



Proyecto Final de
Ingeniería Industrial

ESTUDIO DE PALLETS Y SISTEMAS DE GESTIÓN

Autores

Slongo, Santiago Martín

Pasqualini, Tomás

Docente guía

Lic. Rancan, Claudio Jorge

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto tiene por objetivo analizar los distintos tipos de pallets y sistemas de gestión que puede llegar a utilizar 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 de un proyecto aún mayor que contempla el estudio del flujo de pallets de la cadena logística, para poder determinar la cantidad de pallets que se requieren en cada sector de la cadena, dados los volúmenes que maneja La Empresa. Con ambos proyectos, se podrá concluir cuál es el mejor escenario para La Empresa en términos de su circuito de pallets.

El análisis de tipos de pallets y sistema de gestión se encuentra precedido por la elaboración de una propuesta de mejora para una importante empresa de consumo masivo y una evaluación de la misma que ha arrojado resultados positivos en lo que respecta a aspectos económicos. A su vez, la evaluación de aspectos cualitativos brinda evidencia de que el cambio propuesto requerirá afrontar riesgos que, dada la magnitud del volumen comercializado, pueden afectar en la relación con los demás actores de la cadena de distribución y la correcta ejecución de la estrategia comercial.

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES

Queremos agradecer principalmente a los compañeros y colegas Santiago Balaguer y Ary Murekian por haber colaborado paralelamente en la ejecución del presente trabajo, y habernos dado apoyo incondicional a lo largo de toda la carrera. Son ellos, así como el resto de nuestros compañeros, los que hicieron que cada día de nuestra etapa universitaria haya sido mucho más que la mera formación académica que el ITBA nos brindó y con tanto esfuerzo logramos alcanzar.

Destacamos también la atención y tiempo brindado por el tutor y guía, Lic. Claudio Jorge Rancan, quien nos ha orientado con entera dedicación y cuya ayuda permitió alcanzar las expectativas que requiere un trabajo final de Ingeniería Industrial, enmarcando el último escalón de esta importante etapa de nuestras vidas.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	III
AGRADECIMIENTOS ESPECIALES	V
INTRODUCCIÓN	1
1. PROBLEMÁTICA	3
2. SITUACIÓN ACTUAL	5
3. POSIBLES SOLUCIONES	9
3.1. Movimiento de cargas a granel	9
3.2. Logística inversa: los clientes buscan el producto	9
3.3. Movimiento en carga palletizada	9
DESARROLLO DEL ANÁLISIS	11
4. ANÁLISIS GENERAL DE PALLETS	13
4.1. Descripción y clasificación de pallets	13
4.2. Alternativas de pallets	19
5. RESTRICCIONES	25
6. ANÁLISIS DE LA EMPRESA Y SUS INSTALACIONES	29
6.1. Características del centro de distribución	30
6.2. Variables restrictivas	31
6.3. Gestión	33
DESARROLLO DE PROPUESTA	35
7. PROPUESTA DE TIPO DE PALLET	37
7.1. Criterios de evaluación	37
7.2. Matriz de decisión	38
8. PROPUESTA DE SISTEMA DE GESTIÓN	41
8.1. Sistema de gestión con clientes	41
8.2. Sistema de gestión con proveedores	43
8.3. Sistema de inspección de pallets	44
9. METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN	49
EVALUACIÓN DE PROPUESTA	50
10. ANÁLISIS ECONÓMICO	51
10.1. Estimación de parámetros y variables utilizadas	51

Estudio de pallets y Sistemas de gestión

10.2. Cálculo de VAN y TIR	53
10.3. Análisis de sensibilidad	57
11. IMPACTOS ESPERADOS DE LA PROPUESTA	59
11.1. Relación con clientes	60
11.2. Relación con proveedores de pallets	61
11.3. Cesión de contrato con proveedor actual	61
12. CONCLUSIONES	63
13. BIBLIOGRAFIA	65
14. ANEXOS	66
15. INDICE DE TABLAS	67
16. INDICE DE CUADROS	68

INTRODUCCIÓN

1. 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 lo 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, se 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).

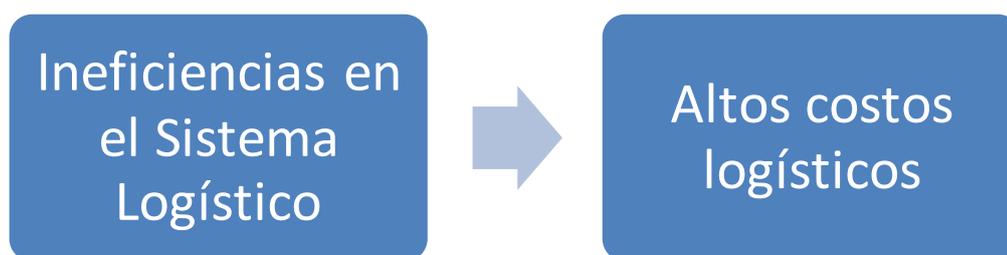
Dada la importancia en las cadenas logísticas de pallets, existen en el mercado una gran cantidad de oferta, en términos de tamaño, tipo de material usado, costos e inclusive de tipo de manejo. A saber, los pallets más frecuentes en el mercado son los de madera, pero en varios casos se pueden usar pallets de plástico o incluso de aluminio si se requiere que duren mucho tiempo o si la madera no soporta el peso que debe 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 terminado distinto, y requieren del pallet para hacer más productiva a toda su cadena logística. Para estas empresas, los pallets representan un importante costo, siendo para La Empresa aproximadamente del 9% del total gasto logístico, lo que se traduce en varios millones de dólares al año.¹ No sólo esto, sino que además, los clientes de estas empresas no están concentrados, sino que se extienden por todo el país, lo que hace que la logística de recupero de los pallets sea cuanto menos complicada.

¹ Dato revelado por el Departamento de Finanzas de La Empresa.

Estudio de Pallets y Sistemas de Gestión

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 sistema de gestión de pallets de una empresa de consumo masivo, para entender en profundidad lo que se necesita para operar eficientemente. Además, dada la vasta variedad de tipos de pallets que existen en el mercado actual, se estudiará, siguiendo 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 éstos (¿pallets más duraderos y costosos para almacenamiento y de peor calidad y más económicos para despachos?; ¿Todos pallets iguales?) son requeridas para la situación en la que se encuentra La Empresa en estudio. Por lo tanto el estudio trata de analizar la secuencia causa-efecto mostrada en el Cuadro 1.

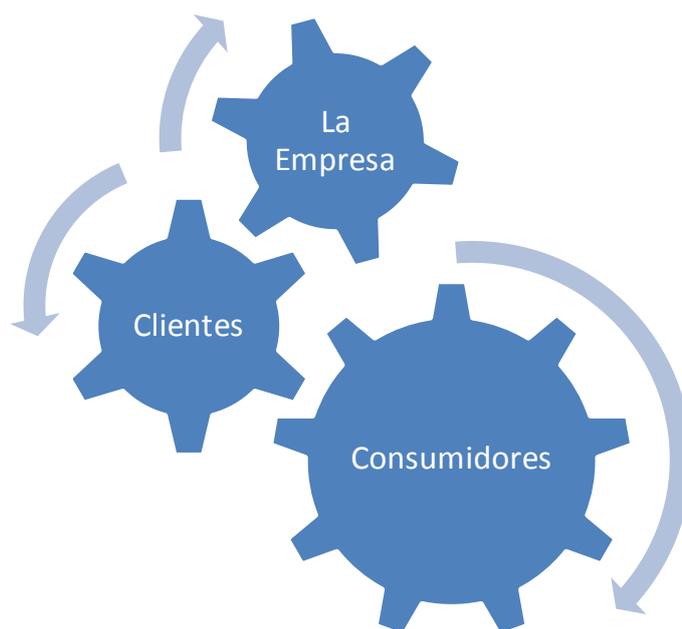


Cuadro 1. Marco para la realización de estudio

2. 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 con 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 primero explicar 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, como se puede observar en el Cuadro 2.



Cuadro 2. Clientes y consumidores en el mercado del consumo masivo

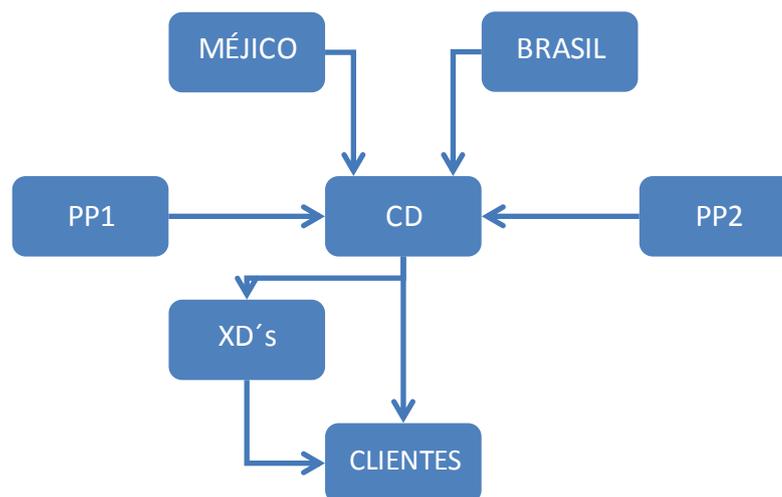
Por consiguiente, resulta entonces necesario comprender el flujo de mercadería entre La Empresa y sus clientes, pues toda la mercadería se mueve palletizada. De todas formas, en esta sección se presentará a modo informativo este sistema sin entrar en los detalles numéricos que se analizarán a posteriori.

