; entonces, si se aumenta el retorno en 10% y se disminuye la cantidad de cajas rechazadas en un 50% el ahorro puede llegar a superar los 250 mil quetzales anualmente.
5. Estas cantidades de ahorro representan la cantidad máxima que la empresa estaría dispuesta a invertir para alcanzar los resultados expuestos; de lo contrario, resultaría en pérdidas.

### B. RECOMENDACIÓN DE CRONOGRAMA DE INVERSIÓN

1. Las primeras recomendaciones a seguir son aquellas que pueden ser implementados con la mayor ligereza posible y que son de menor impacto económico para la empresa.
  - a. Primero se emplean los que no tienen ningún costo para la empresa:
    - 1) Solicitar al proveedor de cartón los cambios en diseño e impresión y colocar el mensaje “Esta caja es propiedad de (nombre de empresa). Favor devolver al vendedor”.
    - 2) Llenar las cajas con el empaque primario de manera que sea identificable a través de las aberturas en las cajas.
    - 3) Incitar al personal a denunciar maltratos hacia la propiedad de la empresa; específicamente a las cajas.

4) Desarrollo del sistema del llenado de los furgones; con un esquema de estiba superpuesto.

b. Posteriormente se emplean las que tienen un costo reducido:

1) Designar a una persona que verifique que las etiquetas colocadas en las cajas describan correctamente al producto que llevan dentro y que estén colocadas en el área designada para las mismas.

c. Luego los que van representando costos más elevados:

1) Determinar qué tipo de recipientes pueden ser empleados para reemplazar los múltiples usos que se le da a la caja dentro de la Planta y emplearlos.

2) Diseñar y poner en práctica los talleres informativos para el equipo de ventas que abarquen el método adecuado para cargar las unidades, manejo correcto de las cajas e informar acerca la campaña motivacional (competencia y publicación de resultados).

d. Continuamos con las inversiones más sustanciosas:

1) La compra de las paletas para BMP tiene un costo estimado de Q8,750.00; 25 paletas grandes y 25 pequeñas. Este costo es, en comparación con el valor del producto que se estiba sobre ellas, bastante reducido. Una tarima de cajas nuevas vale alrededor de Q2,000.00, que si no se hace algo al respecto, puede llegar a dañarse de una manera tan severa que las cajas nuevas se tornen inservibles antes de siquiera haber entrado a la Planta.

2) Se estima que en toda la operación se emplean aproximadamente 7,000 tarimas para transportar y almacenar el producto en Planta, BPT y sucursales. La proporción que es necesaria de cada tarima es de 50% grande y 50% pequeña. Esta inversión es de Q875,000.00. Es importante recalcar que esta inversión debe realizarse gradualmente en la medida que van siendo necesarias las paletas y en medida que el proveedor tenga capacidad. En conjunto con esta inversión se debe dar capacitación a los estibadores para que coloquen las cajas de la manera correcta.

## VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### A. CONCLUSIONES

1. El volumen de compra del cartón mantiene una tendencia marcada al alza.
2. La empresa ha logrado mantener un precio constante con el proveedor a través de negociaciones constantes y efectivas.
3. El porcentaje de retorno de cartón se mantiene alrededor de un 60% pero muestra una leve tendencia hacia la baja.
4. El dato histórico del porcentaje de cajas recuperadas que son inservibles muestra una tendencia al alza bastante marcada; mas del 3% anual.
5. Las tres razones principales por las que es rechazado el cartón son: Falta de Resistencia, Roturas Irreparables y Contaminación.
6. La efectividad del retorno de la caja se mide a través de un KPI, el Índice de Rotación. El índice muestra una tendencia a la baja; esto indica que se esta empeorando progresivamente.
7. La recuperación de cajas del mercado por sucursal esta en un rango entre 2% y 80%.
8. Más del 60% de las cajas que son catalogadas como para desechar caen dentro de esta categoría a causa de daños mecánicos que sufren por el manejo inadecuado de las cajas.
9. El análisis de sensibilidad demuestra que los factores principales que afectan en el gasto de cartón es el precio al que se compra y el porcentaje de recuperación.

