



Proyecto Final de
Ingeniería Industrial

OPTIMIZACIÓN DEL FLUJO DE PALLETS

Autores: Balaguer, Santiago Ezequiel

Murekian, Ary Dicran

Docente Guía: Lic. Rancan, Claudio Jorge

Resumen Ejecutivo

El presente proyecto tiene por fin analizar el flujo de pallets de una empresa de consumo masivo, puesto que se entiende que los pallets tienen una importancia actual en las distintas cadenas logísticas que hace necesario un correcto entendimiento de los mismos, en términos de costos y de cantidades. Se analizará desde el aprovisionamiento de la materia prima palletizada hasta el despacho palletizado a clientes.

Antes de proseguir, resulta imperioso explicar que este proyecto es parte un proyecto aún mayor que contempla el estudio de los distintos tipos de pallet con el fin de detectar el que representa la mejor relación costo/beneficio para las características particulares de la institución en cuestión. Con ambos proyectos, se podrá concluir cuál es el mejor escenario para La Empresa en términos de su circuito de pallets.

Tabla de contenido

RESUMEN EJECUTIVO	II
INTRODUCCIÓN	5
PROBLEMÁTICA	6
SITUACIÓN ACTUAL	7
POSIBLES SOLUCIONES	11
MOVIMIENTO DE CARGAS A GRANEL	11
LOGÍSTICA INVERSA: LOS CLIENTES BUSCAN EL PRODUCTO	12
MOVIMIENTO EN CARGA PALLETIZADA	12
ESTUDIO DEL FLUJO DE PALLETS	14
SUBSISTEMA PRIMERO: LA ENTREGA A LOS CLIENTES	16
COMPARACIÓN ENTRE VARIABLES	16
LAS VARIACIÓN DE VARIABLES Y LA VARIACIÓN DE VOLUMEN	20
SUBSISTEMA SEGUNDO: CIRCUITO DE PROVEEDORES DE PP1	27
SUBSISTEMA TERCERO: CIRCUITO DE PROVEEDORES DE PP2	28
TRATAMIENTO DE LOS STOCKS	29
DISTRIBUCIÓN DEL STOCK	31
OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA	36
OPTIMIZACIÓN DEL FLUJO DE SALIDA	37
DECISIÓN DE ENFOQUE	37
SISTEMA DE CONTROL DE PÉRDIDAS	39
OPTIMIZACIÓN DEL FLUJO DE ENTRADA	42
ELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA	42
SUPOSICIONES DEL MODELO	43
COSTOS RELACIONADOS	44
DESARROLLO TEÓRICO	45
COSTO TOTAL ESPERADO	45
LOTE ÓPTIMO	47
CONCLUSIÓN DEL DESARROLLO TEÓRICO	49
COMPARACIÓN CON EL MODELO ACTUAL – ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	51
FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	54
ANÁLISIS DETALLADO DE LA DEMANDA	55
ANÁLISIS DE OPTIMIZACIÓN DE CARGA DE PALLETS	55
ANÁLISIS DE FLETES	56

ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PALLET	56
BIBLIOGRAFÍA E ÍNDICES	57
FUENTES BIBLIOGRÁFICAS	58
ÍNDICE DE TABLAS	59
ÍNDICE DE GRÁFICOS	59
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	59
ÍNDICE DE ECUACIONES	59

INTRODUCCIÓN

Problemática

La logística de distribución es una modalidad que se tornó importante para las empresas en los últimos 20 años, siendo que representa un costo importante en el abastecimiento de los clientes, y suele ser una fuente de varias ineficiencias si no se la trata correctamente; en resumen, es un proceso vital y naturalmente ineficiente.

Uno de los hitos más interesantes en la corta historia de la logística es el uso de unos dispositivos, llamados “pallets”, en los que se carga producto; de esta manera, con el tiempo, aconteció lo que sigue:

1. Se estandarizó el elemento que se tiene que transportar, haciendo que todas las maquinarias, transportes y bodegas se diseñen de manera eficiente para una única forma universal.
2. Casi todo el volumen de producto terminado se mueve en pallets, en todo el mundo (puede que el tamaño, la forma y el material del pallet sea distinto para diferentes escenarios, pero el concepto del uso del pallet es universalmente aceptado).

Dada la importancia en las cadenas logísticas de pallets, existe en el mercado una gran oferta, en términos de tamaño, tipo de material usado, costos e inclusive de tipo de manejo. A saber, los pallets más frecuentes en el mercado son los de madera, pero en varios casos se pueden usar pallets de plástico o incluso de aluminio si se requiere que duren mucho tiempo o si la madera no soporta el peso que tiene que soportar. En términos de tipo de manejo, lo común y lo que la mayoría de las empresas hacen es comprar los pallets y administrarlos, pero existe también la posibilidad de alquilarlos y pagar una tasa por cada movimiento que haga el pallet (si se transfiere a otra persona jurídica que tenga contrato de alquiler de pallet, si se pierde o rompe, si lo devuelvo a la empresa que me lo alquila o si lo tengo en mi depósito).

Las empresas del mercado de consumo masivo, mueven toda su carga a cliente en forma palletizada, pues transportan varios tipos de producto con distinta terminación, y requieren del pallet para hacer más productiva toda su cadena logística. Para estas empresas, los pallets representan alrededor del 9% de su total de gasto logístico, lo cual se traduce en varios millones de dólares al año¹. No sólo esto, sino que además, los clientes de estas empresas no están concentrados, sino que se

¹ Se considera solo el gasto en pallets propiamente dicho; el 9% no tiene en cuenta ningún gasto administrativo que pueda requerir el manejo de este elemento.

distribuyen por todo el país, lo que hace que la logística de recupero de los pallets sea cuanto menos complicada.

En resumen, en el mercado del consumo masivo los pallets son necesarios y requieren de todo un tratamiento especial para que su uso sea eficiente y no se traduzca en gastos excesivos. Es por estos motivos que se estudiará el flujo de pallets de una empresa de consumo masivo, para entender en profundidad qué se necesita para operar eficientemente. Además, dada la vasta variedad de tipos de pallets que existen en el mercado actual, se estudiará, según las necesidades del circuito de pallets y de las cargas que éstos han de soportar, qué tipo de pallet (en términos de material y de tamaño) o qué combinación de los mismos (¿pallets más duraderos y costosos para almacenamiento y de peor calidad y más económicos para despachos?; ¿Todos pallets iguales?) es requerida para la situación en la que se encuentra La Empresa en estudio.

Situación Actual

La Empresa en estudio se desempeña en el mercado del consumo masivo, y tiene hoy en día unos 20 años de trabajo en Argentina. Cuenta con 2 centros productores en el país, un centro de distribución, un portfolio, varios productos y unos 300 clientes a lo largo y ancho del país. En la actualidad, miles de personas consumen los productos que La Empresa vende a sus clientes.

Para poder explicar la operatoria actual, es importante explicar primero la diferencia para La Empresa entre clientes y consumidores, pues en este caso son distintos. Clientes son todos aquellos que resultan intermediarios entre La Empresa y los consumidores; a saber, son clientes las cadenas de hipermercados, supermercados mayoristas y minoristas, cadenas de farmacias, distribuidores, etc. Los consumidores son todas las personas que terminan utilizando los productos finalizando la cadena de comercialización.

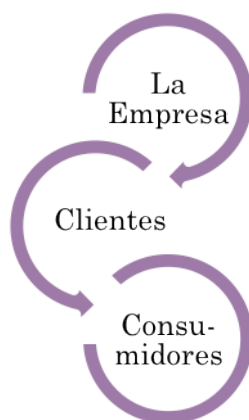


ILUSTRACIÓN 1 - CADENA DE COMERCIALIZACIÓN

Con lo anterior en mente, resulta entonces necesario entender el flujo de mercadería entre La Empresa y sus clientes, pues toda la mercadería se mueve palletizada y entender ese flujo conllevará indefectiblemente a entender el flujo de salida de pallets. De todas formas, en esta sección se presentará a modo informativo este sistema sin entrar en los detalles numéricos que se analizarán a posteriori.

Antes de empezar a explorar la logística involucrada en el transporte de los productos a los clientes, será interesante entender el abastecimiento del Centro de Distribución (CD) de La Empresa, pues de allí sale la mayor parte del volumen vendido. El CD es abastecido tanto por la Planta Productora 1 (PP1), como por la Planta Productora 2 (PP2), así como también de los productos importados de las filiales de Brasil y de México. Mientras que la PP1 y la PP2 envían al CD el producto ya palletizado, las filiales de Brasil y de México lo hacen principalmente a granel, lo que implica que se deben conseguir pallets para poder guardar en stock el producto importado.

Una vez tenido el stock en el CD, la logística de envío a los clientes se divide en dos procesos principales: el primero, es el envío directo, para todos aquellos clientes que pueden afrontar el gasto de comprar camiones completos de producto, y el segundo es a través de Cross-Docks (XD's), una modalidad que tiene por fin abastecer a los XD's con camiones completos, los cuales luego dividen la carga y la envían, en transportes más pequeños, a los clientes. Los XD's están estratégicamente ubicados a lo largo y ancho del país para abastecer a determinados clientes, y no son propiedad de La Empresa, sino que el servicio es tercerizado. Además, cabe destacar que existen ciertos clientes que son abastecidos directamente por la PP2, pues pueden comprar camiones enteros de los productos que allí se producen.

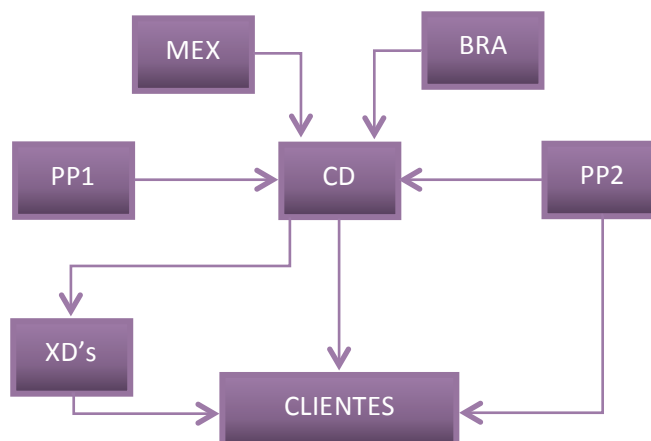


ILUSTRACIÓN 2 - SISTEMA DE APROVISIONAMIENTO AL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN

Lo anterior sirve de base para entender el flujo real de pallets que requiere la operatoria de La Empresa, puesto que las cargas a clientes o a XD's se hacen enteramente con carga palletizada, nada se transporta a granel. A toda la operatoria antes explicada se le suma el flujo de pallets que existe entre las Plantas Productoras y sus proveedores. Este circuito interno debería ser sencillo y con cantidad de pallets constante, pero en la realidad no resulta así debido a ineficiencias operacionales y requerimientos específicos respecto al estado de los pallets de cada uno de los proveedores. Estas situaciones se analizarán numéricamente más adelante.

Un punto importante de primer análisis actual es cómo se maneja La Empresa en términos de pallets. Hoy en día, y como se mencionó anteriormente, la base del manejo de los pallet es mediante el alquiler de los mismos, siempre con el Proveedor A. El mismo tiene un esquema de cobro según los movimientos que haga cada uno de los pallet alquilados.

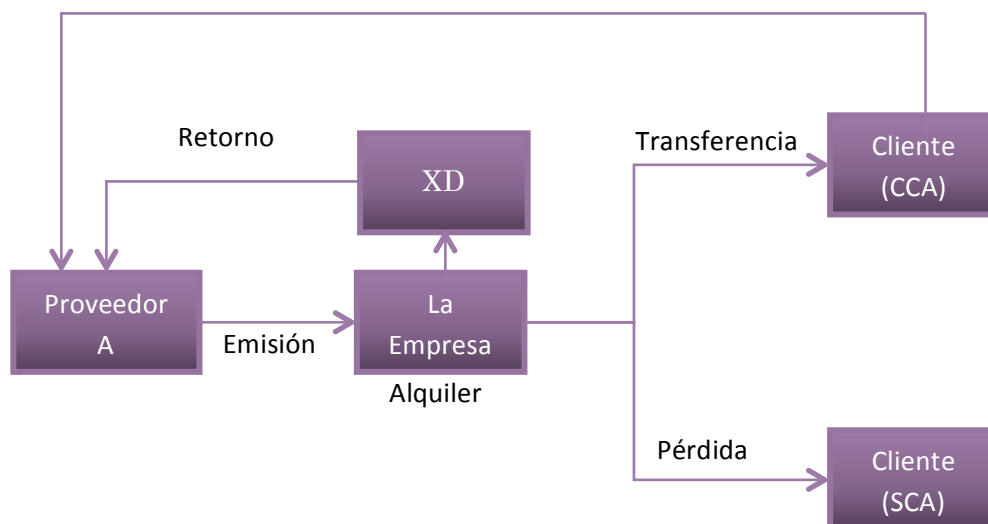


ILUSTRACIÓN 3 - ESQUEMA DE MOVIMIENTOS DE PALLETS

La ilustración 3 muestra varios movimientos que puede llegar a realizar un pallet que serán cobrados por el Proveedor A:

- **Emisión:** Cada vez que se pida un pallet al proveedor, se cobrará una tasa llamada “Emisión”.
- **Alquiler:** Es lo que La Empresa paga por día por cada pallet que tiene en su poder.
- **Transferencia:** Cada vez que se envía producto palletizado a un cliente que tiene contrato con el Proveedor A (Con Contrato con A; CCA), se cobrará una tasa llamada “Transferencia”.
- **Retorno:** Cada vez que un XD devuelve un pallet al Proveedor A que fue enviado a dicho XD por La Empresa, se cobrará una tasa llamada “Retorno”.
- **Pérdida:** Cada vez que se embarca mercadería palletizada a un cliente que no tiene contrato con el Proveedor A (Sin Contrato con A; SCA), se cobra una tasa llamada “Pérdida”.

En resumidas cuentas, resulta entonces que el circuito eficiente de uso de los pallets alquilados se compone de Emisión, Alquiler, Transferencia y Retorno, mientras que el circuito ineficiente está compuesto por Emisión, Alquiler y Pérdida (este último no forma un lazo cerrado como sí lo hace el primero). Es sabido en el mercado que si el circuito es usado en forma eficiente, es más económico que la compra de pallets normales, que pasan a ser propiedad de La Empresa, mientras que si el uso es de forma ineficiente, el gasto resulta hasta un 100% mayor que el de un pallet comprado. Además, el uso eficiente suele requerir un control exhaustivo por parte de La Empresa que, en la mayoría de los casos, contrata un recurso que se ocupa específicamente de esta situación.

Es interesante comentar que la situación presente del Proveedor A en términos de calidad de servicio no es satisfactoria para La Empresa, y en el futuro no se augura un cambio de rumbo. Esto genera una rispidez innecesaria con el proveedor que desgasta a ambas partes y puede resultar, como ya amagó en varias situaciones, en pérdidas de dinero de importante magnitud para La Empresa, pues corre el riesgo de no poder entregar el producto terminado. Un minucioso estudio del flujo de pallets, así como también de los distintos tipos de pallets que existen en el mercado puede tener preparada a La Empresa para tomar alguna decisión que considere pertinente.

Además del sistema de alquiler de pallets, la empresa compra pallets comunes, denominados “pallets blancos”, siempre del Proveedor B. Esto es así, porque el gasto correspondiente al circuito ineficiente de pallets, hace que sea económicamente más conveniente repalletizar las cargas de pallet completo que van a ser enviadas a aquellos clientes que no tengan contrato con el Proveedor A. De ser la carga al cliente sin contrato con el Proveedor A producto de un proceso de picking, el mismo se realiza directamente sobre un pallet blanco. De todas formas, el proceso no siempre resulta, sobre todo a fin de mes donde se empuja el volumen para cumplir con los objetivos; en estos casos, se suele perder gran cantidad de dinero.