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. Dicho abastecimiento se encuentra ilustrado en el Cuadro 3. El CD es abastecido tanto por la

Estudio de Pallets y Sistemas de Gestión

Planta Productora 1 (PP1), como 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 al 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 envían, en transportes más pequeños, la carga 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 de la PP2, pues pueden comprar camiones enteros de los productos que allí se producen.

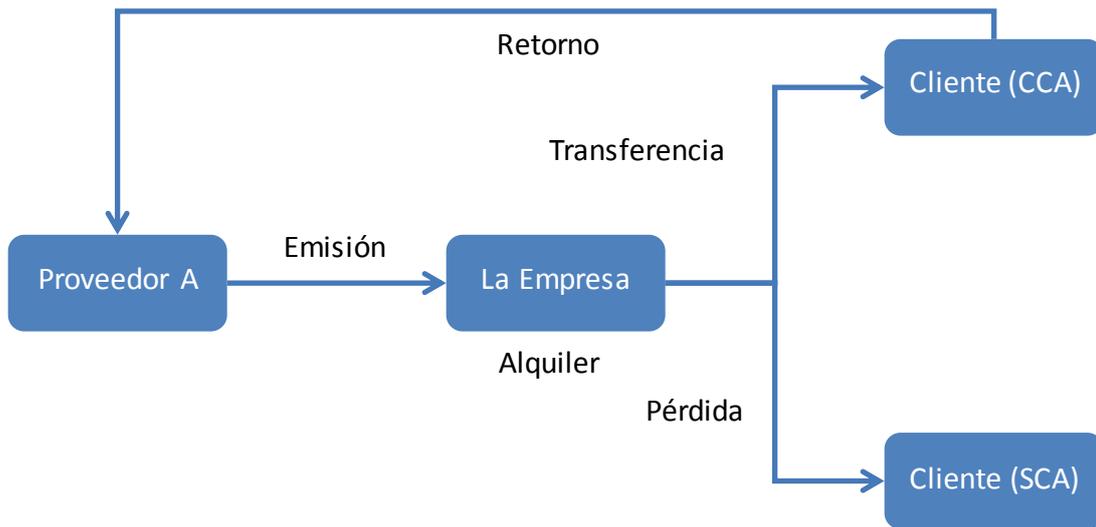


Cuadro 3. Sistema de abastecimiento a clientes

Lo anteriormente explicado sirve de base para entender el flujo real de pallets que requiere la operatoria de La Empresa, ya 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 si analizarán numéricamente más adelante.

Un punto importante de primer análisis actual es cómo La Empresa se maneja 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, según se muestra en el Cuadro 4.



Cuadro 4. Esquema de cobro según movimientos del pallet del Proveedor A.

El Cuadro 4 muestra los distintos movimientos que puede llegar a realizar un pallet, y 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 el Cliente CCA devuelve un pallet al Proveedor A que fue enviado a dicho Cliente 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.

Estudio de Pallets y Sistemas de Gestión

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 se amenazó en varias situaciones, en pérdidas de dinero de importante magnitud para La Empresa, pues corre el riesgo de no poder entregar el producto terminado. Es entonces que un minucioso estudio del flujo de pallets, así como también de los distintos tipos de pallets que existen en el mercado lo puede tener preparado para tomar alguna decisión que pueda llegar a ser pertinente según lo considere La Empresa.

Además del sistema de alquiler de pallets, la empresa compra pallets comunes, denominados “pallets blancos”, siempre del Proveedor B. Esto es así, pues 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.

3. POSIBLES SOLUCIONES

Son varias las maneras en las que las empresas se pueden abastecer de materia prima, así como también de despachar a clientes, lo que, 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.

3.1. 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.

3.2. 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 en el domicilio 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.

3.3. 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 típico 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.

Estudio de Pallets y Sistemas de Gestión

La estandarización no sólo logra aumentar la productividad y la competitividad, sino que permite ahorrar en costos de maquinaria y de depósito, pues no se necesitan de distintos tipos de maquinaria para transportar las distintas cargas, basta con tener maquinaria que pueda transportar a los pallets. Mismo es el 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 los 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 necesaria, y el pallet puede lograr esto. Además, este mercado tiene como premisa actual el servicio al cliente, por lo que deja de ser una 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.

En lo que sigue, se estudiarán los distintos tipos de pallets que puede llegar a usar La Empresa, con el fin de establecer el mejor tipo para cada uno de sus tres subsistemas:

1. Subsistema 1: La entrega a los clientes.
2. Subsistema 2: Abastecimiento del CD
3. Subsistema 3: Circuito de proveedores

El estudio concluirá con el tipo o combinación de tipos de pallets y sistemas de gestión más convenientes según las características de los productos y volúmenes que se manejan. De requerirse un cambio en el tipo de pallets respecto al que se utiliza hoy en día, se estudiará un cronograma de ejecución de repalletizado de toda la cadena logística así como el análisis económico financiero que dicho cambio requiere.

DESARROLLO DEL ANÁLISIS

4. ANÁLISIS GENERAL DE PALLETS

El proyecto tiene por objeto analizar los distintos tipos de pallets que pueden llegar a utilizarse en una empresa de consumo masivo, por lo que es imprescindible el análisis de las características de los pallets que actualmente se ofrecen en el mercado, evaluando tanto propiedades de materiales, usos, aspectos económicos, variantes estructurales, calidad y todos los demás factores que tomen importancia a la hora de evaluar el pallet a incorporar y el cambio que se recomendará efectuar en la empresa para aprovechar mejor sus recursos, optimizando la operación a nivel costos, e incrementando así su nivel de eficiencia y competitividad.

4.1. Descripción y clasificación de pallets

Un pallet es un *“elemento utilizado para el transporte, almacenamiento, manipulación y agrupamiento de todo tipo de cargas presentes en la industria”*² (citar fuente de esta definición). Consiste de una plataforma horizontal rectangular o cuadrada, con una altura adecuada dependiendo del tipo de material a transportar, y con un diseño estructural pensado con el objeto de que sea compatible con los elementos de logística con los que interactuará, como pueden ser vehículos o estanterías específicas.

El mercado de pallets se desarrolló de manera tal que en la actualidad hay una variedad importante de diseños, medidas, materiales y alternativas distintas dependiendo de cada usuario y de los beneficios que quiere obtener con él. Por lo tanto, con el objetivo de determinar qué pallet es el que más se adecúa a los requisitos de la empresa en estudio, comenzaremos clasificándolos por distintos criterios:

- Medidas
- Materiales
- Forma de uso (de múltiples usos o uso único)
- Diseño estructural

A continuación se hará una breve explicación de las distintas características generales de los pallets y sus alternativas para cada clasificación.

4.1.1. Medidas

Las dimensiones de los pallets cumplen especial importancia ya que debe presentar compatibilidad con las dimensiones tanto de las estanterías, así como de los camiones en los que se transportan, embalajes (cajas) de los productos a cargar y dimensiones

² Definición extraída de “Administración de la cadena de suministro”, por Ronald H. Ballou, Quinta Edición, Weatherhead School of Management.

de los depósitos. Es ésta una de las razones por la cual se encuentran en el mercado medidas normalizadas de pallets con el fin de poder prever dichas dimensiones, facilitando también el intercambio eventual entre clientes/proveedores. Para ello, existen reconocimientos de ISO (Organización Internacional de la Estandarización) que sugiere medidas de pallets, reguladas a su vez por un organismo local como lo es el IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales). Un pallet estandarizado presentará las siguientes ventajas principales:

- ✓ Mayor utilización de almacenes y contenedores
- ✓ Menor cantidad de variantes en las dimensiones de los embalajes a transportar
- ✓ Menores precios para los consumidores, a partir de reducción de costos de los fabricantes de pallets
- ✓ Mayor capacidad de intercambio de pallets entre los distintos eslabones (proveedor, industria y cliente)
- ✓ Reducción de costo total de transporte y manipulación de mercadería

Como restricción general, se establece que para todo tipo de pallet la altura no debe ser inferior a los 120 mm, de modo tal de permitir el ingreso de zorras o auto elevadores por debajo de los mismos. Dado que su altura no influirá en el área de la base del pallet para transporte de mercadería, su mayor o menor altura será en función de la resistencia que se requiera para el pallet, donde el espesor de la madera a utilizar marcará qué tan superior a los 120 mm se ubica.

En el Cuadro 1 se muestran las medidas estandarizadas según ancho y largo, para los distintos entes regulatorios actualmente existentes.

ISO 6780	<ul style="list-style-type: none">• Pallet Americano: 1,291 x 1,016 m• Pallet Británico: 1,2 x 1 m• Euro Pallet: 1,2 x 0,8 m• 1,14 x 1,14 m
IRAM	<ul style="list-style-type: none">• Pallet Británico: 1,2 x 1 m• Euro Pallet: 1,2 x 0,8 m• 1,14 x 1,14 m

Cuadro 5. Tipos de pallet según Ente Regulatorio.