### B. RECOMENDACIONES

1. Solicitar al proveedor el cambio inmediato en el diseño de la caja.
2. Adquirir las paletas de las dimensiones necesarias (1.50m x 1.50m y 1.35m x 1.35m) para que las cajas plegadas puedan ser paletizadas debidamente.
3. Comunicar la solicitud de que se coloque el producto de manera que pueda ser identificado a través de las aberturas laterales y establecer el proceso de verificación para asegurar que las cajas estén etiquetadas correctamente.
4. Iniciar con el proceso de adquisición de paletas nuevas para BPT, Planta y sucursales. Desarrollarlo de forma que se de prioridad hacia los destinos con mas urgencia. En conjunto, dar inicio a talleres de capacitación para

indicar al personal la manera correcta de paletizar y los beneficios que un buen paletizado da.

5. Crear un sistema de penalizaciones adecuado para sancionar al personal que no le da el cuidado necesario a las cajas.
6. Implementar esquemas de llenado de furgón para aprovechar el incremento de resistencia a la estiba al colocar las cajas superpuestas.
7. Implementar un sistema de capacitación y evaluaciones al azar para los vendedores, de manera que las cargas a las unidades se hagan de forma correcta.
8. Incluir en el diseño de la caja el mensaje “Esta caja es propiedad de (Nombre de la Empresa). Favor retornar al vendedor”.
9. Capacitar a la fuerza de ventas para que tengan el criterio básico para seleccionar cartón de manera que no retornen cartón inservible.
10. Poner en marcha las dos Pruebas Piloto para evaluar lo antes posible la viabilidad de aumentar, disminuir o mantener el test del cartón.
11. Implementar la campaña motivacional compuesta por el conjunto de información visible del retorno del cartón y competencias entre vendedores, equipos de ventas y sucursales.

## REFERENCIAS

Borba, Ulisses; Madrigal, Guillermo. 2003. *Team Turns Toolkit*. Vol. 1. México, Frito Lay. 37 pags.

Brody, Aaron L.; Marsh, Kenneth S. 1997. *The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology*. 2a ed. New York, Wiley-Interscience, 1023 pags.

Bureau, G.; Multon, J.L. 1995. *Embalaje de los Alimentos de Gran Consumo*. Traducido por: Calvo Rebollar, Miguel; Sevillano Calvo, Emilia. Zaragoza, ACRIBIA, S.A. 747 pags.

*Cartón Corrugado ¿Que es el cartón corrugado?* [www.papelnet.cl](http://www.papelnet.cl)

*Cartón Corrugado Elementos básicos que conforman el cartón corrugado*  
[www.papelnet.cl](http://www.papelnet.cl)

Entrevistas personales:

Ing. Aníbal Castro – Jefe de Bodega de Materias Primas

Ing. Iván Boror – Jefe de Bodega de Producto Terminado

Sr. Emilio Barrios – Vendedor de Ruta DTS

Sr. Luís Alberto Villanueva – Antiguo Encargado de Cartón y Suministros

Sr. Gerson Aldana – Administrador de Almacén (Sucursal 2)

Ing. Ana Cecilia Gonzáles – Jefa de Compras

Hanlon, Joseph F. 1992. *Handbook of Package Engineering*. 2a ed. Lancaster, Technomic Publishing Company, Inc.

INLAND. *Terminología* [www.inlandamericas.com](http://www.inlandamericas.com)

Leonard, Edmund A. 1996. *Packaging. Specifications, Purchasing, and Quality Control*. 4a ed. New York, Marcel Dekker, Inc. 287 pags.

TAPPI. *How are corrugated boxes made?* [www.tappi.org](http://www.tappi.org)