Posibles Soluciones

Son varias las maneras en las que las empresas pueden abastecerse de materia prima, así como también despachar a clientes, lo cual, en resumen, sería operar su cadena logística. En lo que sigue, se presentarán distintas alternativas para esto, que luego serán analizadas; dicho análisis permitirá encontrar la mejor solución, que será la que se va a estudiar en profundidad.

Movimiento de cargas a granel

La carga a granel es muy ventajosa, pues permite el aprovechamiento máximo del espacio de los transportes (se terminarán saturando por volumen o por peso, pero pura y exclusivamente de la carga), lo que, para cualquier Gerente de Logística, es el objetivo supremo.

De todas maneras, el movimiento a granel tiene grandes ineficiencias a la hora de descargar y de cargar el producto al camión, pues se lo tiene que hacer caja por caja. Esto implica varias horas de trabajo. No sólo esto, sino que aquellos que hacen el trabajo son empleados del gremio de camioneros, y hoy en día en Argentina se busca contratar la menor cantidad de gente posible de este gremio, por las presiones que se suelen sufrir.

Logística inversa: Los clientes buscan el producto

Al revés de lo que sucede hoy en día, se podría buscar el convenio comercial que haga que los clientes busquen el producto de sus proveedores. De esta manera, las empresas no tendrían gastos logísticos relacionados, pues sus cadenas logísticas serían considerablemente más simples.

Lamentablemente, más en el mundo del consumo masivo, el servicio al cliente es un punto fundamental, y no se podrá afrontar el costo político de siquiera proponer esta opción.

Movimiento en carga palletizada

El movimiento en carga palletizada estandariza, como se argumentó oportunamente, a todos los distintos tipos de producto que pueda llegar a tener que transportar una empresa de consumo masivo a sus clientes. Esto resulta vital si se considera la amplia cartera de productos que es típica de este mercado; los mismos pueden variar desde cepillos de dientes hasta pañales, pasando por pilas y electrodomésticos, cada uno con sus particularidades de transporte. La carga palletizada aumenta la productividad en el transporte de todas estas cargas.

La estandarización no sólo logra aumentar la productividad, sino que permite ahorrar en costos de maquinaria y de depósito, pues no se necesitan distintos tipos de maquinaria para transportar las distintas cargas, basta con tener maquinaria que pueda transportar los pallets. Mismo caso con el mobiliario del depósito, pues si el pallet puede caber allí, importa poco lo que éste tenga por arriba.

El problema con los pallets es el sobre costo logístico que requieren, pues no son económicos y lo más usual es que se pierdan. En promedio, los pallets suelen ocupar el 9% del gasto logístico de una cadena de distribución. Además, requieren de esfuerzos administrativos para que ese 9% no aumente aún más.

En resumen, dadas las características del mercado del consumo masivo, la estandarización de las cargas es necesario, y el pallet puede lograr esto. Además, este mercado tiene como premisa actual el servicio al cliente, por lo que deja de ser un opción el no entregar el producto a quien lo compra. Se puede concluir que si se conoce la cadena de distribución, el movimiento de carga en pallets es la mejor opción.

A continuación, se estudiará el flujo de pallets de La Empresa, con el fin de entender la cadena en profundidad en sus tres subsistemas:

1. Subsistema 1: La entrega a los clientes.
2. Subsistema 2: Circuito de proveedores con la PP1.
3. Subsistema 3: Circuito de proveedores con la PP2.

El estudio concluirá con las necesidades de cantidad de pallets para cada uno de los antedichos subsistemas, dependiendo del volumen que maneje la empresa (un aumento o una disminución de volumen hará que se requieran menos pallets). De esta manera, se podrá controlar la cadena de uso de pallets y aprovechar así sus ventajas, teniendo controladas sus desventajas.

ESTUDIO DEL FLUJO DE PALLETS

En lo que sigue se estudiará el flujo de pallets que contempla la cadena de distribución logística de La Empresa, partiendo el sistema total en tres subsistemas:

1. Subsistema 1: La entrega a los clientes.
2. Subsistema 2: Circuito de proveedores con la PP1.
3. Subsistema 3: Circuito de proveedores con la PP2.

Antes de entrar en un profundo estudio de las partes antes mencionadas, es menester explicar cómo se estandariza una medida de volumen en una compañía que tiene una cartera de productos de naturalezas muy distintas. Con el fin de estandarizar la medida con la que se trata al volumen de ventas, se hablará de 'Statistical Units' (SU) como unidad de volumen.

Categoría	Pallets/MSU
Cat 1	0.09
Cat 2	0.06
Cat 3	0.04
Cat 4	0.21
Cat 5	0.06
Cat 6	0.21
Cat 7	0.04
Cat 8	0.14
Cat 9	0.08
Cat 10	0.04
Cat 11	0.12
Cat 12	0.10
Cat 13	0.14
Cat 14	0.07
Cat 15	0.07
Cat 16	0.10
Cat 17	0.10

TABLA 1 - TABLA COMPARATIVA DE CATEGORÍAS CON SU CONVERSIÓN DE PALLETS A MILES DE SU

Esta categorización en una unidad específica simplificará el estudio del flujo de pallets, pues se entiende que la cantidad de pallets a utilizar es directamente proporcional al volumen de ventas. Por problemas de confidencialidad empresarial, no se puede adentrar en la explicación de cómo se decide a cuánto equivale un 'su', ni se pueden detallar las categorías arriba expuestas.

Subsistema Primero: La entrega a los Clientes

Resulta interesante explorar esta parte de la cadena de distribución, aprovechando la modalidad actual de alquiler de pallets. Se buscará entonces sacar el máximo provecho de la información provista por La Empresa acerca de su sistema actual.

Comparación Entre Variables

En lo que sigue se buscará explicar la conexión existente dentro de las distintas variables que maneja hoy en día el negocio de alquiler de pallets. Se tomó un período de 17 meses consecutivos, sobre los cuales se obvió la fecha con el fin de proteger la información provista por La Empresa.

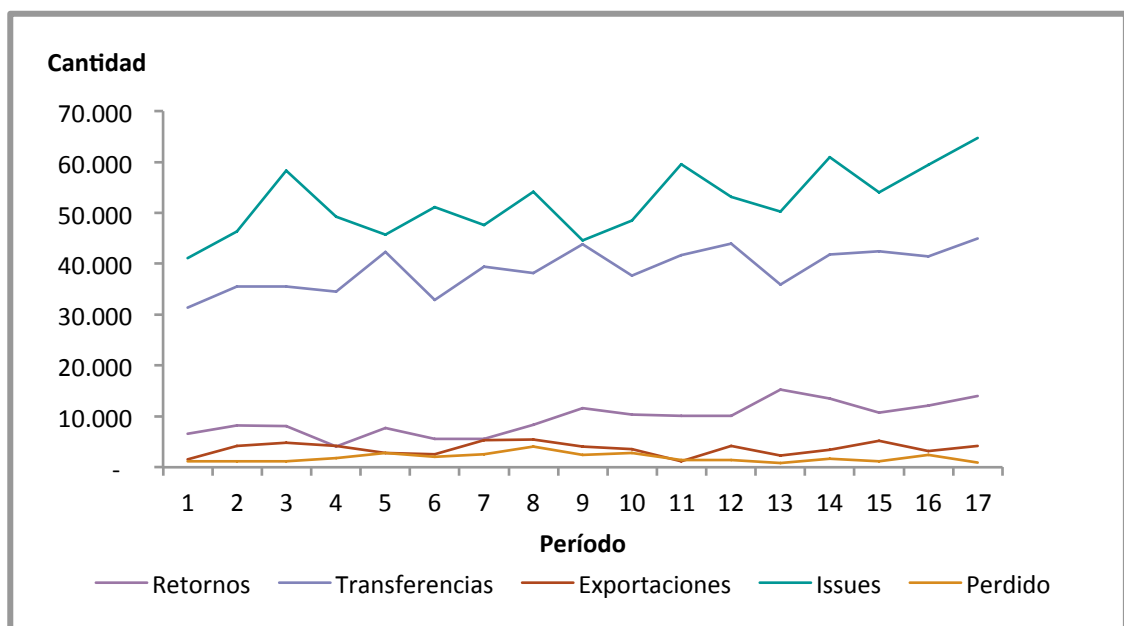


GRÁFICO 1 - COMPARACIÓN ENTRE VARIABLES DE FLUJO

Las variables presentadas en el gráfico anterior, son representantes del flujo de pallets actual, pues todas y cada una de ellas buscan aumentar o disminuir el stock que se tiene de pallets, stock sobre el que se formará una discusión conforme avance este análisis.



GRÁFICO 2 - COMPARACIÓN DE FLUJOS DE SALIDA Y ENTRADA EN PERÍODOS 10 Y 11

Como bien se supo explicar con anterioridad, los “issues” representan la entrada de pallets al sistema, es el proceso por el cual se pide pallets a la empresa proveedora del servicio y se los da de alta en el sistema de La Empresa en estudio. Como son la única entrada al sistema, es de esperar que sean la variable más grande de proceso actual de pallets, y que se compense con la suma de todas las otras variables. Cualquier diferencia que pueda haber entre la cantidad de issues y la suma en las cantidades de todas las otras variables, repercute directamente en el stock que se tiene de pallets. Vale también aclarar que los pedidos de pallets se realizan en una base diaria.

Un ejemplo de lo antes mencionado es lo que supo suceder en los periodos 9, 10 y 11. En el periodo 9 en particular, según explicó el Gerente del Centro de Distribución, se contaba con un stock elevado en la cantidad de pallets, por lo que se decidió pedir menos cantidad ese mes y consumir así el stock existente, corrigiendo y ajustando dicho stock de pallets a niveles denominados “sanos” por La Empresa. Vale aclarar que los pallets tienen una Carga De Fuego (facilidad para encenderse y mantener un incendio) elevada, por lo que La Empresa tiene regulaciones internas estrictas en términos de cantidad de pallets que se pueden guardar en stock, así como también del sector de guarda de los mismos.

Gracias a la corrección hecha en el periodo 9, no debería haber luego variaciones entre entradas y salidas, pero las mismas continúan existiendo en los periodos 10 y 11.

Producto de una mala estimación, la suma en la cantidad de variables de salida del sistema (“Otras Variables” en el gráfico), superó en, aproximadamente, unos cinco mil pallets la cantidad de pallets pedidos (“Issues” en el gráfico). Siendo que en el período anterior (período 9) se había llevado el stock al stock óptimo de pallets de La Empresa, esta diferencia se debía compensar. Esta compensación se hizo efectiva en el período 11, donde la cantidad de issues superó la suma de las distintas variables de salida en cinco mil pallets aproximadamente.

Para dar perspectivas de las razones por las cuales el flujo no es exacto (cantidad de entrada distinta a cantidad de salida) lo que hace necesario tener un stock de pallets intermedio, sirve de ejemplo lo sucedido en el período 10. El Gerente del Centro de Distribución supo explicar lo difícil que resulta para todo el manejo del CD (no sólo para la administración de pallets), lo que se llama “Pico de Fin de Mes”. Según comenta, todos los meses sostenidamente, hay un pico de embarques a fin de mes que resulta difícil de pronosticar. Los responsables de ventas salen con todas sus armas a buscar vender todo el volumen que se comprometió en el presupuesto financiero de ese mes en la empresa, sin importar los impactos logísticos que esto trae: despacho de camiones semi-vacíos, horas extra en el CD, ineficiencias en el manejo de stocks de pallets, por nombrar algunas. En el período 10 en particular, se dio un Pico de Fin de Mes muy alto, mayor al esperado, por lo que la cantidad de pallets pedidos en la última semana de ese mes no alcanzó a cubrir la cantidad de salidas de pallets que hubo (trasferencias a clientes o cross-docks, pérdidas y exportaciones). Resulta importante entonces entender cómo funciona el pico de fin de mes para poder optimizar al máximo la cantidad de pallets que se piden y así mantener un stock sano tanto física como financieramente. El Gerente del CD sugiere que una base interesante para pronosticar el impacto del Pico de Fin de Mes es entender la diferencia entre lo que se lleva vendido en el mes y lo que se comprometió La Empresa a vender. Este tema se analizará oportunamente en esta obra cuando se intente optimizar el flujo de pallets.

Hasta aquí se analizó el flujo de entrada al sistema, y apenas se mencionaron las características del flujo de salida, por lo que se ahondará en este detalle en lo que sigue.

Financieramente hablando, es sano para La Empresa que el flujo más pequeño de salida que tiene hoy en día sea de Pallets Perdidos. Estos pallets son los destinados a clientes que no tenían contrato con la empresa prestadora del servicio de alquiler de pallets o simplemente pallets cuyo destino fue incierto. Sucede a menudo que en los controles de inventarios (que tienen lugar cada 4 meses), la empresa prestadora del servicio de alquiler busque ajustar las diferencias (la cantidad de pallets físicos que se cuenta debe ser igual al stock que se tenía en el conteo previo, sumado a las entradas

al sistema y restado a las salidas del sistema) por pallets perdidos, pues es donde ésta obtiene mayor diferencia económica, mientras que La Empresa en estudio tendrá a sus recursos buscando mes a mes qué transferencias no fueron declaradas para poder declararlas.

Siguiendo en términos financieros, es también interesante que las Exportaciones sean bajas, pues los países receptores de mercadería exportada requieren que los pallet tengan un tratamiento fitosanitario para evitar la exportación de plagas en la madera. Este tratamiento hace que las transferencias internacionales sean más costosas que las transferencias a clientes locales. Vale también aclarar que toda transferencia internacional es a filiales de La Empresa en otros países, por lo que ese flujo de salida de pallets podría ser obviado y la mercadería podría ser enviada a granel, garantizando un mejor aprovechamiento del espacio del camión y ahorros en pallets.

Por su parte, a los clientes se los abastece o directamente o a través de cross-dock. La diferencia entre estos dos tipos de abastecimiento hace a la variación entre las variables “Transferencias” que representan el abastecimiento directo a clientes, y “Retornos” que es lo que se paga por cerrar el ciclo a través de los cross-docks. Según cuentan en La Empresa sería interesante lograr que los cross-docks sean reconocidos como clientes para hacer la transferencia directamente a ellos y desligarse del manejo posterior de pallets. Hoy en día los cross-docks representan una pérdida muy grande de pallets, tanto por el delay en la entrega de información como en la pérdida misma de pallets. El costo de una Transferencia y de un Retorno es exactamente el mismo, pero el trabajo posterior que requieren es muy diferente. La decisión de entregar a un cliente en forma directa o a través de un cross-dock es responsabilidad directa del Gerente de Transporte, y poca accionabilidad se tiene en ese área.