Por lo general, la medida de 1,2 x 1 m es la más utilizada en el país y en el mundo, razón por la cual también se lo llama ISO Pallet. Dichas medidas son capaces de conseguir el mayor aprovechamiento superficial en contenedores (también

estandarizados), logrando un total del 88% de ocupación, y su forma rectangular provee también cierta flexibilidad y versatilidad de usos, transporte y almacenamiento.

Otro pallet que viene tomando cada vez mayor presencia en el país es el Euro Pallet, fuertemente influenciado por la presencia de empresas de origen europeo en el país luego de la globalización. Dichas medidas logran una ocupación en contenedores del 78% aunque las menores dimensiones lo hacen incluso más versátil y poseen mayor facilidad de maniobra.

En cuanto al pallet 1,14 x 1,14 m, el mismo fue diseñado especialmente para los contenedores estandarizados. La principal desventaja es una dificultad de maniobra en el momento de colocar los últimos pallets en un contenedor por la poca holgura libre, provocando pérdida de tiempo y riesgos de deterioros tanto de mercadería como de los mismos pallets.

4.1.2. Materiales

En cuanto a los materiales con los que se fabrican los pallets, históricamente la madera fue la más utilizada por la industria, principalmente por su bajo costo y facilidad de fabricación. De todas maneras, resulta interesante realizar un breve análisis de las distintas alternativas de materiales que presenten ventajas en cuanto a resistencia, mantenimiento, durabilidad, capacidad de reciclaje, higiene y carga de fuego, entre otros aspectos. La selección del material tendrá que ver tanto con la naturaleza del producto en cuanto a densidad, fragilidad o requerimientos sanitarios/higiénicos, así como el tipo de uso que se le dará (descartable, reciclable, reutilizable) lo que viene muy aparejado con los costos que representa cada alternativa.

Si bien existe una gran orientación y preferencia por el pallet de madera por cuestiones de costos, mercado actual y a nivel cultural, cada material presenta ventajas propias que resultan interesantes para analizar:

Madera

Su presencia en el 90% del mercado se debe, como ya se mencionó, principalmente al bajo costo de producción, aunque cuentan también con una fácil reparación, reciclaje, buena fricción a la carga y relativamente alta resistencia. Sin embargo, debido a las características propias de la madera en cuanto a sanidad, existen en la actualidad normas en las cuales diversos procesos y tratamientos para eliminar plagas comienzan a tomar preponderancia en dichos costos, siendo estos cada vez mayores. A modo informativo, los tratamientos involucran someter la madera a altas temperaturas y realizar una fumigación con bromuro de metilo³.

³ Datos extraídos de la Norma Internacional sobre Medidas Fitosanitarias, NIMF N° 15, "Exigencias fitosanitarias para embalajes de madera".

Entre otras desventajas, presentan posibilidades de deformación o alteración ante la presencia de humedad, requerimiento frecuente de mantenimiento, dificultad de limpieza y posibilidad de contener astillas.

Plástico (polietileno)

Su incorporación y crecimiento en el mercado fue producto de reducir las desventajas que presentaba la madera en cuanto a capacidad de reutilización, mayor durabilidad, bajo mantenimiento, no requieren tratamiento, fácil limpieza y, debido a su características de sanidad, poseen ventajas importantes para exportación de mercadería.

Los pallet plásticos son de uso obligatorio en varios países por su menor impacto medioambiental, aunque en países de bajo desarrollo todavía no se logró un sistema de producción y abastecimiento de materia prima suficiente como para poder lograr costos comparables con el de la madera.

Contrarrestando la desventaja en cuanto a precio de adquisición, observamos importantes mejoras frente a la madera, como sus características de impermeabilidad, resistencia a grandes variaciones de temperatura, aptitud para almacenaje y depósito al aire libre, hasta un 30% de reducción de peso, no presentan bordes, astillas o clavos y poseen nula absorción de humedad.

Metálico

Son adecuados en circunstancias donde se requiere gran capacidad de carga y una durabilidad marcadamente superior que la madera. Entre otras ventajas, al igual que los plásticos, son lavables e higiénicos, pueden ser más livianos dependiendo del tipo de metal y soportan grandes variaciones de temperaturas.

Entre las desventajas, se observa la posibilidad de oxidación, baja fricción y costos elevados.

Los metales más usuales son el aluminio, acero y aleaciones.

Cartón

Existen pallets de cartón corrugado, permitiendo mayor circulación de aire y mayor flexibilidad. Dado a su reducida aplicación, no se considerará dicha alternativa como posible.

4.1.3. Forma de Uso

La mayoría de los pallets son de carácter recuperable, lo que quiere decir que se utilizan en una cantidad determinada de ciclos, determinada por lo general por la durabilidad de los mismos.

Por otro lado, existen también pallets de un solo uso, también denominados “descartables”, de “fondo perdido” o “one way”, los cuales son contruidos de madera y forman parte de la familia de Pallets Ligeros ya que se utilizan normalmente para cargas inferiores a los 400 kg. Por lo tanto, el dador de mercadería en dichos pallets debe incorporar el costo del mismo en la entrega ya que no será devuelto. Una vez que el cliente los recibe, puede optar por utilizarlos internamente hasta que su rotura lo impida, aunque suelen durar una cantidad muy limitada de ciclos internos.

Por lo general, la utilización de pallets recuperables involucran la presencia de una logística inversa que permita la reposición del pallet entregado, o un mecanismo de uso mutuo entre cliente-proveedor donde se incluye el costo del pallet en el envío y se descuenta de los pallets devueltos por el mismo cliente.

4.1.4. Diseño estructural

Los diseños de pallets difieren en cuanto a la cantidad de entradas, carácter de reversible o no reversible, cantidad de travesaños o largueros y en función de la carga a transportar.

Cantidad de entradas

La cantidad de entradas varía entre dos o cuatro, siendo esta última utilizada para permitir que las uñas del montacargas ingrese por los cuatro lados del pallet, con la posibilidad de la carga en vehículos de distintas dimensiones según corresponda (tanto frontal como de manera lateral) optimizando el espacio en camiones o depósitos. Los pallets de dos entradas, por el otro lado, no son accesibles de los cuatro laterales e imponen varias restricciones de manipulación lo que los hace menos versátiles y están cada vez menos presentes en el mercado de pallets actual.

Cantidad de Largueros

Los pallets de cuatro entradas se componen generalmente por nueve tacos, donde tres patines paralelos conectan a tres tacos longitudinalmente, lo que le da el nombre de *Largueros*. Por otro lado, pueden ser también *perimétricos*, donde la parte inferior está constituida por las mismas tres longitudinales sumadas a dos laterales. Este marco de cinco maderas mejora la rigidez y estabilidad al operar.

Es importante recalcar que los pallets perimétricos (como así también los reversibles), permiten solamente el transporte mediante máquinas de horquillas libres como puede ser un autoelevador. No va a poder ser utilizada, en cambio, una zorra hidráulica para movilizar dichos pallets ya que poseen las horquillas en contacto con el piso a través de ruedas pequeñas.

Reversibilidad

Los pallets reversibles se refieren al posible uso de dos caras, del mismo. Dichos pallets son más costosos, aunque incrementan la resistencia estructural y logran una mayor cantidad de ciclos de uso en la mayoría de los casos.

Carga a transportar

Los pallets se definen también en función de la carga máxima a la cual podrán ser sometidos. Esta característica aplica mayormente a los pallets de madera, y es función principalmente del ancho de las planchas que la conforman. La Tabla 1 muestra las diferencias entre los tres tipos: pallets ligeros (descartables), semi-ligeros y pesados.

	Pallets Ligeros	Pallets Semi-Ligeros	Pallets Pesados
Espesor de planchas(mm)	15-17	17-20	Mayor a 20
Carga admitida	0-400 kg	400-800 kg	800-1500 kg
Cantidad de ciclos	Uso único	Uso limitado	Varios ciclos

Tabla 1. Características de pallets según su tipo.
Fuente: Manual de especificación de FlyPallets SA.

4.2. Alternativas de pallets

Los diferentes pallets que ofrece el mercado difieren principalmente en el material utilizado para la elaboración, dimensiones, forma de uso y diseño estructural.

A continuación se presentan las diversas alternativas ofrecidas por el mercado y una descripción que pone en evidencia las características de cada pallet, que en conjunto con las restricciones permitirán selección el tipo de pallet óptimo.

Si bien hay una infinidad de modelos y tipos de pallets en el mercado, los escogidos fueron resultado de una combinación del mercado actual de pallets, costos, durabilidad y cualidades potenciales que se podrían aprovechar en el problema descripto en el presente trabajo.

4.2.1. Alternativa 1. Pallet tipo Proveedor A

Esta alternativa presenta una muy buena calidad de madera, y es la que actualmente se encuentra en utilización por La Empresa. El mismo se muestra en la Imagen 1, y posee las siguientes características principales:

- Material: Madera de pino secada en horno, humedad inferior al 18%
- Dimensiones: 1200x1000x145mm
- Cantidad de entradas: 4
- Peso nominal: 34 kg
- Capacidad de carga máxima: 1300kg, con carga uniformemente distribuida y en circunstancias de operación normales
- Vida útil esperada: 22 ciclos
- Resistencia a temperaturas adversas e intemperie: normal
- Superficie de cobertura: 87% (superior) y 55% (inferior)
- Impacto en el Medio Ambiente: reparable y reciclable
- Costo unitario: \$65 + IVA



Imagen 1. Pallet tipo Proveedor A.
Fuente: manual de especificación de FlyPallets SA.

Estudio de Pallets y Sistemas de Gestión

Esta alternativa presenta las ventajas de ser un pallet relativamente económico por la resistencia que posee, donde la madera de pino es seleccionada con una calidad controlada, y secada en hornos logrando una baja humedad. Esto posibilita su manipulación en prácticamente cualquier condición ambiental, sin deformaciones significativas de estructura en su uso y eliminando a su vez posibles plagas que pueda poseer sin sufrir tratamientos químicos en su fabricación.

Por otro lado, la madera en sí puede sufrir roturas de diversos tipos, generando a su vez astillas que pueden atentar contra la seguridad del personal así como del producto transportado.

4.2.2 Alternativa 2. Pallet de madera estándar

Inferior en calidad que el pallet del Proveedor A, se encuentra esta alternativa, que básicamente posee una menor resistencia, impactando en la cantidad de ciclos de vida útil. La Imagen 2 muestra un típico pallet de madera estándar.



Imagen 2. Pallet de madera estándar
Fuente: manual de especificación de FlyPallets SA.

Las características de esta alternativa son:

- Material: Madera de Eucalipto, sin secar, humedad superior al 30%
- Dimensiones: 1200x1000x145mm
- Cantidad de entradas: 4
- Peso nominal: 38 kg
- Capacidad de carga máxima: 1300kg
- Vida útil esperada: 16 ciclos
- Resistencia a temperaturas adversas e intemperie: muy limitada
- Superficie de cobertura: 80% (superior) y 52% (inferior)
- Impacto en el Medio Ambiente: reparable y reciclable en un 50%
- Costo unitario: \$47 + IVA

Entre los riesgos, se encuentran los mismos que con la madera de pino, aunque su vida útil inferior indica una mayor probabilidad a roturas y a riesgos de colapso por inferioridad en resistencia al impacto (ya que la carga admitida se encuentra correctamente dimensionada en conjunto con la estructura y espesores de tablas).

4.2.3. Alternativa 3. Pallet de polietileno

Como ya se mencionó, las ventajas de los pallets de plástico merecen especial atención y evaluación, por su gran resistencia, reducido peso, resistentes a diversos ambientes y temperaturas, etc. La Imagen 3 muestra un modelo de pallet de polietileno.



Imagen 3. Pallet de Polietileno
Fuente: manual de especificación de FlyPallets SA.

El pallet en estudio presenta las siguientes características:

- Material: polietileno de alta densidad, elaborado con tecnología de última generación
- Dimensiones: 1200x1000x145mm
- Cantidad de entradas: 4
- Peso nominal: 14 kg
- Capacidad de carga máxima: 1400kg
- Vida útil esperada: 40 ciclos
- Resistencia a temperaturas adversas e intemperie: elevada
- Superficie de cobertura: 100% (superior) y 38% (inferior)
- Impacto en el Medio Ambiente: reciclable y reparable
- Costo unitario: u\$s28

Entre las ventajas más importantes más allá de su peso y resistencia, se encuentra la posibilidad de ser lavable, sin necesidad de tratamientos exigidos por el SENASA por restricciones nacionales, y un menor riesgo por accidentes ya que no posee clavos, ganchos, astillas ni ningún otro elemento riesgoso.

Si bien existen otras alternativas de plásticos, se eligió el Polietileno por su bajo peso, alta resistencia, y la posibilidad de combinarse con otros compuestos especiales de acuerdo al uso que se le dará (resistencias a temperaturas extremas, intemperie, rigidez, etc.)

El hecho de su reciclabilidad total como materia prima implica un adicional a la hora de evaluar el impacto que genera La Empresa en la ecología, impactando en su imagen y responsabilidad con el medio ambiente. La rápida reciclabilidad es producto de ser un conjunto del mismo material, sin necesidad de separar los distintos elementos que conforman a un pallet como sucede en la madera.

4.2.4. Alternativa 4. Pallet de Cartón Corrugado

Ya mencionadas las ventajas de dicho material, se presentan las especificaciones del pallet de cartón corrugado, cuyo modelo se puede observar en la Imagen 4.

- Material: cartón multi-laminado fenólico
- Dimensiones: 1200x1000x145mm
- Cantidad de entradas: 4
- Peso nominal: 7,5 kg
- Capacidad de carga máxima: 1100kg
- Vida útil esperada: 22 ciclos
- Resistencia a temperaturas adversas e intemperie: limitada
- Superficie de cobertura: 100% (superior) y 40% (inferior)
- Impacto en el Medio Ambiente: reciclable 100% (con posibilidad de vender los pallets de descarte como materia prima)
- Costo unitario: u\$s16



Imagen 4. Pallet de Cartón multi-laminado.
Fuente: manual de especificación de FlyPallets SA.

Como se puede ver, esta alternativa se encuentra entre un costo inferior al plástico (pero con menor cantidad de ciclos posibles), y comparado a la madera posee una gran ventaja frente al peso, aunque con un costo mayor. Será un caso interesante de estudio aunque en el mercado no se haya impuesto dicho elemento.

Es importante mencionar que las dimensiones mencionadas en la descripción de las diversas alternativas son las más utilizadas, pero existen diversas medidas que ofrece hoy en día el mercado. A su vez ocurre lo mismo con las capacidades de cargas, ya que se presentan las máximas, pero existen pallets más económicos con capacidad de carga menor y el resto de las características iguales a las mencionadas.

5. RESTRICCIONES

Una vez analizadas las distintas alternativas de pallets, la empresa y sus instalaciones se procederá a estudiar, de qué manera cada factor previamente analizado impacta, y la importancia de cada aspecto en particular. Para ello, se analizarán las restricciones específicas con el fin de establecer requisitos obligatorios y deseables, siendo estos últimos ponderados según la relevancia que se considere que cada uno presenta.

Para poder determinar las variables restrictivas, desde el punto de vista logístico y/o económico se establecieron 5 criterios.

Los criterios seleccionados son:

1. *Naturaleza del producto o mercadería que se colocará encima del pallet y sus características:* tamaño, peso, cantidad, envase, packaging, fragilidad, etc
2. *Área de almacenamiento:* amplitud del espacio, estructura, organización y forma de almacenamiento (a piso, estantes, racks, apilados, etc.). También es importante tener en cuenta el tamaño de los pasillos o espacio disponible para la circulación de los equipos de movimiento de materiales;
3. *Mecanismo de movimiento de materiales:* tractor o modelo de zorra, autoelevadores o apiladores eléctricos (en especial tener en cuenta el ancho entre horquillas, esquíes o cuñas, y si poseen cuñas o no)
4. *Compatibilidad con clientes y proveedores*
5. *Costo del pallet en cuestión*

A continuación se procederá con la descripción de cada uno de los criterios escogidos.

Naturaleza del Producto

En lo que respecta a la naturaleza de los productos, el principal condicionante que impone es el material, dado que de ser necesario un material higiénico y/o lavable, las únicas opciones posibles serían plástico y aluminio. A su vez, existen otras características fundamentales que limitan el tipo de pallet como lo es el peso de los productos. La capacidad de carga del pallets es directamente proporcional al precio por lo que es importante no sobredimensionar demasiado. Esto quiere decir que es un gasto innecesario de dinero utilizar pallets que resistan un peso mayor al límite de carga de los racks o a la máxima carga admisible de los camiones, haciendo referencia en este último caso a un conjunto óptimo. Pero la tendencia de la empresa es a apilar 2 pallets y enviarlos de esa forma para generar ahorros logísticos, por lo que únicamente existirán cotas inferiores dadas por las cualidades del producto más pesado a la hora de decidir el peso que debe resistir el tipo de pallet a utilizar.

Estudio de Pallets y Sistemas de Gestión

La capacidad de estiba es una variable afectada tanto por la capacidad de carga de los pallets como por la altura permitida tanto en los racks como en los camiones. Por lo tanto a la hora de tomar la decisión acerca del tipo de pallet a utilizar es importante definir correctas ponderaciones para la capacidad de carga y de estiba ya que ambas son mutuamente condicionantes.

Área de Almacenamiento

Además de la altura y capacidad de carga de los racks es de suma importancia las medidas de los mismos en lo que respecta al ancho y la profundidad. Dado que existen diferentes medidas de pallets es necesario analizar las medidas permitidas por los racks ya que la modificación de los mismos demandaría una inversión tan grande que el proyecto sería inviable. A su vez las medidas del pallet se ven condicionadas por los mecanismos de movimiento de materiales utilizados por la misma razón que los racks.

Mecanismo de movimiento de materiales

En lo que respecta al movimiento de materiales propiamente dicho, existe un tipo de pallet que no permite el ingreso de transpaletas o equipos que no posean cuñas, por lo que se ve afectado por la disponibilidad actual de equipos en el centro de distribución.

Los pallets previamente mencionados se pueden observar en la Imagen 5 e Imagen 6 según la capacidad de ingreso mediante el equipo de movimiento de materiales.



Imagen 5. Pallet exclusivo para cuña.
Fuente: manual de especificación de FlyPallets SA.