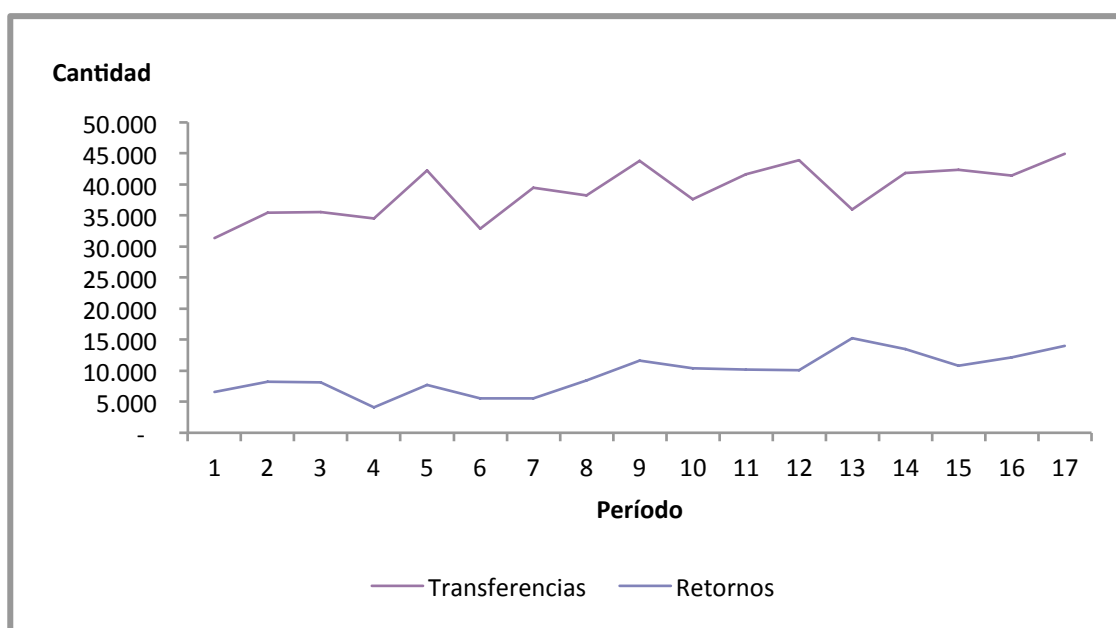


GRÁFICO 3 - COMPARACIÓN ENTRE TRANSFERENCIAS Y RETORNOS

Se puede observar cómo los Retornos y las Transferencias tienen un comportamiento similar: cuando uno aumenta el otro también y lo mismo sucede con la disminución. La diferencia entre las dos tasas es la violencia con la que se dan los picos de aumento y de descenso. Las transferencias resultan más usuales, por lo que suelen tener picos de embarques más violentos que los cross-docks. Siguiendo con la explicación del Pico de Fin de Mes, todos los embarques por cross-docks tienen lead times mayores que los embarques directos, por lo que a fin de mes los embarques suelen ser directos, pues así se aseguran entregar dentro del mes y ayudar a que los clientes tengan producto para vender a los consumidores en el momento en el que éstos tienen dinero (a principios de mes, luego de cobrar el sueldo).

Un caso de análisis particular, y por el que se contactó oportunamente al Gerente de Transporte fue lo ocurrido en el período 13, en el que los retornos tuvieron un alza versus las transferencias que tuvieron una baja. El Gerente de Transporte supo explicar que se combinó una serie de factores en ese caso: En primer lugar, hubo un delay en la información del período 12, en donde hubo un pico de embarques y la cantidad registrada como retornos fue recién declarada en el período 13. En segundo lugar, se analizó un cambio en la herramienta que ayuda a decidir si entregar a los clientes en vía directa o por cross-dock, lo que llevó a un aumento de la carga movida por cross dock. Este cambio fue luego desestimado, pues no trajo los ahorros esperados.

Las Variación de Variables y la Variación de Volumen

Se entiende que el gasto de pallets está directamente relacionado con la variación de volumen de ventas, pues toda la carga de producto terminado se mueve

palletizada. A mayor volumen de ventas, más pallets se necesitarán y, en consecuencia, más dinero se deberá invertir. Es entonces viable concluir que el gasto en pallets es un gasto puramente variable. Por este motivo, se estudiará cómo varió el volumen en los 17 meses antes mencionados y cómo variaron cada una de las variables de entrada y de salida al sistema.

Transferencias

Las Transferencias son las entregas de producto a clientes que se hacen directamente desde el CD de la empresa, sin ningún tipo de intermediario. Es de esperar que la variación en las transferencias sea muy similar a la variación de volumen de ventas.

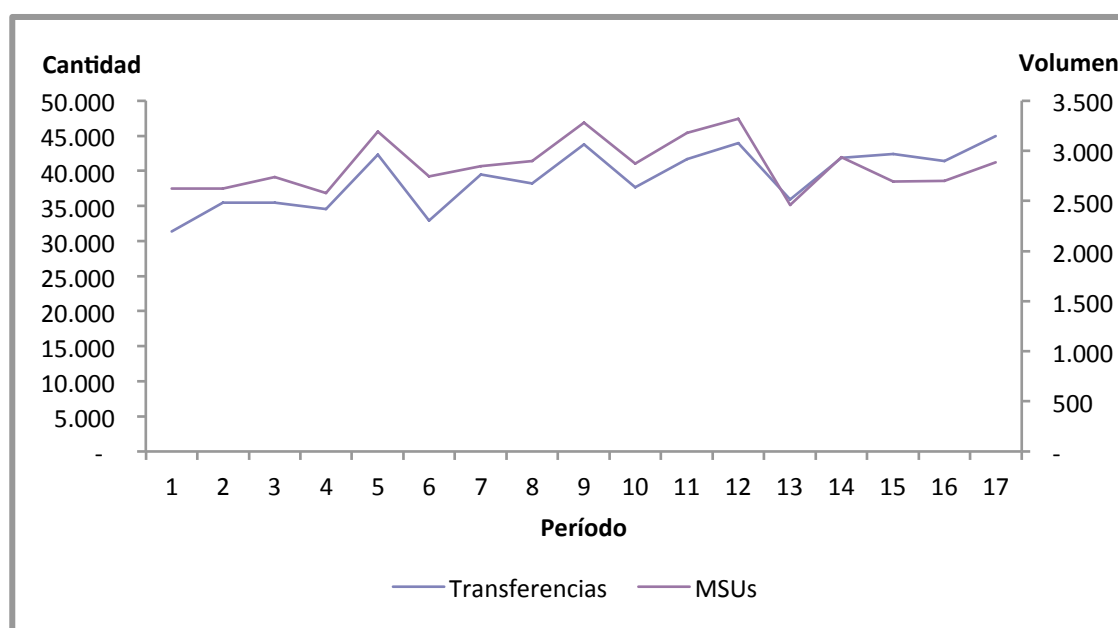


GRÁFICO 4 - COMPARACIÓN ENTRE TRANSFERENCIAS Y VOLUMEN

Siendo la mayor cantidad de embarques a clientes provista en forma directa (por cuestiones de costos y servicio según comenta el Gerente de Transporte), se puede observar una fina sintonía entre la variación en la cantidad de Transferencias de Pallets que hubo y la cantidad de volumen vendido (medido en miles de unidades estadísticas). Independientemente de las cantidades per se que se pueden apreciar en el gráfico, es importante notar las variaciones en las dos líneas presentadas: las subidas y bajadas en volumen son acompañadas por subidas y bajadas en cantidad de transferencias.

Aquí se debe hacer un alto y explicar cómo se embarca a clientes que no tienen contrato con la empresa proveedora de servicio de alquiler de pallets. Hoy en día se realiza un minucioso estudio de cuáles son los clientes a los que se les puede entregar en pallets alquilados y a cuáles no. En estos casos, se procede a repalletizar la carga

(todo el producto almacenado en el centro de distribución se encuentra palletizado sobre pallets alquilados) sobre pallets que La Empresa adquiere a través de un proceso de compra directa, por lo que son total propiedad de ésta. De todas formas, la cantidad de clientes que caen en este grupo es la menor sobre el total de clientes, y su volumen de compra es ínfimo versus el volumen total de venta de La Empresa. Por este motivo se decidió que las transferencias (y las variables de salida que se explicarán a continuación) sean representativas para explicar el flujo de pallets.

Retornos

Los Retornos surgen de todos aquellos viajes de abastecimiento a clientes que resultaron a través de cross-docks. Se comentó oportunamente que la decisión de abastecimiento a clientes en forma directa o a través de cross-docks se realiza directamente en el área de Transporte y tiene la aprobación del Gerente de Transporte. En términos puramente ilustrativos, vale aclarar que esta decisión contempla tanto servicio como costo.

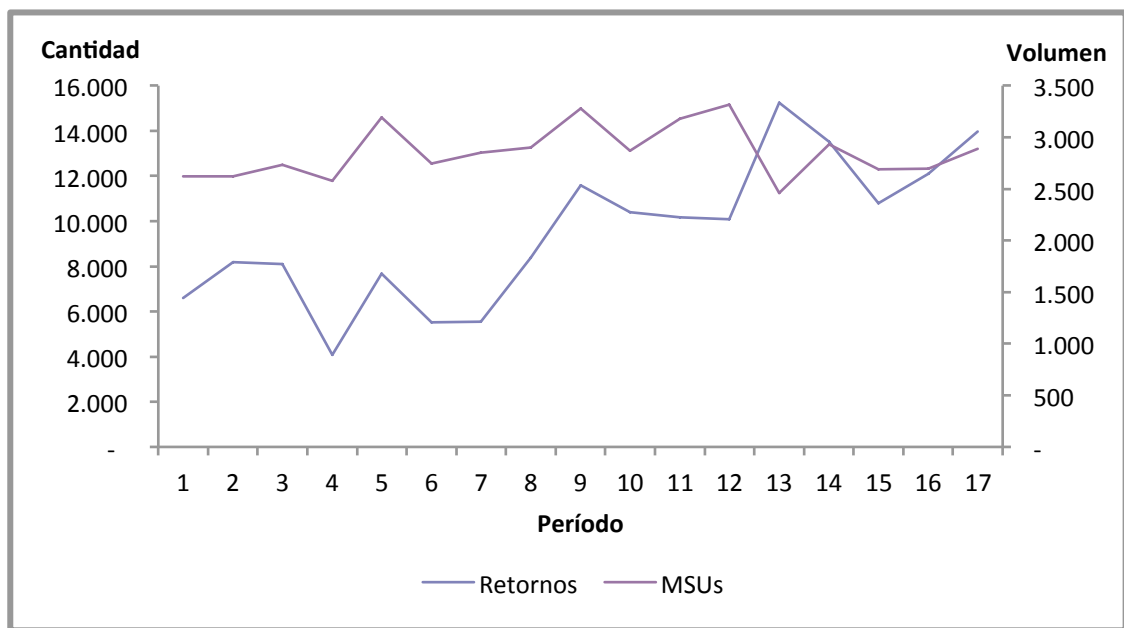


GRÁFICO 5 - COMPARACIÓN ENTRE RETORNOS Y VOLUMEN

Siendo los Retornos parte del circuito de entrega a los clientes, muestran éstos una congruencia con la variación de volumen de ventas, aunque menos marcada que lo que sucedía con las Transferencias. La razón de ser de esta sutil diferencia radica en que el abastecimiento a través de cross-dock es menos común que la transferencia directa, principalmente por los lead times que afectan a estos centros de manejo de producto terminado.

Los cross-docks son proveedores que reciben mercadería de camiones grandes (principalmente semis) en donde se agrupa el producto terminado que corresponde a

varios clientes usualmente chicos. Es responsabilidad del cross-dock desconsolidar la carga y consolidarla en pequeñas camionetas que llevarán los productos a los distintos clientes correspondientemente. Todo este proceso de carga-descarga-carga, así como también los tiempos que se demora en llegar al cross-dock y del cross-dock llegar a los clientes, hacen que los lead times que se manejan sean mayores que aquellos de la entrega directa.

Un análisis particular requiere lo sucedido en el período 13. Según comenta el Gerente de Transporte, los cross-docks suelen tener demoras en la entrega de información, no sólo de los informes de entrega a los clientes, sino también en los informes de lo que hacen con los pallets que reciben, pallets que, al ser alquilados, son responsabilidad de La Empresa en estudio. En el período 13 supieron explicar que se sucedieron dos cuestiones: la primera tiene que ver con la declaración de pallets de Retorno del período 12, informados en forma tardía, mientras que la segunda fuente de variación resulta de un ajuste que se realizó en ese mes de la herramienta que decide si hay que entregar a los clientes por cross-dock o en forma directa, en cuyo caso resultó en un mayor número de entregas a través de cross-dock.

Pérdidas

Las pérdidas materializan todas las entregas que se hicieron a clientes que no tienen contrato con la empresa proveedora del servicio de alquiler de pallets, así como también los pallets que efectivamente se perdieron o los pallets que se rompieron producto del manejo interno de los mismos. Si algún cargamento de abastecimiento de pallets tuviese entre todos ellos pallets rotos, será necesario que quien los reciba en La Empresa los separe, fotografíe e informe inmediatamente a la empresa prestadora del servicio de alquiler de pallets. En caso de aprobación, se realiza una nota de crédito que tiene como beneficiario a La Empresa por un monto tal que ocupa los gastos relacionados a ese pallet que fue entregado en mal estado. A título informativo, se tiene una guía entregada por la empresa prestadora del servicio de alquiler de pallets en la que se indica claramente y con fotografías qué se entiende que es un pallet roto.

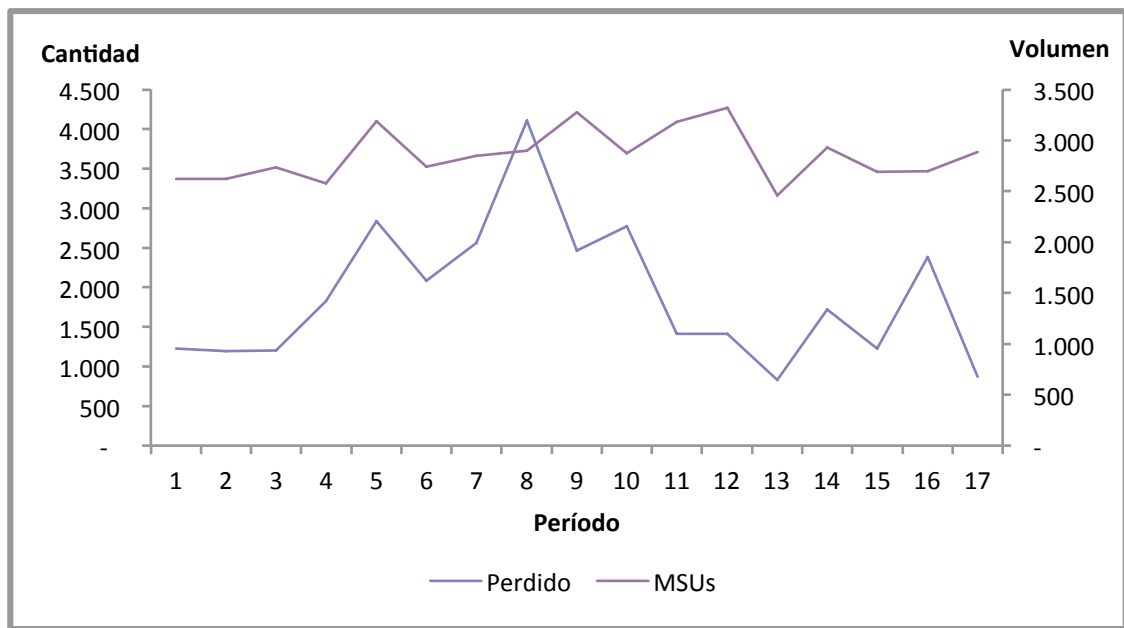


GRÁFICO 6 - COMPARACIÓN ENTRE PÉRDIDAS Y VOLUMEN

Bien se puede apreciar en el gráfico anterior que la tendencia en cantidad de pallets perdidos no acompaña a la tendencia del volumen: los picos no suelen acompañarse y hasta suelen estar desfasados. La razón de ser de esta observación radica en que la cantidad de pallets perdidos está directamente relacionada con el manejo interno del proceso de repalletizado, y no tanto con la cantidad de volumen vendido. Sí es cierto que, como se puede observar en los períodos 5 para la suba, y 13 para la baja, cuanto más volumen se vende, más propenso se está a cometer un error y embarcar un pallet alquilado a algún cliente que no tenga contrato de alquiler.