Imagen 6. Pallet que permite ingreso de transpalleta en 2 entradas.
Fuente: manual de especificación de FlyPallets SA.

En la Imagen 5 se puede observar que el pallet no permite el ingreso de zorras, sino que únicamente cuñas, debido a la base de madera que posee. En cambio, la Imagen 6 muestra un pallet que permite el ingreso de las zorras por dos de sus cuatro lados, ya que no posee base de madera en dichos lados.

Compatibilidad con clientes y proveedores

Los proveedores de materia prima de La Empresa no realizan entregas palletizadas a menos que las mismas sean especialmente solicitadas. En el caso de estudio, la empresa en cuestión se encarga de enviar los pallets al proveedor para que realice la entrega de forma palletizada.

En lo que respecta a los clientes, no hay cliente alguno que exija entrega de mercadería con pallet del Proveedor, sin embargo el 75% de los clientes acepta entrega en este tipo de pallet mientras que al realizar entregas al 25% restante, los pallets no son recuperados, dando lugar a mayores costos logísticos. Es importante mencionar que el conjunto de clientes contemplado dentro del 25% mencionado representa el 10% del volumen de ventas.

A su vez el 100% de las entregas se realizan de forma palletizado y en pallet de madera Arlog.

Costo del pallet

El costo del pallet en estudio es importante porque determina la viabilidad económica de poder mutar de un sistema a otro. En caso que la implementación de un tipo de pallet en particular que sea propio resulte con VAN positivo frente a la utilización del servicio que brinda la actual empresa proveedora de pallets, será conveniente la implementación desde el punto de vista económico mientras que con VAN negativo no lo será.

6. ANÁLISIS DE LA EMPRESA Y SUS INSTALACIONES

En concordancia con el objetivo del proyecto, se complementará el análisis de alternativas de pallets con restricciones impuestas por las características de la empresa y se procederá con el análisis de los diversos sistemas de gestión.

En primera instancia, es imprescindible un análisis de las características de la empresa en general y a su vez las específicas de cada planta productiva y centro de distribución para el objetivo de este proyecto de determinar la mejor alternativa de pallet y el mejor sistema de gestión para ser utilizado en las diferentes etapas logísticas como son distribución de producto terminado y abastecimiento de materia prima.

A modo de resumen de lo presentado en la Introducción, se mencionan características generales de la empresa en cuestión:

- dos plantas productivas y un centro de distribución
- 300 clientes
- Distribución de producto terminado palletizado
- Abastecimiento de materia prima palletizado
- Abastecimiento de producto terminado (importaciones) a granel
- Flujo de producto terminado mensual aproximado de 60.000 pallets
- Pallet utilizado de medidas 1200mm x 1000mm x 15mm
- Pico de ventas durante la última semana del mes, lo que se complejiza la distribución. Este pico se da siempre a menos que haya cambio de precios.

En lo que respecta al flujo de pallets cargados de producto terminado o materia prima existen tres subsistemas:

1. Entrega a clientes desde CD
2. Abastecimiento de CD:
 - I. Importados
 - II. Desde PP1
 - III. Desde PP2
3. Circuito de proveedores
 - I. Con PP1
 - II. Con PP2

Es importante realizar la distinción de subsistemas ya que el 75% de los clientes hacen al 90% del volumen de ventas y utilizan pallets del Proveedor A, mientras que la mayoría de los proveedores no disponen de ellos, por lo que resulta mucho más

ineficiente el ciclo de alquiler de pallet en el subsistema 3 que en los subsistemas 1 y 2. A su vez dentro del subsistema 1, las entregas a clientes desde el centro de distribución representa más del 80% del flujo de dicho subsistema. Esto se debe principalmente a que el 60% de los SKU⁴ comercializados son importados y por lo tanto recibidos directamente en el CD.

6.1. Características del centro de distribución

En lo que respecta a las características del centro de distribución, se describirán los racks, analizará la capacidad, mencionará el cuello de botella y características generales de los pallets utilizados.

6.1.1. Racks

- Simple (una posición de profundidad, ancho = 1m)
- Doble (dos posiciones de profundidad, ancho = 1,20)
- Penetrable (siete posiciones de profundidad). Se llenan de arriba hacia abajo y de atrás hacia adelante. El vaciado se realiza de manera inversa. Por el peso del pallet cargado de producto terminado no se pueden empujar. Existen las estanterías con drive-in, aunque según el Gerente de Logística de La Empresa, no brindar buenos resultados.

En los racks de más de una posición, se colocan pallets de producto que pertenecen a un mismo producto y un mismo lote. Siendo el lote determinado por el día en que el producto fue envasado. Esta disposición se debe a las dificultades de manejar las fechas de vencimiento.

6.1.2. Capacidad del CD

La capacidad actual del CD es de 50.000 posiciones. Antiguamente se utilizaban almacenes satélite, pero luego de la última ampliación en 2011 se dejaron de utilizar. De hecho, la ocupación actual se encuentra en el orden de un 55%. Dicha ocupación es baja debido a los problemas de importación, siendo los productos almacenados en el CD aproximadamente un 60% importados.

Se estima un fuerte crecimiento en los próximos 2 años, llegando a una ocupación superior al 90%, para lo que se prevé una ampliación que incrementará la capacidad en un 25%.

⁴ SKU se refiere a Stock-Keeping Unit, frecuentemente utilizado en la industria para identificar individualmente los distintos productos o servicios ofrecidos por la empresa

6.1.3. Cuello de Botella

Actualmente el cuello de botella de CD es el proceso de picking.

6.1.4. Características generales de pallets utilizados

La rotura de pallets es inferior al 0,5%. En este aspecto es importante mencionar que si se reclama a tiempo al Proveedor A por un pallet en malas condiciones, dicha empresa se hace cargo de los gastos, pero si al momento de romperse se encuentra en poder de la compañía, la misma se debe afrontar el gasto de ruptura.

La empresa en el CD se encuentra utilizando 2 tipos de pallet, blancos propios y del Proveedor A. Los pallets blancos se obtienen comprando a otros proveedores para enviar productos a clientes que no poseen contrato con el Proveedor A, por una simple conveniencia de costos.

6.2. Variables restrictivas

Luego de descriptos y analizados los criterios se procederá a clasificar las mencionadas variables restrictivas:

1. Material
2. Capacidad de carga
3. Capacidad de estiba
4. Medidas
5. Cantidad de entradas
6. Costo

A continuación se presentan las restricciones para cada variable.

6.2.1. Material

No existe restricción alguna en lo que respecta al material.

6.2.2. Capacidad de carga

Las restricciones de la capacidad de carga brindan cotas inferiores como se mencionó previamente. La restricción de capacidad de carga es establecida por el peso de un pallet del producto más pesado, que es de aproximadamente 550kg. Dado que la empresa busca optimizar costos logísticos, la tendencia es apilar pallets de a pares demandando una capacidad de carga mínima de 1100kg.

6.2.3. Capacidad de estiba

La altura máxima hasta la cual se puede completar un pallet depende del producto en cuestión ya que el peso es un limitante y a su vez de la altura de la estantería y camiones.

Las alturas condicionantes de racks y transportes se muestran en la Tabla 2.

	Rack	Camión
Altura	1600mm	1450mm

Tabla 2. Alturas condicionantes de racks y transporte.

Es importante mencionar que la mayoría de los semis utilizados para el transporte tienen una altura de 2,6m, pero existen otros que suelen transportar pallets apilados de 2,9m. Entre las 2 restricciones establecidas, 2,6m y 1,45m, la segunda es mandataria por ser la menor.

6.2.4. Medidas

Las medidas de los racks y los camiones son las principales restricciones en lo que respecta a las medidas del tipo de pallet a utilizar.

La Tabla 3 muestra las medidas de ancho y profundidad requeridos para camiones y racks.

	Ancho	Profundidad (largo)
Rack	1500mm	1.200mm
Camión	2300mm	No es restrictivo

Tabla 3. Medidas para los camiones y racks

El ancho estándar de los semis utilizados es de 2,4m, pero para evitar dificultades en el manejo de mercadería se optó por establecer como restricción 2,3m.

6.2.5. Cantidad de entradas

La cantidad de entradas no es una restricción a la hora de escoger un tipo de pallet en particular ya que La Empresa cuenta con equipos que en su gran mayoría poseen cuñas. Cabe mencionar que posee cierto beneficio de optimización de máquinas en caso de utilizar pallets de 4 entradas ya que las zorras podrían ser utilizadas indistintamente de la posición en que se encuentre el pallet.

6.2.6. Costo

En principio no es una restricción, pero al momento de evaluar el proyecto el VAN debe ser positivo para que la propuesta sea implementada. De todas formas es una característica deseable un bajo costo de adquisición por ciclo. La forma de calcular dicho costo es realizando el cociente entre el precio de adquisición del pallet y la cantidad de ciclos estándar que resiste.

6.3. Gestión

La gestión hace referencia a la manera en que es llevado a cabo el intercambio de pallets entre La Empresa y clientes, y entre la misma y proveedores. Como se mencionó previamente, existen 3 subsistemas

1. Entrega a clientes desde CD
2. Abastecimiento de CD:
 - I. Importados
 - II. Desde PP1
 - III. Desde PP2
3. Circuito de proveedores
 - I. Con PP1
 - II. Con PP2

En lo que respecta al subsistema 1, la entrega a clientes se realiza prácticamente en su totalidad desde el centro de distribución, pero para reducir la complejidad de análisis se asumirá que el total de las entregas es realizado desde el CD. La unidad de movimiento de producto terminado en lo que respecta a la entrega a clientes es pallet del Proveedor A, cuyo funcionamiento fue descrito previamente.

El abastecimiento del centro de distribución es realizado desde otros países, en lo que respecta a productos importados, y desde ambas plantas de producción para productos de fabricación local. La unidad de movimiento de productos importados para el ingreso al CD es en un 75% a granel y en un 25% en pallets del Proveedor A. A su vez, la unidad de movimiento para producto terminado que ingresa al CD desde las plantas productoras es en pallet del Proveedor A y sigue las siguientes proporciones:

- Importados = 60%
- Desde PP1 = 25%
- Desde PP2 = 15%

El Gráfico 1 presenta las proporciones de las diferentes formas de ingreso de producto terminado al CD.

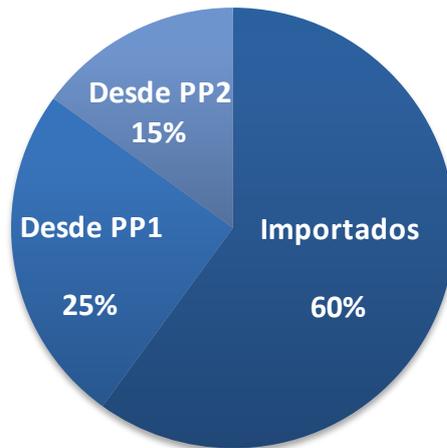


Gráfico 1. Formas de abastecimiento de CD según origen

A su vez, es posible plasmar la relación existente entre producto terminado movilizado a granel y palletizado en lo que respecta a ingresos al CD, mostrado en el gráfico 2.

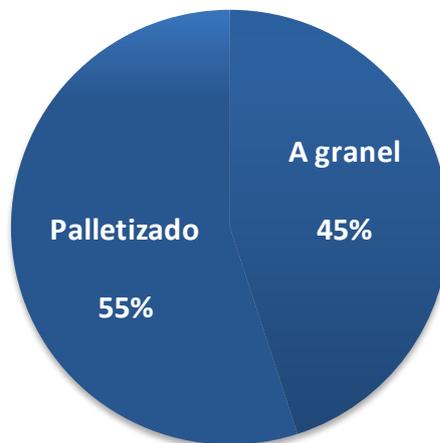


Gráfico 2. Proporción de carga a granel vs. carga palletizada.

Por último, el circuito de proveedores se encuentra completamente palletizado con pallets del Proveedor A aunque con una cualidad muy particular: la empresa en cuestión se encarga de enviar pallets a los diferentes proveedores previamente a ser retirada la materia prima, generando ineficiencias desde el punto de vista económico ya que no se aprovechan los movimientos realizados con el Proveedor A para disminuir costos, generando que dichos costos sean elevados.

DESARROLLO DE PROPUESTA

7. PROPUESTA DE TIPO DE PALLET

Se tomará la decisión contemplando las características de las alternativas estudiadas y las restricciones analizadas. El proceso consiste en comparar las alternativas en base a criterios a través de una matriz de decisión. Se utilizarán criterios obligatorios, los cuales deben ser cumplidos por las alternativas para ser tenidas en cuenta, y criterios deseables que serán ponderados de acuerdo a su importancia.

7.1. Criterios de evaluación

Los criterios seleccionados son resultado de aquellos factores que mayor impacto tienen a la hora de evaluarlos frente a la actividad de La Empresa en estudio.

Se debe hacer mención que ciertos criterios como dimensiones, capacidad de estiba, capacidad de carga o resistencia a ambientes adversos son considerados obligatorios. A su vez, dichos criterios son cumplidos por todas las alternativas en estudio por lo que no se tendrán en cuenta. Por lo tanto, únicamente se tomarán en cuenta los criterios de influencia deseable.

Dichos criterios serán los analizados a continuación.

7.1.1. Costo unitario

El costo de compra o reposición del pallet será el factor más importante al evaluar el cambio, dada la problemática inicial planteada donde los costos logísticos son producto de altos costos de reposición por pérdida de pallets. De todos modos, se debe tener en cuenta que dicho costo tendrá que estar equilibrado con la vida útil que posea y el impacto que tiene en los demás factores (logística, mantenimiento, etc.) como para evaluar en forma conjunta el costo de dicho pallet.

7.1.2. Vida útil (ciclos)

La vida útil será un factor predominante ya que indica el rendimiento que tiene dicho costo de adquisición, evaluando el período estimado en que se deberá reponer. Una vida útil elevada, posibilitará generar el recambio más adelante que un pallet con corta vida útil. Si bien la vida útil se tendrá en cuenta más adelante para el cálculo económico de la propuesta, inicialmente se le dará un valor de ponderación por dicha influencia.

7.1.3. Peso nominal

El peso indicará una ventaja o desventaja en cuanto a los costos de transporte que suelen imponer límites de carga, y a su vez la capacidad de estiba de los pallets dependerá no solo del peso del producto cargado sino también del pallet en caso de que se apile un pallet cargado encima de otro. En comparación con los demás factores,

su importancia es inferior ya que normalmente no llega a afectar en los costos logísticos, aunque sí se evalúa por temas colaterales que puede traer el peso, como cuestiones de seguridad, facilidad de movilidad, etc.

7.1.4. Compatibilidad con clientes

En este caso, si bien las medidas y geometrías de los pallets se estandariza para ser compatibles por la mayoría de los equipos de movilidad, los pallets plásticos o de cartón al tener tan poca presencia en el mercado, posiblemente no sean aptos para realizar intercambio de pallets y que los clientes puedan utilizarlos para otros proveedores o clientes. En cambio, la madera presenta una capacidad de adaptarse a la totalidad de los sistemas de gestión propuestos por la presencia casi total en el mercado.

7.1.5. Seguridad

La seguridad industrial tomó preponderancia en los últimos años, implicando una mayor atención para las empresas de gran porte como la estudiada. Casos de pallets con imperfecciones o clavos salidos puede incrementar el riesgo de accidentes en los operarios, mientras que pallets de plástico o cartón pueden ser más seguros en este sentido. No se debe descartar, a su vez, la seguridad en cuanto al traslado de mercadería, donde un pallet roto puede hacer volcar el producto que carga, demorando la operación y posiblemente dañando el producto.

7.1.6. Mantenimiento

Los costos de mantenimiento pueden llegar a influir en casos de que un pallet lo requiera por sus características de resistencia (en caso de roturas, por ejemplo) o intrínsecas del material (como por ejemplo requerir limpieza o tratamientos químicos)

7.1.7 Impacto en el medio ambiente

En este caso, se tendrá en consideración el impacto medioambiental que genera cada alternativa, principalmente en base a la reciclabilidad de los materiales utilizados, así como también el impacto que tiene la fabricación de cada pallet. Si bien es un tema cuya prioridad se encuentra muy por debajo de los costos que generarán, no se puede pasar por alto dicho elemento ya que forma parte de una política intrínseca de La Empresa cuya operación se debe adecuar a políticas de Responsabilidad Social Empresaria.

Si bien ambas alternativas de madera son reciclables, su valor de reciclabilidad es muy inferior al del plástico.

7.2. Matriz de decisión

La Tabla 4 muestra la matriz de ponderación resultante para dicho análisis.

Criterio	Ponderación	Alternativa			
		1. Madera Pino	2. Madera Estándar	3. Plástico	4. Cartón
Costo Unitario	35%	6	9	3	5
Vida Útil (ciclos)	25%	7	5	9	6
Compatibilidad con clientes	12%	8	9	4	2
Mantenimiento	12%	5	4	8	5
Seguridad	6%	4	3	9	6
Peso Nominal	5%	5	5	8	10
Impacto Medio Ambiente	5%	5	5	9	7
TOTAL	100%	6,15	6,64	6,13	5,3

Tabla 4. Matriz de ponderación para selección de tipo de pallet.

El resultado obtenido muestra una ventaja predominante sobre la Alternativa 2, correspondiente al de material de madera estándar. Su principal ventaja radica en el costo, que frente a la alternativa 1 de pino se encuentra a casi la mitad. Por otro lado, se podría también evaluar un índice entre ambas alternativas que tenga en cuenta el costo unitario por ciclo, analizando si la relación entre ambos sigue beneficiando al pallet de madera estándar.

Al realizar dicha simple relación, se obtienen los valores mostrados en la Tabla 5.

	1. Madera Pino	2. Madera Estándar
Costo unitario (\$)	84	57
Vida Útil (ciclos)	22	16
Índice (\$/Ciclo)	3,8	3,5

Tabla 5. Cálculo de índice de costo por ciclo (Precios con IVA incluido).

Esto indica que, efectivamente, continúa resultando como mejor alternativa el pallet de madera estándar, cediendo la capacidad de la madera de pino de aguantar mayor cantidad de ciclos. Un factor adicional a tener en cuenta es el riesgo de pérdida que poseen los pallets en su traslado o en destino final, cosa que no fue valorada en la vida útil (ésta solo tiene en cuenta la vida útil en base a la resistencia del material).