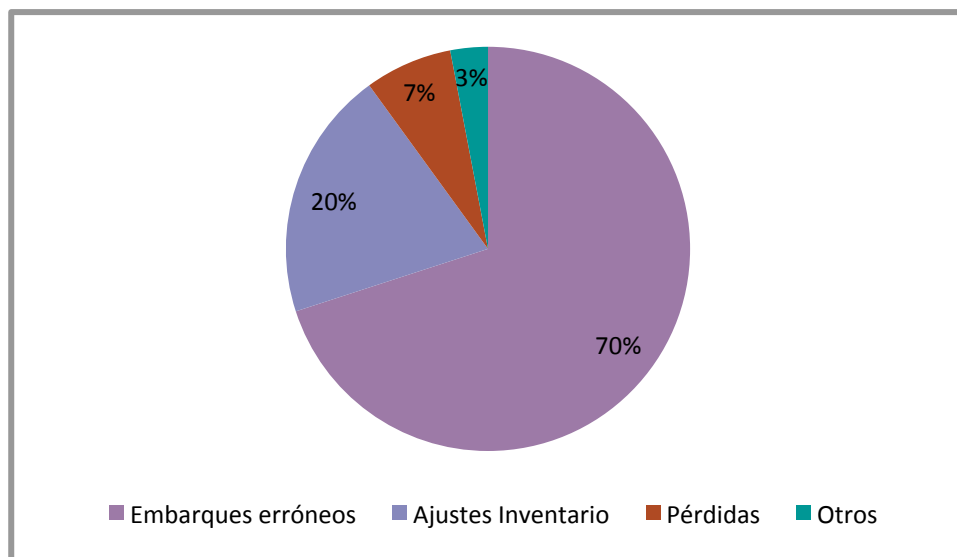


GRÁFICO 7 - DESCOMPOSICIÓN DE LAS PÉRDIDAS

La pérdida de pallets representa uno de los mayores gastos en el manejo actual del sistema de alquiler de pallets. En términos de precio del mercado actual, perder un pallet si se está en un sistema de alquiler equivale a adquirir dos pallets comunes y ser propietario de éstos. Ésta es una de las principales razones por las que resulta imperioso su minucioso cuidado, además de su correcta identificación y entendimiento para evitar futuras pérdidas. No sólo es necesario entender que se pierden pallets, sino entender en dónde y por qué para poder combatir el problema de raíz.

En pos de comentar un poco este análisis y entender dónde se producen las principales pérdidas, La Empresa nos enseñó el último estudio que realizó al respecto.

Si se entienden a las pérdidas como ineficiencias en el flujo de salida de pallets, un correcto entendimiento ayuda a buscar soluciones para poder corregir este problema.

Se puede claramente observar cómo las principales ineficiencias se encuentran dentro del mismo sistema de La Empresa de repalletizado, puesto que se consideró “Embarques Erróneos” a todos aquellos embarques que podrían haber salido correctamente si se hubiera prestado la debida atención. Estas ineficiencias de flujo cuestan dinero y son en gran parte accionadas por el personal dedicado al manejo de pallets, lo cual lo convierte en una gran oportunidad de mejora.

También llama la atención el 20% que resulta de Ajustes de Inventario. Esta variable aparece recurrentemente cada cuatro meses, pues en esos momentos la empresa prestadora del servicio de alquiler de pallets hace un control del inventario total de maderas. Todas las diferencias que se encuentran entre el último proceso de inventario, al que se le suman las entradas de pallets (issues) y se le restan las salidas (transferencias, retornos, pérdidas declaradas y exportaciones), la empresa prestadora del servicio de alquiler de pallets busca ajustarlas a través de declararlas como pallets perdidos, mientras que el recurso de La Empresa encargado del manejo de pallets busca desesperadamente cómo justificar esas diferencias como transferencias no declaradas. Este proceso es desgastante para ambas partes, no sólo en términos de recursos utilizados para tal fin, sino también en términos de la relación cliente-proveedor. La empresa prestadora del servicio de alquiler de pallets no está pasando por un momento financiero sustentable, por lo que busca de sobremanera cobrar todo el dinero que puede, hiriendo muchas veces la relación comercial que tiene con La Empresa.

Un ejemplo claro en el gráfico de evolución de pallets perdidos de los ajustes de inventarios es el pico en el período 8. En ese caso particular se detectaron varias diferencias en el inventario realizado, muchas de las cuales se ajustaron por pallet perdido ya que La Empresa no encontró otro justificativo. Según comentó el recurso encargado del manejo de pallets en La Empresa, ese mes en particular resonó

fuertemente dentro del Área de Logística, lo que llevó a un descenso en la cantidad de pallets perdidos, el cual se sostuvo hasta el período 13. Esto demuestra una vez más que la clave para optimizar esta rama del flujo es tener un proceso interno claro y conciso, que pueda ser llevado a la práctica de forma sencilla y urgente.

Pedidos

Los pedidos, llamados “issues” por la empresa prestadora del servicio de alquiler de pallets, son el flujo de entrada al sistema de pallets en estudio. La Empresa bajo estudio utiliza esta variable como niveladora del nivel de stocks de pallets: Cuando los niveles de stock superan el stock deseado, se piden menos issues; a su vez, cuando los niveles de stock son más bajos que lo que se desea, se aumenta la cantidad de pedidos y se vuelve a subir el stock.

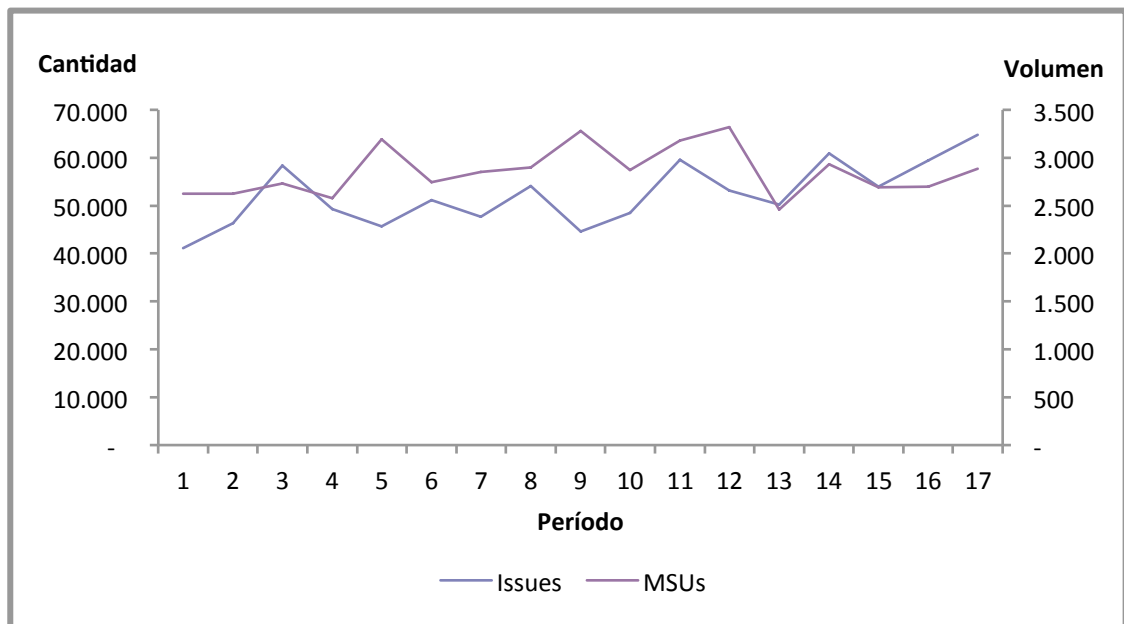


GRÁFICO 8 - COMPARACIÓN ENTRE PEDIDOS Y VOLUMEN

Este proceso de regulación de stock que se hace en los pedidos, se ve claramente manifestado en el gráfico que cruza la cantidad de pedidos con el volumen vendido. Se puede ver cómo, por ejemplo, en el período 9 hay poca cantidad de pedidos y muchas ventas, por lo que en el período 10 se intensifica la cantidad de pedidos. Esta secuencia es también observable entre los períodos 5 y 6.

Importa destacar que los pedidos considerados en este estudio son únicamente aquellos realizados por el Centro de Distribución de La Empresa. Los pedidos que se realizan por parte de las Plantas Productoras para sus circuitos internos de pallets se analizarán oportunamente.

Una situación que requiere análisis es la forma en la que La Empresa se abastece de pallets. Las compras se realizan en forma diaria, y el lead time de pedidos es de aproximadamente 1 día. La empresa prestadora del servicio de fletes desde quien provee los pallets hasta el Centro de Distribución, utiliza camiones que pueden transportar como máximo 300 pallets. Se buscará entonces, a la hora de optimizar el flujo de pallets, optimizar la entrada tal que se manejen stocks que permitan maximizar la ocupación de los fletes. Resulta más costoso el costo unitario de pallet por flete que el costo que representa el alquiler diario de cada pallet.

Subsistema Segundo: Circuito de Proveedores de PP1

Se analizará la forma en que la Planta Productora 1 se abastece de pallets, tanto para su circuito interno de materia prima como para el palletizado de producto terminado que pasa hacia el centro de distribución para ser luego entregado a los clientes.

Según el Gerente de Materiales de la Planta Productora 1, el manejo de pallets de la PP1 con sus proveedores es cuanto menos inusual. Actualmente los proveedores de la PP1 no entregan su carga palletizada, sino que solicitan a La Empresa que se abastezca de pallets, se los facilite y luego los proveedores devuelven los pallets con carga de Materia Prima.

Como la PP1 utiliza al mismo proveedor de pallets que el CD, lo que sucede en la PP1 es que los encargados del manejo de Materia Prima piden issues a la empresa prestadora del servicio de alquiler de pallets abasteciéndose de estos. Luego, le envían esos pallets a sus proveedores, quienes terminan devolviendo los pallets con carga de materia prima. Una vez consumida esa materia prima, como la PP1 no tiene lugar físico para guardar pallets ni necesita reabastecerse en forma urgente de materia prima, termina por devolver los pallets a quien se los alquila, pagando una tasa de retorno.

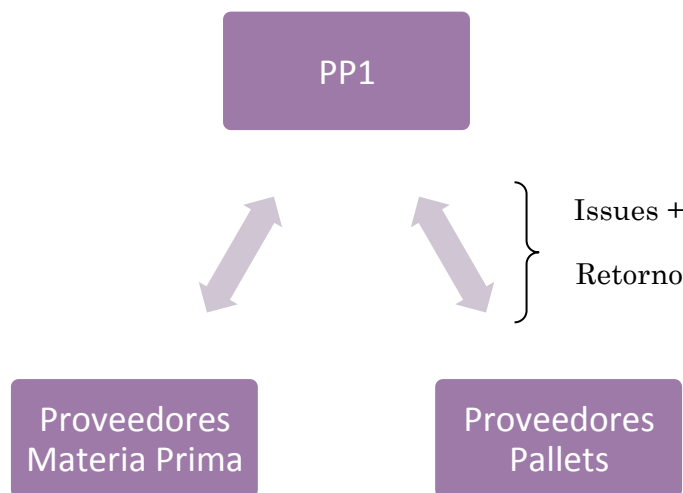


ILUSTRACIÓN 4 - SISTEMA DE PALLETS DE LA PP1 CON SUS PROVEEDORES

Existen situaciones en las que podría volver a utilizar el pallet y enviarlo a otro proveedor, pero la realidad es que hay proveedores que no aceptan pallets con suciedad, por lo que la PP1 debe devolver ese pallet y pedir uno nuevo para enviarle a dicho proveedor. Se pudo hablar con la empresa proveedora del servicio de alquiler de pallets, quienes comentaron que esos pallets sucios necesitan una simple barrida para poder ser vueltos a utilizar, pero la PP1 no tiene un recurso hoy que sea capaz de dividir los pallets entre aquellos que se tienen que retornar y aquellos que se pueden barrer y volver a utilizar.

El manejo actual de pallets que tiene la PP1 es poco sustentable, ya que es por demás costoso. La empresa proveedora del servicio de pallets gana dinero por cada movimiento que realiza el pallet, por lo que estar constantemente pidiendo pallets y devolviéndolos no hace más que aumentar las arcas de quienes alquilan pallets.

Como flujo de salida de pallets, la PP1 entrega producto terminado palletizado directamente al Centro de Distribución. Estos pallets son pedidos a la empresa proveedora del servicio de alquiler de pallets, y no se paga ninguna tasa por la transferencia desde la PP1 hacia el CD, pues el pallet siempre permanece dentro de La Empresa.

Subsistema Tercero: Circuito de Proveedores de PP2

El manejo de materia prima para la Planta Productora 2 es muy similar a aquel que tiene la Planta Productora 1, con la diferencia que los volúmenes que maneja son considerablemente más bajos.

La diferencia principal entre la PP2 y la PP1 radica en los flujos de salida. La PP2 no solo entrega producto terminado palletizado al Centro de Distribución, sino que también hace envíos directos a clientes. Los envíos directos a clientes resultan plausibles sólo en aquellos casos en los que el cliente está dispuesto a comprar un camión entero de 60 pallets del producto fabricado en la PP2. Esto es sumamente provechoso para La Empresa debido a que logra aumentar la producción de la PP2, a la vez que optimiza la utilización de su Centro de Distribución y de sus viajes internos de producto terminado. Vale aclarar que La Empresa utiliza un sistema de fletes entre la PP2 y el CD para abastecer a este último del producto que la PP2 fabrica. Cuanto más volumen logre despachar directamente desde la PP2 a los clientes, menos viajes internos deberá realizar. Además, al poner como condición que la compra mínima sea de unos 60 pallets, lo cual implica un camión completo, se optimiza también el transporte hacia los clientes.

El inconveniente en términos de flujo de pallets que esto tiene aparejado es que la PP2 pasa a ser también un centro de posibles pérdidas de pallets. Y de hecho, lo es. Históricamente los clientes que manejaban volumen del producto que fabrica la PP2 en cantidades tales que ameritaban el abastecimiento directo desde la PP2, siempre tuvieron contrato con la empresa proveedora del servicio de alquiler de pallets. Últimamente se sumó un nuevo participante a la lista de compradores directo desde la PP2 que no tiene contrato con la empresa que provee el servicio de alquiler de pallets, por lo que el riesgo de pérdida se hace presente; justamente La Empresa nos informó que en los últimos dos meses se registraron errores en los embarques al cliente que no tiene contrato, por lo que están teniendo ineficiencias en el flujo de salida del sistema.

Tratamiento de los Stocks

Una vez entendidos los flujos propios del sistema de pallets actual de La Empresa, el próximo paso es entender dónde se guarda stock de pallets para mitigar posibles fugas al sistema o cambios repentinos de operación. Resulta interesante mantener un nivel de stocks precisamente estudiado, pues niveles de stock elevados darán cuenta de dinero inmovilizado, mientras que niveles de stocks bajos pueden representar un riesgo importante de faltante.