Es así que se concluye que el pallet seleccionado será de madera de Eucalipto, con cuatro entradas, carga máxima de 1300 kg (lo que da un rango extra límite a la carga que va a ser sometido), con un costo esperado de 57\$, IVA incluido, para los volúmenes requeridos.

8. PROPUESTA DE SISTEMA DE GESTIÓN

Una vez analizadas la empresa y sus instalaciones se procederá a estudiar los posibles sistemas de gestión en lo que respecta al circuito de pallets, para la alternativa de pallet seleccionada.

La gestión es la acción de administrar algo, en este caso es la forma en que se llevará a cabo el intercambio de pallets entre La Empresa y clientes, y entre La Empresa y proveedores. Por lo tanto la determinación del sistema de gestión a implementar debe diferenciarse para los circuitos en cuestión, clientes y proveedores.

Se tomará la decisión contemplando las características del mercado de consumo masivo, la factibilidad de implementación, los costos y el tipo de pallet seleccionado como óptimo, pallet de madera estándar. El proceso consiste en realizar un análisis secuencial de alternativas en donde se irán tomando decisiones que a la larga conducirán a una única alternativa de gestión.

8.1. Sistema de gestión con clientes

En esta etapa del proyecto se busca determinar la mejor alternativa de gestión de pallets a ser aplicada por La Empresa en función de las características de la misma, para tratar con clientes.

En lo que respecta a gestión de pallets, existen infinidad de alternativas por lo que se aplicará una serie de criterios para ir reduciendo la cantidad de alternativas de gestión y lograr lidiar con la óptima.

La primera decisión por tomar es definir si se recuperarán los pallets o los mismos quedarán a disposición del cliente. Como la empresa en cuestión no está dispuesta a afrontar el incremento en costos por pérdida de pallets y a su vez tampoco se encuentra dispuesta a elevar precios de productos para poder absorber los gastos en que incurriría si decidiese tomar la decisión de dejar los pallets a disposición del cliente, se decidió trabajar con alternativas que contemplen el recupero de pallets. Cabe destacar que la mayoría de los productos comercializados por La Empresa son voluminosos por lo que el precio del pallet representa un porcentaje considerable del precio de la mercadería que transporta.

Luego de decidir recuperar los pallets, el paso siguiente es determinar si se aceptará cualquier tipo de pallet como devolución o los mismos deberán ser compatibles con los de uso habitual de La Empresa. Al presentarse hoy en día un importante problema en lo que respecta a la calidad de los pallets blancos recibidos por La Empresa, al no pertenecer al Proveedor A, se decidió eliminar la opción de recibir cualquier tipo de pallet y de cualquier calidad, y recibir únicamente pallets que concuerden con la calidad, dimensiones y estado de los utilizados por la empresa en cuestión. Dada esta

decisión no es posible ejecutar una alternativa de gestión genérica, que es sencilla a la hora de llevar a la práctica, como llevar a cabo un intercambio de pallets en el cual un proveedor realiza la entrega de mercadería en pallets y recibe a cambio pallets vacíos por parte del cliente. Dichos pallets deben estar en correcto estado, y respetar tanto calidad como dimensiones, tomando como parámetro los entregados junto con la mercadería. Dentro de las posibles variables a controlar se escogieron las tres mencionadas debido a que contemplan las cualidades más importantes que identifican a los pallets. Cabe mencionar que dentro de la variable calidad se incluye resistencia.

Para lograr trabajar con pallets que deben ser recuperados y que la empresa en cuestión pueda realizar un correcto uso, se propone realizar una inspección previa a la recepción de los mismos. En dicha inspección se buscará que se respeten los mínimos estándares de calidad, dimensiones y estado. Más adelante se desarrollará en detalle la forma propuesta para la implementación de dicha inspección.

Por último, La Empresa debe asegurarse que los clientes realicen las devoluciones correspondientes, para lo que se propone instaurar un sistema de documentos de crédito y débito de pallets.

8.1.1. Administración del método propuesto

Si bien existe una variedad de formas de operación y procedimientos para la utilización de documentos de deuda, se escogió a criterio de los autores la forma que presenta una mayor practicidad a lo hora de ser implementada. La metodología utilizada es la siguiente:

Generación de documento de deuda

Cuando La Empresa entrega mercadería con pallets, el cliente (CD o boca de expendio) podrá devolverle la misma cantidad de pallets sanos recibidos y a su vez que respeten dimensiones, resistencia y calidad. Si el cliente no devuelve la totalidad de pallets entregados al terminar la recepción, la empresa en cuestión confecciona un documento de débito por la diferencia entre la cantidad de pallets sanos entregados y la cantidad de los mismos recibida, en el cual se indica el precio por pallet. Dicho precio es el cobrado por el fabricante y es informado al cliente una vez por mes.

En cuanto al precio cobrado, se propone que sea el mismo monto indiferentemente del cliente en cuestión, e igual a aquel del costo de adquisición de un pallet nuevo para La Empresa.

La nota de débito es firmada por el responsable del CD o boca de expendio y al mismo se le es entregado un duplicado. Al momento de firmar, el cliente se está comprometiendo a abonar el monto establecido en documento de deuda.

Es de suma importancia que tanto el cliente como La Empresa ingresen los datos del documento en su propio sistema.

Cabe destacar que La Empresa asumirá los gastos de la primera entrega de pallets realizada con el sistema propuesto. Esto implica que en una primera instancia La Empresa pagará los pallets que utiliza cada uno de sus clientes en sus respectivos depósitos de la misma, ya que en la actualidad dichos pallets no existen porque pertenecen al Proveedor A. El objetivo de proporcionar el beneficio mencionado es no debilitar las relaciones comerciales y evitar posibles inconvenientes con el área de ventas, la cual probablemente se presente como reacia ante el cambio.

Ejecución de vale de deuda:

El cliente posee un plazo de tiempo para abonar la deuda de pallets contraída igual al establecido para las compras de productos. Al momento de realizar el pago se cancela la deuda automáticamente, a menos que el plazo haya sido excedido, por lo que en dicho caso se tomaran las acciones que deben aplicarse en el caso de no cumplir con deudas contraídas relacionadas a la compra de producto.

Entre la información que se debe encontrar en los documentos de débito, se proponen los siguientes:

- ✓ Fecha de emisión
- ✓ Datos de La Empresa
- ✓ Datos del cliente
- ✓ Datos del vehículo
- ✓ Datos del chofer
- ✓ Cantidad de pallets reconocidos como deuda o cancelación de deuda
- ✓ Datos de la persona (cliente) que acepta la deuda y de la persona (La Empresa) que acepta el crédito.
- ✓ Factura relacionada
- ✓ Fecha de vencimiento
- ✓ Precio unitario
- ✓ Total

8.2. Sistema de gestión con proveedores

En esta etapa del proyecto se busca determinar la mejor alternativa de gestión de pallets a ser aplicada por La Empresa en función de las características de la misma, para tratar con proveedores.

Como se estudió previamente, los proveedores de la empresa en cuestión no hacen uso de pallets, por lo que es necesario realizar un envío de pallets previo al retiro de la materia prima. Al ser dicho envío confeccionado actualmente con pallets del

Proveedor A, el circuito es sumamente ineficiente desde el punto de vista económico. Esto se debe a que la operación de abastecimiento de mercadería requiere el abono de los movimientos de emisión, alquiler y retorno, sin aprovechar correctamente el alquiler que es el más económico de todos.

Por lo tanto, la propuesta de gestión con proveedores consta en introducir pallets de madera estándar y realizar un circuito cerrado entre planta productora y proveedor. Dicho sistema resulta sencillo debido que no es necesario mezclar pallets utilizados con proveedores y clientes ya que las plantas poseen depósitos correctamente identificados donde se diferencia la materia prima con el producto terminado. A su vez las plantas productoras, tanto para realizar envíos directamente a clientes o al centro de distribución, requieren palletizar la mercadería, por lo que el sistema de gestión con proveedores es perfectamente desarrollable de manera independiente al sistema con clientes.

8.3. Sistema de inspección de pallets

Para implementar el sistema interno de gestión y reposición de pallet se deberá construir un sistema práctico, dinámico y económico, que permita evaluar rápidamente el gran caudal de unidades que se manejan en el depósito, así como las que ingresan y egresan. Se propone en una primera instancia, crear un puesto de control de pallets, que se encuentre ubicado en el punto donde ingresan los pallets provenientes de clientes. Es así que se dará por sentado que aquellos ejemplares delimitados por el control como “aptos”, cumplirán al menos con una vida útil remanente de dos ciclos, es decir, hasta que vuelve a ingresar al depósito. A su vez, también se determinarán aquellos pallets que deben ser reacondicionados antes de continuar con su uso normal.

Para delinear los puntos críticos en los que deberá enfocarse dicho control, se supone que las causas que determinarán la aptitud del pallet son:

- Contaminación
- Rotura parcial o total

En primera medida, se definirá un pallet como Contaminado, en aquellos casos donde se presente al menos una de las siguientes características:

- ✘ Hongos en la madera
- ✘ Olores perceptibles e impregnados
- ✘ Excrementos adheridos a la madera
- ✘ Radioactividad
- ✘ Derrames de sustancias, en particular:

- Aceites de cualquier tipo
- Sangres
- Solventes
- Agroquímicos
- Fenoles
- Insecticidas y/o Pesticidas
- Combustibles
- Lavandinas

Todos estos elementos atentan contra la limpieza y seguridad de La Empresa, por lo que será de suma importancia mitigarlos al máximo.