Los controles de stock se realizan de forma cuatrimestral, y buscan verificar que el stock en ese momento (S_f) sea igual al stock obtenido en el control de stock anterior (S_i), más los flujos de entrada (Φ_e) (que se materializan a través de los issues), menos el flujo de salida (Φ_s) (representado a través de las transferencias, los retornos, las exportaciones y las pérdidas).

$$S_f = S_i + \sum Issues - \sum (Transferencias + Retornos + Exportaciones + Pérdidas)$$

ECUACIÓN 1 - ECUACIÓN DETALLADA DE STOCK FINAL.

Siendo entonces:

$$\phi_e = \sum Issues$$

ECUACIÓN 2 - FLUJO DE ENTRADA.

$$\phi_s = \sum Transferencias + Retornos + Exportaciones + Pérdidas$$

ECUACIÓN 3 - FLUJO DE SALIDA.

Resulta:

$$S_f = S_i + \phi_e - \phi_s$$

ECUACIÓN 4 - STOCK FINAL.

A través de la Ecuación 4 se puede observar la inmediata relación que tienen los stocks del sistema con cada una de las variables de flujo que se han sabido explicar. En los casos de las transferencias, en las que la titularidad del pallet se transfiere a otro prestamista, lo que para La Empresa será un flujo de salida, para el cliente que tiene contrato con la empresa proveedora del servicio de alquiler de pallet será un flujo de entrada. Es decir, cuando La Empresa declara “se transfiere 1 pallet al cliente A”, esa transferencia resulta de salida para La Empresa y de entrada para el cliente A. Un punto a tener en cuenta con las transferencias es que no existen transferencias desde las plantas productoras al centro de distribución, ya que esos pallets se consideran ya dentro de La Empresa.

Cuando se estudian los retornos, que son aquellos pallets que vuelven desde La Empresa al proveedor del servicio de alquiler de pallet, el tratamiento resulta igual a aquel de las transferencias. Los retornos resultan ser un flujo de salida para La Empresa, pero constituyen un flujo de entrada al proveedor. Sí existe una salvedad para hacer con las transferencias, que resulta del estudio de los cross-dock, debido a que no existen transferencias a cross-docks, lo que hace que todos los pallets que se devuelven desde estos últimos a la empresa proveedora del servicio de alquiler de pallets caigan dentro de la categoría de retornos. Actualmente, los cross-docks presentan un lead time muy importante en términos de pasaje de información, haciendo que en muchos casos no se declaren las transferencias de los pallets a los correspondientes clientes, resultando en varias pérdidas; más aún, los cross-docks representan hoy una fuente importante en lo que a pérdidas refiere.

Distribución del Stock

Dada la complejidad en la cadena logística de los pallets, la misma tiene stocks intermedios en varios sectores; ello implica que se están abonando alquileres que podrían ser fácilmente obviados, y que se aumentan las probabilidades de pérdida, pues al tener el stock diseminado en varios sectores, el control de los mismos se vuelve más dificultoso, aumentando la probabilidad de pérdidas.

La tabla 2 muestra los resultados de 5 procesos de control de inventario distintos, sobre los cuales se obvió la fecha para preservar la confidencialidad de la información provista por La Empresa.

En la tabla se pueden observar distintas categorías poseedoras de stock que se pasarán a explicar a continuación:

- CD: Centro de Distribución de La Empresa
- PP: Plantas Productoras
- Almacenador: Proveedor externo que sub-alquila espacio

	Inv. 1	Inv. 2	Inv. 3	Inv. 4	Inv. 5	Media
CD	31596	31012	33496	29803	29535	31088
PP1	8123	7029	8994	7930	9072	8230
PP2	13764	10412	15188	14863	16338	14113
ALMACENADOR	9171	7562	6131	1990	3499	5671
CUSTOMIZADOR 1	2071	1615	2806	2593	1913	2200
CUSTOMIZADOR 2	262	0	0	0	0	52
CUSTOMIZADOR 3	79	0	0	0	0	16
PROVEEDOR MP 1	3550	1551	3168	2520	7750	3708
PROVEEDOR MP 2	1620	1278	1409	372	1594	1255
PROVEEDOR MP 3	0	440	722	312	391	373
PROVEEDOR MP 4	0	30	298	180	133	128
PROVEEDOR MP 5	0	48	222	170	264	141
PROVEEDOR MP 6	152	60	83	310	40	129
PROVEEDOR MP 7	418	180	0	377	447	284
PROVEEDOR MP 8	0	0	0	0	0	0
PROVEEDOR MP 9	403	0	0	0	0	81
XD 1	0	0	427	416	242	217
XD 2	656	519	385	462	114	427
XD 3	0	0	346	193	152	138
XD 4	114	934	293	195	726	452
XD 5	411	564	240	365	211	358
XD 6	763	398	222	319	367	414
XD 7	480	810	186	484	438	480
XD 8	872	242	95	461	187	371
XD 9	0	153	70	85	749	211
XD 10	151	246	53	145	53	130
TOTAL	74656	65083	74834	64545	74215	70667

TABLA 2 - RESULTADO DE DISTINTOS INVENTARIOS CONSECUTIVOS

El análisis que sigue se hará sobre la base promedio de los stocks en cada uno de los sitios arriba mencionados. La idea es usar una aproximación que refleje cada uno de los distintos estados por los que pasan los sitios en términos de stocks de pallets. Para algunos sitios en particular, se hará una aproximación en mayor detalle.

El primer punto a considerar es la cantidad de pallets de sitios distintos en los que La Empresa tiene pallets que, durante el momento de alquiler, le pertenecen. Esto representa una fuente de frecuentes fugas al sistema, lo que redundará en gastos por demás exorbitantes. Igualmente se puede observar que el 76% del stock total de los pallets está en las instalaciones propias de la Empresa, mientras que el 84% de dicho stock se encuentra en las instalaciones propias, más el sitio que se renta para el almacenamiento temporario de los pallets.

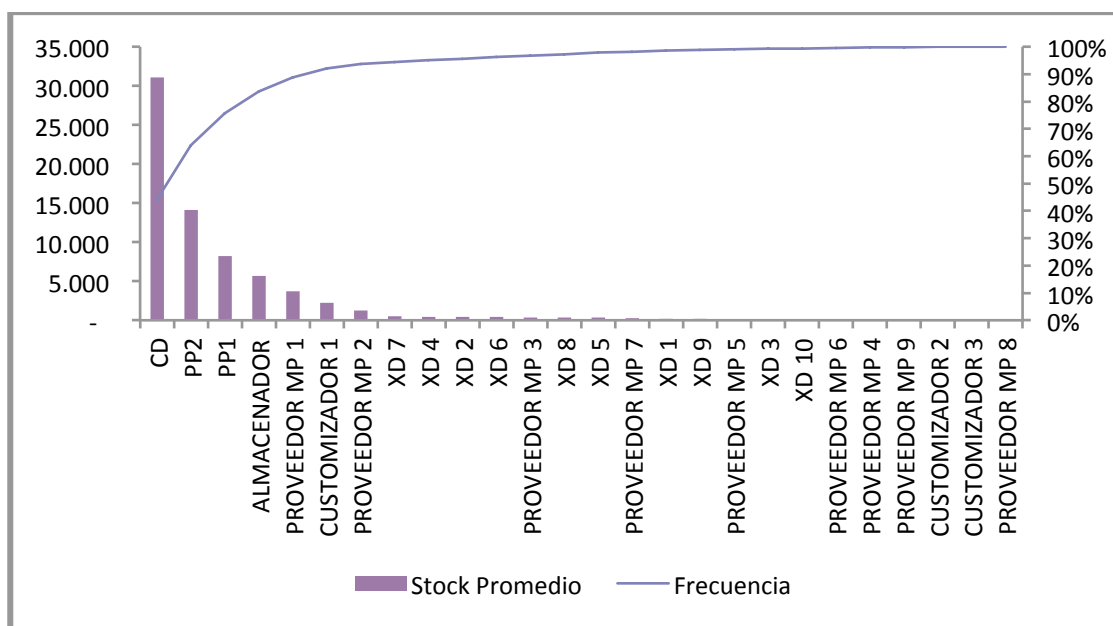


GRÁFICO 9 - DISTRIBUCIÓN PROMEDIO DE LOS STOCKS DE PALLETS

Inmediatamente se podría pensar que el 16% de los pallets diseminados en sitios que no son controlados minuciosamente por La Empresa no representaría un gasto significativo. Ahora bien, ese 16%, si se perdiese, redundaría en un gasto total de 1.3 Millones de Pesos Argentinos².

Independientemente de la cantidad de dinero que resulta de estas posibles pérdidas, es también importante destacar lo engorroso que resulta mantener la base de estudio de los pallets que se tienen en consignación, aún más dado los pequeños volúmenes que se manejan en cada uno de los sitios. Bien se puede ver en el anterior gráfico, el 84% del volumen está concentrado en el 15% de los sitios (CD, PP1, PP2 y Almacenadores); hoy en día La Empresa cuenta con un empleado específico que se encarga del manejo de pallets. Esto redundaría en costos que son fácilmente identificables y posibles de eliminar con una buena planificación de stocks.

Es también importante destacar el hecho de que existe gran variabilidad entre inventarios consecutivos. Esta variabilidad sobre la cual se comenta no debe ser tal, ya que se corre el riesgo de no poder cumplir las entregas a los clientes por falta de pallets, o bien se puede caer en sobre-stocks que resultan en altos costos.

² Considerando las últimas tarifas vigentes con el proveedor.

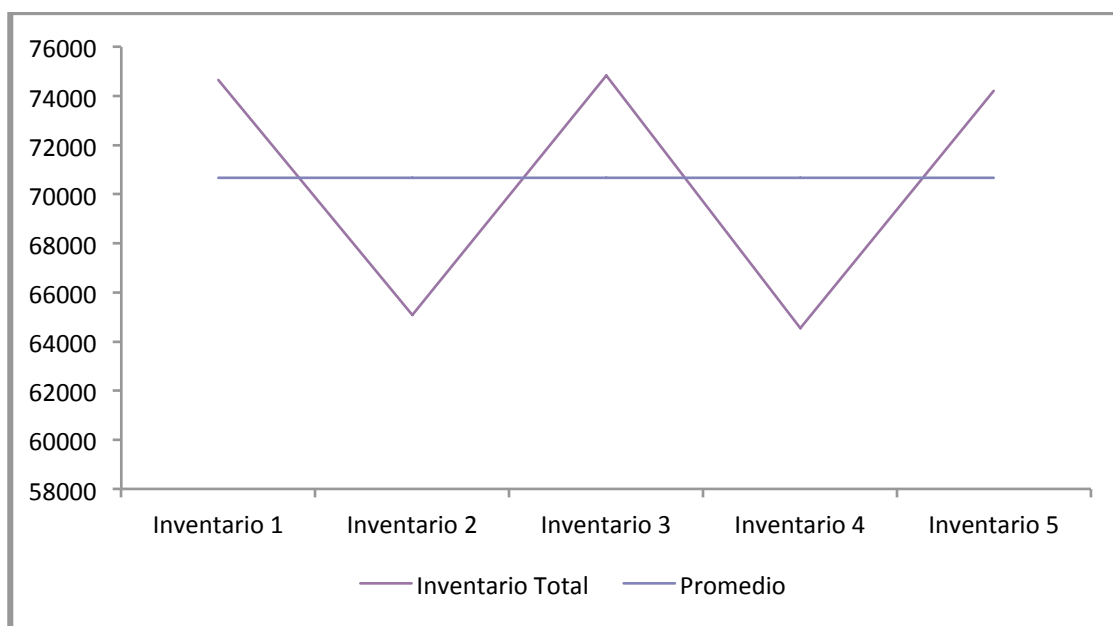


GRÁFICO 10 - VARIABILIDAD DE INVENTARIOS

La variabilidad comentada se manifiesta en el gráfico anterior. Se estudió acerca de dicha variabilidad para entender si hubo en algún momento un posible problema de entrega a los clientes, a lo que el Gerente del Centro de Distribución de La Empresa respondió que no; éste asegura que siempre se prefiere estar del lado de la seguridad de entrega de producto terminado, es decir, no es aceptable la condición de no poder entregar por falta de pallets.

Sin embargo, se pudo saber que una de las principales fuentes de variación (en particular lo sucedido en el inventario 4) fue la restricción a las importaciones que sufrió La Empresa. Esto redundó en un menor stock de los productos terminados importados, lo que hizo que se necesiten menos pallets para guardar dicho producto. Otras fuentes de variación de stocks de pallets son el aumento o disminución de la producción de las Plantas Productoras, descuidos en el control de los pallets que tienen los proveedores de materia prima o los cross-dock y posibles iniciativas de marketing que hagan que aumenten los stocks de producto terminado en los customizadores, quienes son los que arman los packs físicos de producto.

Resulta saludable concluir que se debe construir un perfil de stocks de pallets que permita asegurar la entrega constante a clientes, a la vez que hay que tener en mente las posibles variaciones que puede sufrir el sistema debido a circunstancias ajenas a la operación logística, pero directamente relacionados con la estrategia del negocio de La Empresa. De todas formas el sistema está contemplando actualmente stocks intermedios que no resultan estratégicos para el negocio y que pueden

fácilmente ser objeto de consideración a la hora de la optimización; lo próximo será entonces optimizar el sistema anteriormente descrito.

OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA

La optimización del sistema buscará concentrarse tanto en los flujos de entrada del mismo, como en los flujos de salida, logrando una optimización tanto de lo que entra como de lo que sale. De esta manera, se podrá asegurar el control total de la cadena de aprovisionamiento de pallets, buscando conseguir el total del potencial existente en términos de optimización.

Optimización del Flujo de Salida

Decisión de Enfoque

El primer paso a dar para saber dónde se puede optimizar el flujo de salida es entender qué variable se podrá optimizar y qué variable generará más impacto una vez optimizada. Vale recordar que las variables de salida del sistema resultaban ser:

- Transferencias a Clientes
- Retornos
- Pérdidas

Analizando en primer término lo relacionado con las Transferencias a Clientes, se entiende que éstas son completamente necesarias en el proceso de entrega a los clientes, ya que se supo explicar que es inviable en el contexto actual la entrega a clientes mediante carga no palletizada. La única posibilidad de optimización de este flujo de salida es mediante un llenado óptimo de los pallets según su carga, y ese ítem escapa a los puntos estudiados por el presente trabajo.

Por su parte, si se analizan los Retornos, estos tienen un trato similar al de las Transferencias; los Retornos, aunque también pueden partir de La Empresa al Proveedor del servicio de alquiler de pallets, suelen ser más frecuentes a partir de la devolución por parte de los cross-docks, que también resultan indispensables para la operatoria actual del sistema de pallets. En este caso, la optimización podría venir por implementar un sistema por el cual La Empresa recupere los pallets de los cross-docks y no sean estos devueltos al proveedor del servicio de alquiler de pallets. Aquí, se debería hacer la comparación entre el costo de los fletes y de la mano de obra requerida para el recupero de pallets, versus el costo de devolver y de volver a pedir.

Finalmente, queda por entender el flujo de salida denominado Pérdidas. Claramente resulta este flujo el más optimizable, pues representa una clara falla del sistema. En este caso se están entregando pallets a clientes que no tienen contrato con la empresa proveedora del servicio de alquiler de pallets o directamente se están perdiendo en todo el manejo.

Si se analizan los costos de cada una de las tres opciones anteriores, actualmente se tiene que tanto las Transferencias como los Retornos tiene un costo unitario de \$6.98 por pallet, mientras que cada pallet Perdido tiene un costo para La Empresa de \$82 por pallet. Esto significa que por cada pallet sobre el cual se evita la pérdida, se pueden declarar aproximadamente 10 transferencias.

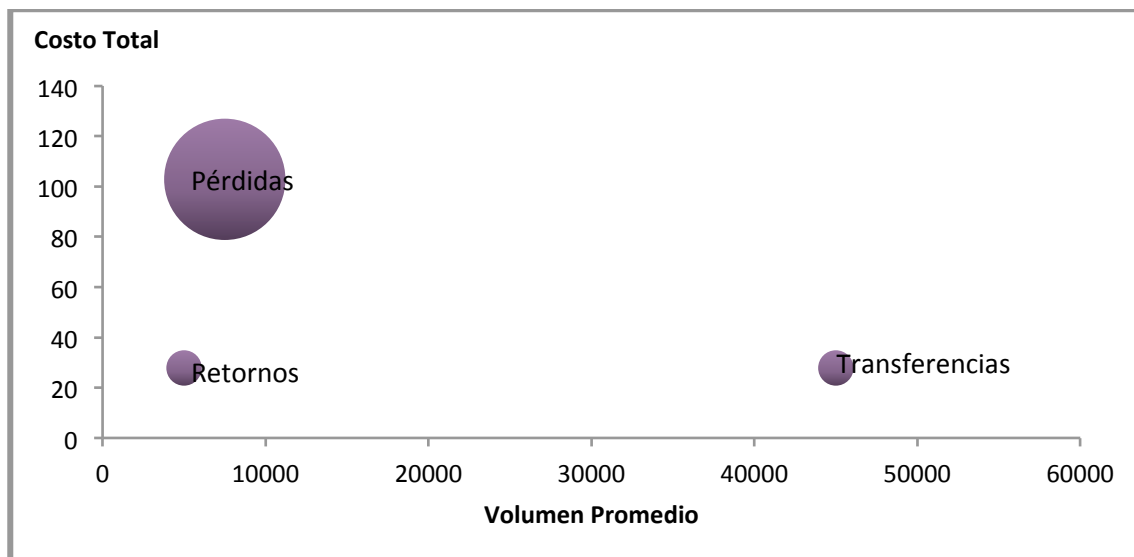


GRÁFICO 11 - COMPARACIÓN COSTOS PÉRDIDA, TRANSFERENCIAS Y RETORNOS

En el gráfico anterior se puede apreciar el volumen promedio mensual de cada uno de los tipos de flujos de salida antes mencionados. En abscisas se muestra el volumen, en ordenadas el costo total de operatoria para cada caso (pedido más alquiler más transferencia o retorno o pérdida según el caso), y el tamaño del círculo da cuenta del costo de cada uno de los posibles flujos de salida.

La ilustración anterior sirve para evaluar la incidencia en el costo total de optimizar cada uno de los posibles flujos. Si bien se dijo que en términos de costo unitario, por cada pallet cuya pérdida es evitada se pueden declarar 10 transferencias, hay que contemplar el volumen que se maneja de cada una de las variables. Hoy en día se tienen en promedio unas 7500 pérdidas, unos 5000 retornos y unas 45000 transferencias; es decir, por cada salida ineficiente, no necesaria, que existe (pérdidas) hay 7 veces más salidas necesarias para operar el negocio (retornos más transferencias). Entonces, si se pudieran eliminar por completo las pérdidas (presupuesto destinado actualmente al flujo de salida), se vería reducido considerablemente el presupuesto total de pallets.

Con todo lo antes dicho se puede concluir que resulta necesario enfocarse en la mitigación de la fuente de error que hace que se produzcan pérdidas en el sistema, pero no hay que dejar de tener en mente que existen situaciones en las que las pérdidas serán un mal necesario para asegurar la entrega a los clientes.

Sistema de Control de Pérdidas

En lo que sigue se presentará un sistema que tiene por fin controlar la pérdida de los pallets en La Empresa. El mismo contempla involucrar a varias personas en la cadena de control y de mejora continua, así como también la digitalización de la información sobre qué clientes tienen contrato y qué clientes no tienen contrato con la empresa proveedora del servicio de alquiler de pallets.

Para minimizar las pérdidas se deberá primero establecer un parámetro de cuál es el número de pallets que sería admisible perder, siendo que en picos de embarque resultará imposible repalletizar la carga a embarcar a aquellos clientes que requieran pallets que no sean provistos por el proveedor A.

El segundo paso será involucrar a aquellas personas que están en contacto permanente con los clientes y buscan hacer más eficiente la cadena logística del conjunto Empresa-Clientes. Ellos serán los responsables de hacer las gestiones necesarias para llevar a que los clientes cierren contrato con la empresa proveedora del servicio de alquiler de pallets, de forma tal de poder despachar con el sistema actual y no perder los pallets. Estos intérpretes jugarán un rol fundamental en hacer de este sistema un sistema de mejora continua, y serán los responsables de lograr cero pérdidas con el menor uso de recursos posibles. Un punto importante será también involucrar al equipo de finanzas, para que ajuste sus presupuestos contemplando menores pérdidas en el sistema, mostrando el posible ahorro. De esta manera el dueño del presupuesto de pallets, hoy perteneciente al área de distribución física, se verá obligado a hacer funcionar el sistema.

Una vez realizadas las gestiones anteriores, se deberá notificar a la operación de carga qué clientes tienen contrato con la empresa prestadora del servicio de alquiler de pallets y cuáles no. Hoy en día La Empresa utiliza SAP para cargar las órdenes de carga, por lo que debería introducir en esta herramienta de gestión la información del tipo de pallet en el cual se deberá embarcar la carga. Esto ayudará a quienes tienen la responsabilidad de cargar los camiones, pues les proveerá la información necesaria para saber cómo embarcar.

Hoy en día La Empresa cuenta con una palletizadora “chupa-chupa” que cuenta con un sistema que por medio de la generación de vacío ayuda al operario a levantar la carga de a capas: con la máquina se levanta el primer nivel de carga, luego el segundo y así sucesivamente. La carga que se saca del primer pallet se va apilando en el nuevo pallet, pallet con el cual se puede embarcar a los clientes que no tienen contrato con la empresa proveedora del sistema de alquiler. La mencionada máquina no es muy utilizada actualmente, básicamente porque no existe una cultura de evitar las pérdidas de los pallets; el poco uso que se le da ayuda a disminuir las pérdidas, pero no se tiene

una real noción de la cantidad de dinero que se podría ahorrar si se usase la máquina al máximo de su capacidad. Esta descripción es atinada para aquella carga que se despachará sin necesidad de realizar un proceso de picking. Estos pallets serán pallets monoproducto.

Cuando se trata de pallets con varios productos, pallets pickeados, el proceso empezará directamente con el pickeo sobre el pallet que sí se puede embarcar a clientes que no tienen contrato con la empresa proveedora del servicio de alquiler. De esta manera, se preparará la carga en forma eficiente.

El último punto es el de todas las semanas evaluar cuántas pérdidas se tuvieron, a qué clientes fueron y contra qué volumen embarcado. Una vez tenidos estos datos, se procede a comunicar a todo el equipo los puntos en los que se cometieron errores y qué hay que corregir para que no vuelvan a suceder.

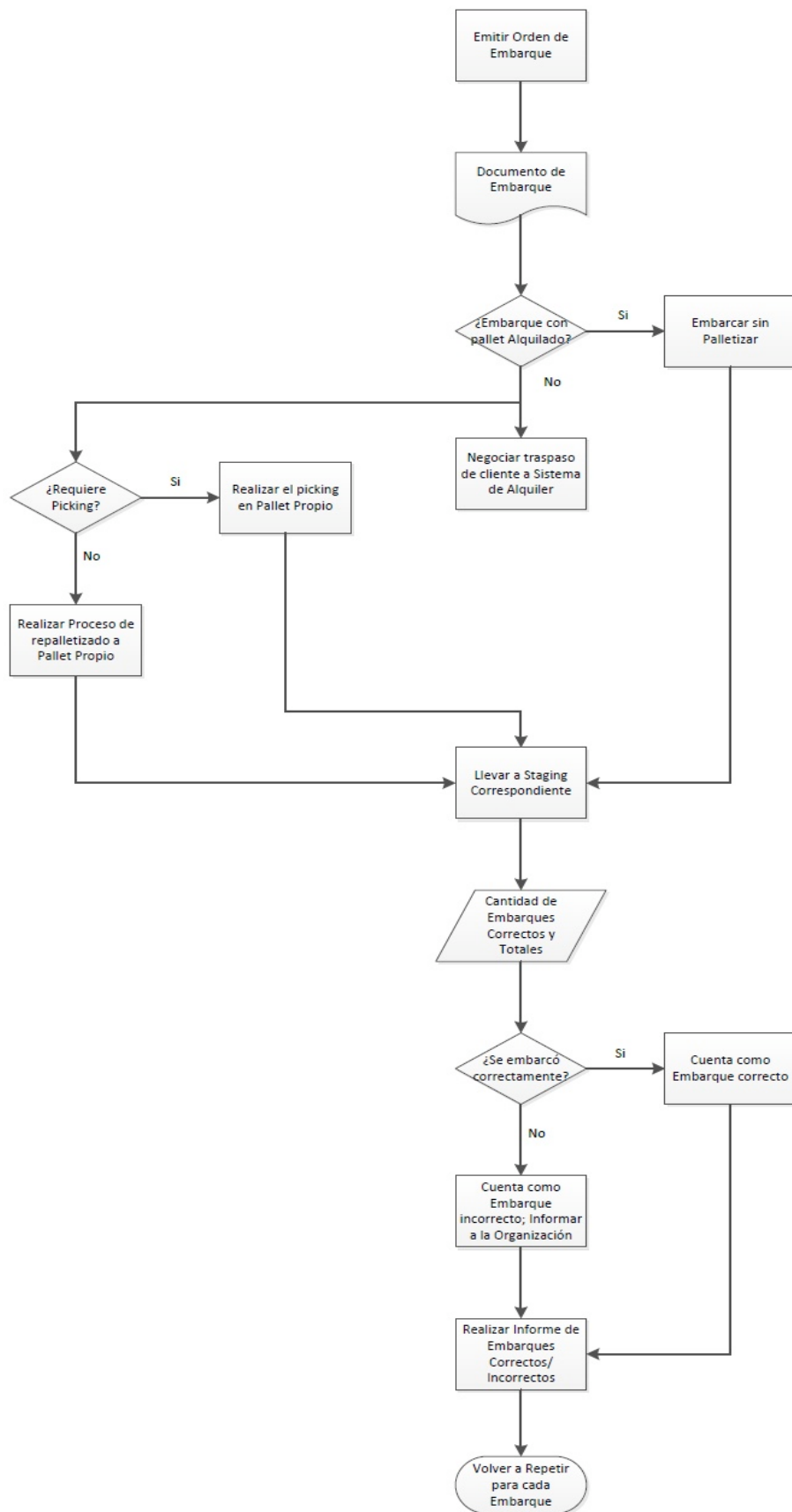


ILUSTRACIÓN 5 - PROCESO DE CONTROL DE PÉRDIDAS

Según se pudo estimar con el Gerente de Distribución Física, en conjunto con el Gerente del Centro de Distribución, resulta saludable mantener un nivel de pérdidas del 8% para comenzar con el proceso (reducción del 5% versus el 13% de pérdidas actual). Esto permitirá empezar con una meta alcanzable por la operación, que dará lugar a futuros ajustes hasta llegar al nivel mínimo posible, pensado en torno al 2%.

Optimización del Flujo de Entrada

Se procederá a explicar en detalle la herramienta considerada como más adecuada para determinar la política de stocks y reaprovisionamiento de pallets óptima para La Empresa, luego de contar con un correcto control al final del proceso de despacho. Para ello se hará uso de los nuevos valores de probabilidad de pérdida, transferencia y devolución obtenidos.

Se propone que la misma se aplique de forma unificada, centralizando todos los pedidos de pallets (Centro de Distribución y las Plantas Productoras 1 y 2) al Proveedor A, en el Centro de Distribución, lo cual conllevará una reducción de costos. También se entiende que como resultado de la mejora a aplicar se buscará que los stocks de pallets en las Estaciones de Cross-Dock tiendan reducirse al punto de volverse nulos, o de volumen insignificante. Así es como sería de esperarse en tal tipo de estación donde, en el caso ideal, la mercadería se encuentra en tránsito y no almacenada.

Elección de la Herramienta

Para el caso en cuestión se optó por un modelo determinístico de “lote económico de pedido” o “economic order quantity” (EOQ) para la actividad comercial, con una política de reaprovisionamiento por Cantidad Fija, considerando Stock de Seguridad, sin contemplar Back-Log, Restricciones de Capacidad ni Descuentos por Volumen.

A continuación se explican las razones para cada elección:

Determinístico

Se considera a la demanda de pallets como conocida por adelantado y constante. Esto se basa en el hecho de conocer cuántos pallets por unidad de volumen vendida se necesitan, así como también conocer el volumen estimado con gran precisión, pues el mismo es recalculado en una base mensual.

Lote económico de pedido

El modelo desarrollado por R.H. Wilson permitirá reducir el Costo Total Esperado al mismo tiempo que asegurará la disponibilidad de pallets para la operatoria principal de La Empresa.

Actividad comercial

Dado que La Empresa no interviene en la producción de los pallets sino que simplemente recibe las unidades listas para su uso, se descarta la extensión del modelo hacia el reaprovisionamiento gradual propio de la actividad productiva donde se considera no sólo la tasa de demanda sino también la de producción.

Cantidad Fija

Esta alternativa cuenta con mayores costos que su otra alternativa (“Período Fijo”) dado que requiere de una revisión del stock permanente, realizándose los pedidos cuando estos llegan a un determinado nivel. Sin embargo ofrece la gran ventaja de presentar menor incertidumbre ante posibles cambios en la demanda, lo cual resulta finalmente en un menor requisito de Stock de Seguridad. Dada la importancia de los pallets en la operatoria del core del negocio de La Empresa (sin pallets se interrumpe la misma), se optó por esta alternativa.

Stock de Seguridad

Se considera la utilización de los mismos para evitar eventuales rupturas de stock por posibles variaciones en la demanda, y así proporcionar un adecuado nivel de servicio a determinar para asegurar la disponibilidad de pallets en La Empresa.

Back-Log

El término se refiere a ampliar el modelo contemplando una posible ruptura de stock al recibirse los pedidos con atraso, contemplando una multa. Dicha modalidad ha sido descartada dado que la misma implicaría incurrir en costos de renombre comercial al traducirse en una interrupción de la operatoria normal de La Empresa.

Restricciones de Capacidad

No se las considerará al entenderse que los pallets representan un insumo de vital importancia para el correcto desarrollo de la actividad en términos generales de La Empresa. Sin embargo sí se contemplará el correspondiente Costo de Oportunidad en el que se incurre al almacenar pallets en lugar de producto terminado.

Descuentos por Volumen

Los mismos serán descartados dado que si bien en el pasado el Proveedor A presentaba dicha posibilidad como una forma de operación, en la actualidad los mismos no están vigentes.

Suposiciones del Modelo

Para la correcta aplicación del modelo elegido con anterioridad se deberá cumplir con las suposiciones sobre las cuales su desarrollo teórico se encuentra basado. A continuación se procede a enunciar cada una de las mismas y evidenciar su aparición en el caso de estudio:

Pedido repetitivo

Los pedidos se repiten de forma regular y no se realizan como casos aislados o únicos. Dicho requisito se cumple en el caso en cuestión debido a la necesidad recurrente de abastecerse de pallets por parte de La Empresa. Como ya se mencionó, actualmente los pedidos se realizan en forma diaria.

Demanda constante o regular

Como se explicó anteriormente, la demanda de pallets por parte de La Empresa puede ser considerada como constante, en contraposición a la variabilidad que presenta actualmente como consecuencia de una gestión incorrecta. Como consecuencia de esta afirmación, se supondrá que la demanda ocurre a una tasa constante y conocida. Esta afirmación se verifica en los datos históricos de demanda de pallets con los que se cuenta para realizar el análisis.

Lead Time constante

El “Lead Time” (“LT”) o “Plazo de Entrega” se refiere al tiempo que transcurre entre el momento en que se realiza un pedido y el momento en que el mismo llega. Para la situación estudiada dicho lapso temporal cumple con este requisito, al ser el mismo el fijado por el Proveedor A, a saber de 1 día.

Pedidos continuos

Los pedidos deberán poder efectuarse en cualquier instante. Por haberse optado en el caso de La Empresa por un modelo de “Cantidad Fija”, es decir, de “Revisión Continua”, se cumple con dicho supuesto. Cabe destacar que la modalidad de gestión actual de los stocks de pallets, en los que se realiza una “Revisión Periódica” de las existencias, no califica para el modelo. Es por este motivo también por el decidió por la otra modalidad.

Una vez definido el modelo adecuado para optimizar la situación a la que se enfrenta La Empresa y verificado el cumplimiento de cada uno de los supuestos sobre los cuales se sustenta, se paso a analizar las variables intervinientes en el mismo, adjudicándoles sus correspondientes valores en base a la información disponible.

Costos relacionados

Los costos relacionados con el modelo elegido son los siguientes:

- Costo de pedido y organización (“K”)

Se refiere al costo interno que le significa a La Empresa hacer un pedido de pallets al Proveedor A. El mismo abarca los costos administrativos y de facturación relacionados al pedido. En este caso también se incluye el flete interno de La Empresa.

- Costo de compra unitario (“Pc”)

Aplicado al caso, el mismo se refiere al costo de Emisión que el Proveedor A imputa a La Empresa por la entrega de cada pallet. A esto se le suman costos de Pérdida, Transferencia y Devolución ponderados con la probabilidad correspondiente a la mejora en el proceso de Despacho.

- Costo de Posesión (“Cs”)

Es el costo de mantener una unidad de inventario durante un cierto período. El mismo incluye tanto al Costo de Posesión “Cs_{OPERATIVO}” (costo de almacenamiento, seguro, impuestos al inventario, posibilidad de descomposición, robo u obsolescencia) como también al Costo de Oportunidad “Cs_{FINANCIERO}” (costo en el que se incurre al invertir en inventario en lugar de destinarle otro fin al mismo dinero, el mismo dependerá de si la empresa coloca o recibe fondos).

- Costo de ruptura

Se refieren al costo en el que se incurre cuando la demanda no se satisface a tiempo. En este caso al no trabajar con un modelo que contemple Back-Log (como ya se explicó en la elección del mismo) el mismo no será tenido en cuenta. Las posibles variaciones en la demanda de pallets entre pedidos serán atendidas gracias a la incorporación del stock de seguridad.

Desarrollo Teórico

Como bien se dijo en la elección de la herramienta, el EOQ nos permitirá optimizar el Costo Total Esperado (CTE) atendiendo a la vez las necesidades de un correcto nivel de servicio en la provisión de pallets.

Costo Total Esperado

La ecuación que en la que se basa el modelo para luego conseguir dicha optimización es la siguiente:

$$CTE = P_c \cdot D + K \cdot n + \frac{1}{2} \cdot C_s \cdot t \cdot n \cdot Q$$

ECUACIÓN 5 - COSTO TOTAL ESPERADO

Considerando que:

$$n = D / Q$$

ECUACIÓN 6 - CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE PEDIDOS

$$T = n \cdot t$$

ECUACIÓN 7 - CÁLCULO DEL TIEMPO TOTAL DE LOS PEDIDOS

Se obtiene la siguiente expresión:

$$CTE = P_c \cdot D + K \cdot \frac{D}{Q} + \frac{1}{2} \cdot C_s \cdot T \cdot Q$$

ECUACIÓN 8 - EXPRESIÓN FINAL DEL COSTO TOTAL ESPERADO

Donde:

- P_c : Costo de compra unitario o Precio de compra unitario, motivo por el cual se adopta la sigla. Como ya se explicó, el mismo se corresponde con el costo de Emisión.
- D : Demanda anual de pallets
- K : Costo del pedido, el cual se obtendrá como el cociente entre los gastos administrativos anuales destinados a realizar los pedidos (oficina de compras) en el área correspondiente y la cantidad de pedidos anuales. En este caso también se contempló aquí el costo que representa el flete a cargo de La Empresa.
- n : Número de pedidos anuales
- Q : Tamaño del lote que se solicita en cada pedido, medido en unidades.
- C_s : Costo de posesión, en los que se incurre al mantener existencias, incluyendo el Costo de Oportunidad generado al sacrificar locaciones de almacén destinadas a producto terminado en beneficio de los pallets.
- t : Tiempo entre pedidos
- T : tiempo total de todos los pedidos, en este caso equivale a un año

Es decir, la expresión matemática presentada indica que el CTE para este caso en particular se basa en tres términos:

Un primer término que representa el costo de los pallets adquiridos:

$$P_c \cdot D$$

ECUACIÓN 9 - COSTO TOTAL DE LOS PALLETS ADQUIRIDOS

Un segundo término que contempla el costo en el que se debió incurrir para realizar todos los pedidos en el período de tiempo en estudio (equivalente a 1 año):

$$K \cdot \frac{D}{Q}$$

ECUACIÓN 10 - COSTO DE REALIZAR PEDIDOS

Y un tercer término en el que se pone en evidencia el costo incurrido por la tenencia de stock en dicho lapso:

$$\frac{1}{2} \cdot C_s \cdot T \cdot Q$$

ECUACIÓN 11 - COSTO DE TENENCIA DE STOCK

Este último se encuentra precedido por el factor $\frac{1}{2}$ al tomarse una suerte de valor promedio al considerarse una tasa de demanda constante y regular, es decir, considerándose que en promedio permanecen en stock la mitad de las existencias pedidas en el lote durante el lapso transcurrido entre períodos.

Finalmente, la última expresión se verá modificada de la siguiente manera al considerar el Stock de Seguridad (SS):

$$CTE = P_c \cdot (D + SS) + K \cdot \frac{D}{Q} + C_s \cdot T \cdot \left(\frac{Q}{2} + SS \right)$$

ECUACIÓN 12 - COSTO TOTAL ESPERADO

Lote óptimo

Ya definida la ecuación maestra a optimizar (específicamente minimizar, por tratarse de una optimización de costos), a tales fines se procede a su derivación matemática respecto de Q y posterior igualación al valor nulo. Una vez comprobado que la curva resultante presenta un mínimo, como era de esperarse, se obtiene la expresión para el lote económico EOQ que minimiza el CTE:

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot D}{C_s \cdot T}}$$

ECUACIÓN 13 - CÁLCULO DEL LOTE ÓPTIMO

Donde:

- Q_0 : Lote óptimo de compra

Costo de Posesión (Cs)

Como se explicó anteriormente, el Costo de Posesión se encuentra conformado por dos términos principales: el “operativo” y el “financiero”. La formulación matemática es la siguiente:

$$Cs = Cs_{OPERATIVO} + Cs_{FINANCIERO}$$

ECUACIÓN 14 - COSTO DE POSESIÓN

Para calcular el término operativo se tuvo en cuenta costo de Renta de los pallets (valor exigido por el Proveedor A), el de Almacenamiento de los mismos (en el depósito de La Empresa) y el Costo de Oportunidad (ya explicado anteriormente). El detalle del cálculo se puede observar a continuación:

$$Cs_{OPERATIVO} = Renta + Ocupacion + CostoOportunidad$$

$$Cs_{OPERATIVO} = 20,07 \frac{\$}{u \cdot año}$$

ECUACIÓN 15 - COSTO OPERATIVO

Por otra parte, para calcular el término financiero, que hace referencia al costo de oportunidad, se tuvo en cuenta que La Empresa actualmente recibe fondos del mercado local a una tasa promedio del 12% anual, resultando el costo financiero en:

$$Cs_{FINANCIERO} = 12\% \cdot Pc$$

$$Cs_{FINANCIERO} = 3,31 \frac{\$}{u \cdot año}$$

ECUACIÓN 16 - COSTO FINANCIERO

Finalmente el Costo de Posesión a aplicar resulta ser:

$$Cs = Cs_{OPERATIVO} + Cs_{FINANCIERO}$$

$$Cs = 23,38 \frac{\$}{u \cdot año}$$

ECUACIÓN 17 - COSTO DE POSESIÓN RESULTANTE

Stock de Seguridad (SS)

Como ya se explicó en un primer momento, la herramienta elegida incorporará un stock de seguridad con el fin de cubrir el stock de pallets frente a eventuales variaciones en la demanda de los mismos. El mismo representará una especie de buffer o amortiguador en dichos casos, evitando la ruptura del stock. Se considera que la variabilidad se comporta de forma Gaussiana, con una media equivalente a la demanda anual D (753.948 pallets/año) y un desvío estándar del 2% de la misma.

Al decidirse por un modelo de Punto de Reorden o Cantidad Fija, la expresión correspondiente al stock de seguridad que debe ser utilizado es la siguiente:

$$SS_{QF} = Z \cdot \sigma \cdot D \cdot \sqrt{LT}$$

ECUACIÓN 18 - STOCK DE SEGURIDAD

Donde:

- SS_{QF} : Stock de Seguridad para modelo de Cantidad Fija

- Z: Valor correspondiente a la distribución Normal Estándar de probabilidades referido al nivel de servicio (área debajo de la campana) requerido, el cual en este caso fue fijado en un 97%, el cual es de carácter conservador con el fin de asegurar la provisión correcta de pallets y reducir el riesgo de ruptura.
- σ : Desvío de la demanda anual, considerando que la misma se comporta según una distribución Normal de probabilidades, estando el mismo entorno al 2%. Se lo coloca en la expresión afectando directamente a la demanda "D".
- LT: Lead Time, el cual ya ha sido explicado con anterioridad y cuyo valor se encuentra fijado en 1 día por parte del Proveedor A.

El Stock de Seguridad calculado para el modelo es el siguiente:

$$SS_{QF} = 424u$$

ECUACIÓN 19 - STOCK DE SEGURIDAD RESULTANTE

Punto de Reorden (PR)

Finalmente, definido el Stock de Seguridad con el que deberá contar La Empresa para disminuir posibles rupturas de stock, y considerando el plazo de entrega del Proveedor A y la variabilidad de la demanda, se obtiene el Punto de Reorden, el cual indica para qué nivel de existencias de pallets el área en cuestión deberá emitir un nuevo pedido de los mismos. A fines de calcular el mismo, la relación utilizada es la siguiente:

$$PR = SS_{QF} + LT \cdot \sigma \cdot D$$

ECUACIÓN 20 - PUNTO DE REORDEN

Siendo el valor calculado para la empresa el siguiente:

$$PR = 465u$$

ECUACIÓN 21 - PUNTO DE REORDEN RESULTANTE

Conclusión del Desarrollo Teórico

Como conclusión de la teoría desarrollada se obtiene la Política de Stocks para optimizar la gestión de La Empresa. La misma se basa en:

- | | |
|---------------------------|-----------------------|
| • Tamaño del lote óptimo: | Q0= 3628 u/pedido |
| • Costo Total Esperado: | CTE= 20.909.853\$/año |
| • Stock de Seguridad: | SS= 424 u |
| • Punto de Reorden: | PR= 465 u |

Con los valores obtenidos, mediante simples cálculos algebraicos se puede determinar también:

- Número promedio de pedidos anuales: 208 pedidos/año
- Tiempo promedio entre pedidos: 1,75 días

La política de stocks a su vez se puede visualizar en el siguiente gráfico, donde se representa la evolución temporal del nivel de existencias:

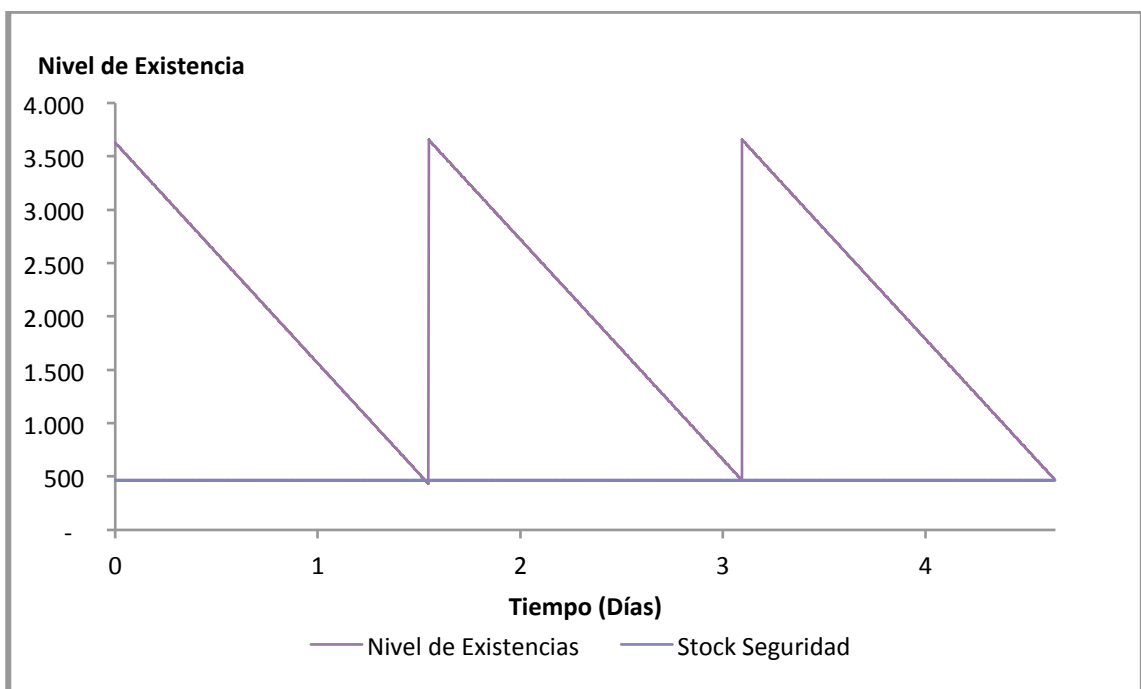


GRÁFICO 12 - NIVEL DE EXISTENCIA

En el siguiente gráfico se puede visualizar cómo en el Lote Óptimo de pedido el Costo Total Esperado es mínimo. También se puede ver que el mismo se verifica cuando el costo de almacenar iguala al costo de ordenar:

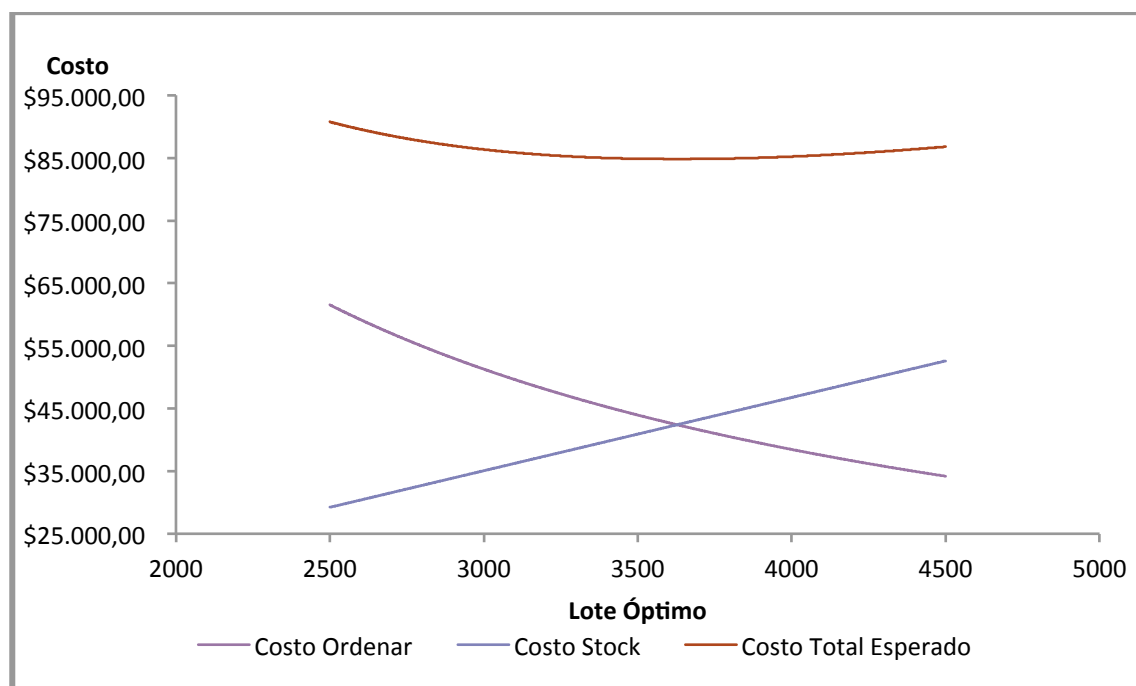


GRÁFICO 13 - ANÁLISIS DE COSTOS

Se debe aclarar que en este último gráfico no se contempló el costo referente a la compra, el cual no generaría cambios a los fines prácticos por incrementar todos los valores en un término constante. Tampoco se contempló el Stock de Seguridad dado que de incluirlo, la intersección no se visualizaría en el punto óptimo calculado analíticamente por no afectar a las curvas que se intersecan de igual manera (el SS no se considera en el Costo de Pedir, pero sí se incluye en el Costo de Almacenar).

Comparación con el Modelo Actual – Análisis de los Resultados

En la actualidad en La Empresa se gestiona el aprovisionamiento de pallets de forma desorganizada: se realizan pedidos diarios sin contemplarse costos de tenencia y demás. El Costo Total que se está manejando bajo esta política asciende aproximadamente a los \$25.000.000 anuales. Como ya se ha mencionado, dicho valor no contempla ciertos costos asociados a tenencia de inventarios, por lo cual se estima que el mismo debería ser mayor.

Como resultado de la implementación de la mejora integral propuesta (la cual incluye la modificación del proceso de despacho y la adopción de una política de stocks en base al modelo de lote económico) se obtuvo un Costo Total Esperado de 20.909.853\$ anual. Se concluye de esta manera que se estaría obteniendo un ahorro en el sector de por lo menos 4.090.147\$ por año, es decir el equivalente a un 16,4% del Costo Total actual. Es por ello que se recomienda a La Empresa la pronta implementación de dicha Propuesta.

Una vez verificado el ahorro obtenido se puede también concluir lo siguiente:

- La Empresa se ve beneficiada al realizar pedidos al llegar su nivel de existencias al Punto de Reorden, lo cual en promedio ocurre cada aproximadamente 2 días (1,75 días exactamente), manteniendo un stock de pallets en su depósito en lugar de realizar pedidos todos los días como lo hace en la actualidad. Es decir que le conviene almacenar y reducir el número de órdenes realizadas.
- Asimismo el número de pedidos anuales descendió de 365 (pedidos diarios) a aproximadamente 208 pedidos por año.
- Con el Stock de Seguridad con el que contará a partir de la implementación de la propuesta el riesgo asociado a la ruptura de existencias de pallets se verá controlado al diseñar el SS para un nivel de servicio del 97%. De esta manera se abandonará una gestión basada en la incertidumbre.
- El sistema de Cantidad Fija le permitirá a La Empresa tener un riguroso control en cuanto al nivel de existencias de pallets para así controlar la llegada al Punto de Reorden e impedir posibles rupturas de stock por falta de información.

Por último se presenta la incidencia de cada término interviniente en el Costo Total Esperado. Como ya se mencionó, el mismo depende de tres términos (el costo de los pallets adquiridos, el costo de realizar los pedidos y el costo de tenencia de stocks) como puede visualizarse en la expresión:

$$CTE = Pc \cdot (D + SS) + K \cdot \frac{D}{Q} + Cs \cdot T \cdot \left(\frac{Q}{2} + SS \right)$$

ECUACIÓN 22 - COSTO TOTAL ESPERADO

Al analizar la participación de cada término en el total se obtuvo:

Costo Total Esperado	\$20.909.852	100,0%
Costo Compra	\$20.815.132	99,5%
Costo Pedido	\$ 42.401	0,2%
Costo Tenencia	\$ 52.318	0,3%

TABLA 3 - ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DEL COSTO TOTAL ESPERADO

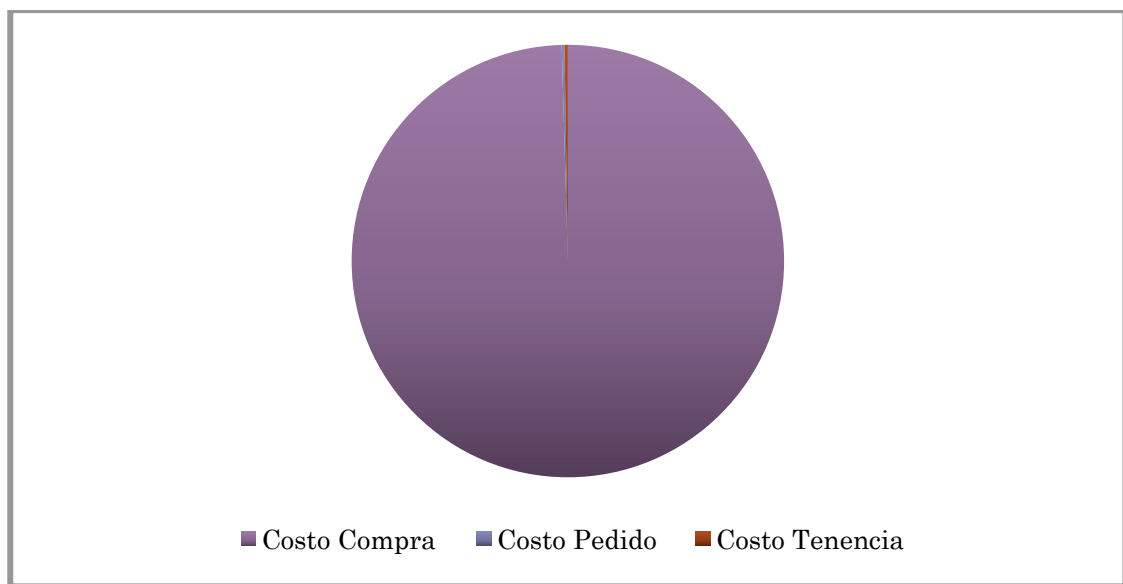


GRÁFICO 14 - ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DEL COSTO TOTAL ESPERADO

De allí se infiere que la incidencia del costo de realizar pedidos y el costo de tenencia de stocks no es significativa en comparación al costo de la compra de pallets (rigurosamente, alquiler de pallets).

De esta manera se termina por concluir que de aquí en adelante será importante analizar una posible migración del régimen actual de alquiler de pallets a uno en el que se contemple un circuito preponderantemente constituido por pallets propios, de manera de poder estudiar nuevas reducciones de costos que determinen nuevos ahorros para La Empresa y una gestión más eficiente.

FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Luego de analizar el sistema de flujo de pallets y optimizar el mismo, resultan varios puntos que deberían ser analizados con más profundidad a fin de lograr resultados más interesantes desde el punto de vista económico y operativo. Entre los principales puntos a estudiar, se puede destacar:

1. Análisis detallado de la demanda
2. Análisis de optimización de carga de pallets
3. Análisis de fletes
4. Análisis de sistema de pallet

Análisis detallado de la demanda

El sentido de entender con más profundidad la demanda no radica en entender el total de pallets demandados, puesto que el número anual va a estar alineado con el utilizado en el presente análisis y aumentará acorde aumente el negocio de La Empresa. Lo que sí resulta interesante es investigar en un mes en particular, la variación de la demanda semanal.

Se pudo saber que dado un mes particular, el pico de compra de los consumidores se ubica en la primer y segunda semana, dado que es el momento del mes en que cobró el sueldo y gasta el dinero en los productos que La Empresa ofrece. A sabiendas de esto, los clientes suelen aprovisionarse en la última semana del mes anterior, por lo que el Centro de Distribución suele tener picos de embarque en la última semana de cada mes. Con esto en mente, resulta de interés evaluar cómo se podría modificar la política de stocks y de aprovisionamiento para atender mejor a las variaciones semanales de demanda.

Análisis de optimización de carga de pallets

Se hace referencia en esta circunstancia a buscar la manera de cargar más volumen de producto en menos cantidad de pallets, logrando una mejora en la capacidad de carga de los mismos, que traerá aparejado una disminución de volumen de pallets a utilizar. Esto es de vital importancia no solo en el análisis de los pallets monoproducto, sino también en los pallets resultados del proceso de picking, en los que se hace aún más engorroso lograr un pallet perfectamente cubicado.

Análisis de fletes

En este caso en particular, hay que atender las cuestiones relacionadas con los fletes de retorno de pallets. Se entiende que sería de gran interés y habría grandes ahorros detrás de recuperar los pallets que se envían a los cross-docks en vez de devolverlos al proveedor del sistema de alquiler de pallets como se hace hoy en día. De esta manera, se estarían evitando los gastos de retornos y de volver a pedir; estos gastos suman un total de \$25 por pallet aproximadamente, por lo que los fletes de retorno de pallets deberían ser más económicos que \$25 por pallet.

Análisis del sistema de pallet

Actualmente La Empresa se basa en un sistema de alquiler de pallets. El presente trabajo uso de base la continuidad de este sistema, pero detectó en su proceso de optimización que la componente más importante del costo total del flujo actual de pallets radica en el denominado costo de compra del pallet, que contempla los gastos relacionados con cada uno de los movimientos que hace el pallet. Resulta entonces importante analizar si invertir en tener pallets propios genera ahorro versus el sistema actual de alquiler.

BIBLIOGRAFÍA E ÍNDICES

Fuentes Bibliográficas

Winston, W. L. (1987). *Operations Research: Applications and Algorithms, Volumen 1*. Michigan: Duxbury Press.

Faure, R., Boss, J.-P., & Le Garff, A. (1961). *La Recherche Opérationnelle*. (E. García Camarero, Trans.) Paris: Presses Universitaires de France.

Rardin, R. L. (1998). *Optimization In Operations Research*. Michigan: Prentice Hall.

Taha, H. A. (1997). *Operations Research: An Introduction*. Michigan: Prentice Hall.

Geunes, J., & Pardalos, P. M. (2005). *Supply Chain Optimization*. New York: Springer.

Minis, I. (2010). *Supply Chain Optimization, Design, and Management: Advances and Intelligent Methods*. Pennsylvania: IGI Global.

Salazar López, B. (31 de Marzo de 2007). *Ingenieros Industriales*. From <http://ingenierosindustriales.jimdo.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-de-almacenes/>

Índice de Tablas

TABLA 1 - TABLA COMPARATIVA DE CATEGORÍAS CON SU CONVERSIÓN DE PALLETS A MILES DE SU	15
TABLA 2 - RESULTADO DE DISTINTOS INVENTARIOS CONSECUTIVOS	32
TABLA 3 - ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DEL COSTO TOTAL ESPERADO	52

Índice de Gráficos

GRÁFICO 1 - COMPARACIÓN ENTRE VARIABLES DE FLUJO	16
GRÁFICO 2 - COMPARACIÓN DE FLUJOS DE SALIDA Y ENTRADA EN PERÍODOS 10 Y 11.....	17
GRÁFICO 3 - COMPARACIÓN ENTRE TRANSFERENCIAS Y RETORNOS.....	20
GRÁFICO 4 - COMPARACIÓN ENTRE TRANSFERENCIAS Y VOLUMEN	21
GRÁFICO 5 - COMPARACIÓN ENTRE RETORNOS Y VOLUMEN	22
GRÁFICO 6 - COMPARACIÓN ENTRE PÉRDIDAS Y VOLUMEN	24
GRÁFICO 7 - DESCOMPOSICIÓN DE LAS PÉRDIDAS	24
GRÁFICO 8 - COMPARACIÓN ENTRE PEDIDOS Y VOLUMEN	26
GRÁFICO 9 - DISTRIBUCIÓN PROMEDIO DE LOS STOCKS DE PALLETS	33
GRÁFICO 10 - VARIABILIDAD DE INVENTARIOS.....	34
GRÁFICO 11 - COMPARACIÓN COSTOS PÉRDIDA, TRANSFERENCIAS Y RETORNOS.....	38
GRÁFICO 12 - NIVEL DE EXISTENCIA	50
GRÁFICO 13 - ANÁLISIS DE COSTOS	51
GRÁFICO 14 - ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DEL COSTO TOTAL ESPERADO	53

Índice de Ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1 - CADENA DE COMERCIALIZACIÓN	8
ILUSTRACIÓN 2 - SISTEMA DE APROVISIONAMIENTO AL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN.....	9
ILUSTRACIÓN 3 - ESQUEMA DE MOVIMIENTOS DE PALLETS	10
ILUSTRACIÓN 4 - SISTEMA DE PALLETS DE LA PP1 CON SUS PROVEEDORES	28
ILUSTRACIÓN 5 - PROCESO DE CONTROL DE PÉRDIDAS	41

Índice de Ecuaciones

ECUACIÓN 1 - ECUACIÓN DETALLADA DE STOCK FINAL.....	30
ECUACIÓN 2 - FLUJO DE ENTRADA.	30
ECUACIÓN 3 - FLUJO DE SALIDA.	30

ECUACIÓN 4 - STOCK FINAL.....	30
ECUACIÓN 5 - COSTO TOTAL ESPERADO.....	45
ECUACIÓN 6 - CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE PEDIDOS	46
ECUACIÓN 7 - CÁLCULO DEL TIEMPO TOTAL DE LOS PEDIDOS	46
ECUACIÓN 8 - EXPRESIÓN FINAL DEL COSTO TOTAL ESPERADO	46
ECUACIÓN 9 - COSTO TOTAL DE LOS PALLETS ADQUIRIDOS	46
ECUACIÓN 10 - COSTO DE REALIZAR PEDIDOS.....	47
ECUACIÓN 11 - COSTO DE TENENCIA DE STOCK.....	47
ECUACIÓN 12 - COSTO TOTAL ESPERADO.....	47
ECUACIÓN 13 - CÁLCULO DEL LOTE ÓPTIMO.....	47
ECUACIÓN 14 - COSTO DE POSESIÓN	48
ECUACIÓN 15 - COSTO OPERATIVO.....	48
ECUACIÓN 16 - COSTO FINANCIERO	48
ECUACIÓN 17 - COSTO DE POSESIÓN RESULTANTE	48
ECUACIÓN 18 - STOCK DE SEGURIDAD	48
ECUACIÓN 19 - STOCK DE SEGURIDAD RESULTANTE	49
ECUACIÓN 20 - PUNTO DE REORDEN	49
ECUACIÓN 21 - PUNTO DE REORDEN RESULTANTE	49
ECUACIÓN 22 - COSTO TOTAL ESPERADO.....	52