En cuanto a la rotura del pallet, las causas pueden ser variadas y se visualizarán en forma de rotura de madera, clavos sobresalientes, inconsistencias geométricas, mala integridad estructural o debilidad general o falta de partes. Para ello se definen los aspectos mostrados en la Imagen 7, la cual muestra fallas en la cubierta superior, y la Imagen 8, con las fallas en la cubierta inferior. La Imagen 9, por otra parte, muestra aquellas fallas que pueden estar presentes en lo que se refiere a las tablas conectoras. Todos estos datos fueron relevados por La Empresa, los cuales surgieron a partir de los principales problemas observados históricamente en el inventario de pallets.

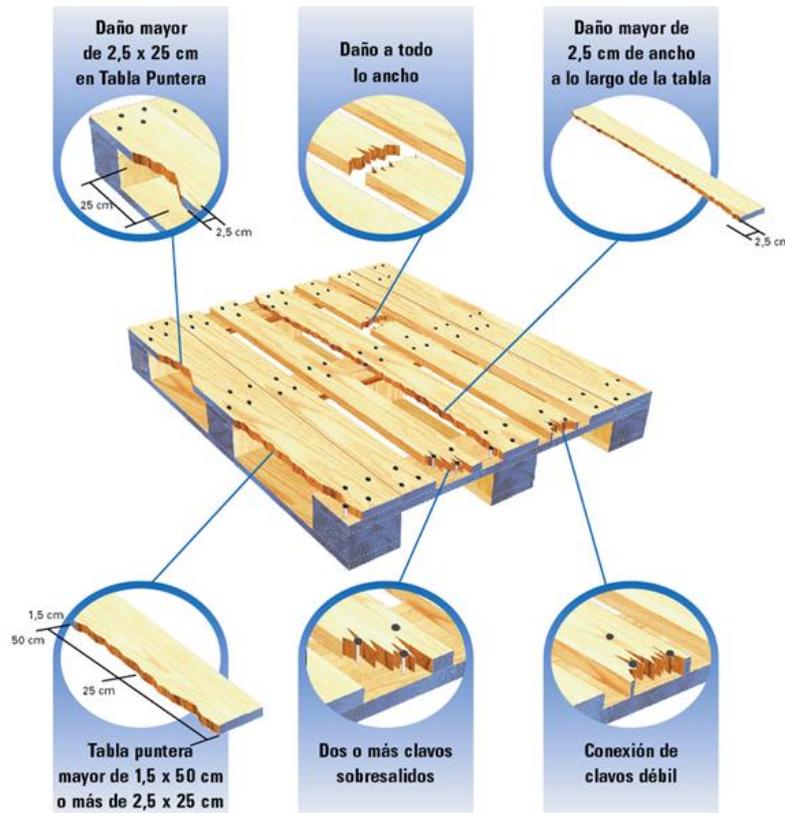


Imagen 7. Tipos de fallas comunes en Cubierta Superior.
Fuente: Estudio interno brindado por La Empresa

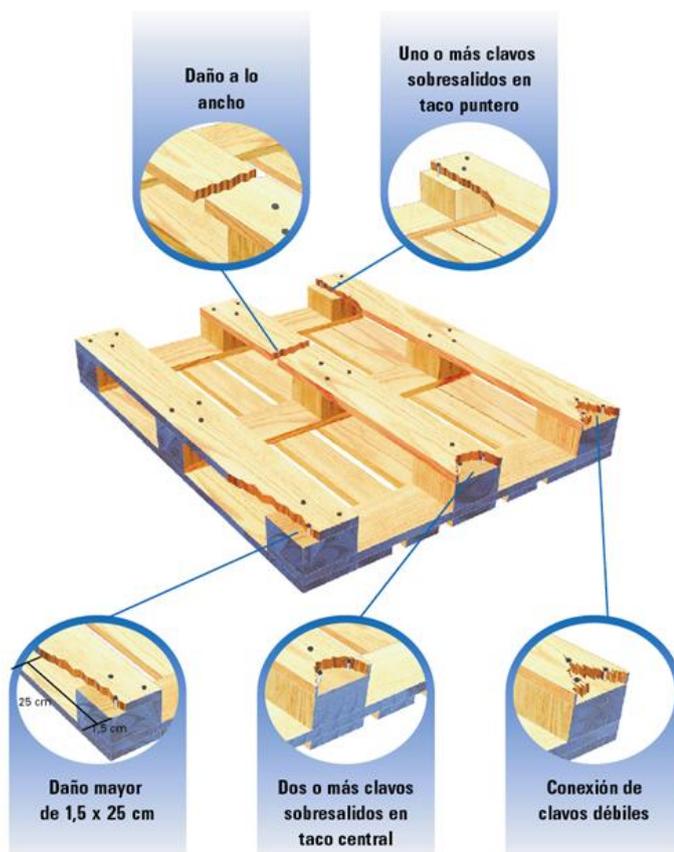


Imagen 8. Fallas comunes en cubierta inferior.
Fuente: Estudio interno brindado por La Empresa

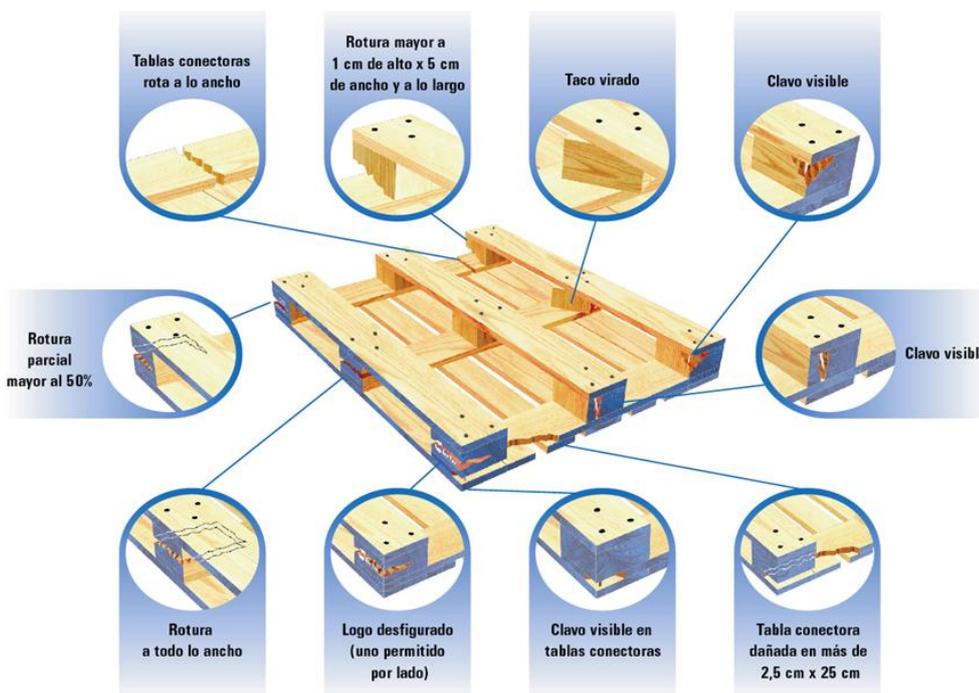


Imagen 9. Fallas comunes en Blocks y Tablas Conectoras.
Fuente: Estudio interno brindado por La Empresa

Esta gran variedad de deterioros e irregularidades puede representar que la tarea de control de pallets se torne tediosa, aunque la experiencia y la práctica de la mano de obra permitirán ganar eficiencia a medida que se implementa el método. En particular, se adoptará un criterio concreto como para que no sea una única falla la que implique la necesidad de destrucción del pallet. Ante ello, el control al ingreso realizará la separación de las unidades que requieran intervención para cumplir con todas las especificaciones de seguridad, higiene y calidad con las que trabaja La Empresa.

Se define, entonces, que un pallet será considerado como apto para su recuperación o reparación en caso de:

- ✓ Presentar una cantidad máxima de seis (6) daños en cualquier componentes
- ✓ Presentar daños en menos de dos (2) tablas conectoras
- ✓ No presentar indicios de contaminación

Caso contrario, el pallet se considerará como inadecuado para su recuperación y por lo tanto se deberá destruir o reciclar en caso de ser posible.

El costo de reparación representa una ventaja económica frente a la compra de nuevos pallets, aunque también La Empresa, al tratar de reducir al máximo la destrucción de pallets (es decir, alargar la vida útil lo más posible) podrá reflejar así una forma adicional de comprometerse con el medio ambiente y disminuir el impacto de las operaciones llevadas a cabo.

9. METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN

El sistema de gestión propuesto plantea que a medida que La Empresa necesite reinyectar pallets tanto en el centro de distribución como en las plantas productoras, lo haga comprando exclusivamente el tipo de pallets especificado según lo descrito anteriormente en la sección “Selección de Tipo de Pallet”. La presente recomendación se implementará de forma paulatina, es decir habrá una transición gradual entre el sistema de gestión actual y el tipo de pallet del Proveedor A, y el sistema y tipo de pallet propuesto. No se plantea el reemplazo total de los pallets de la empresa Proveedor A de forma inmediata, sino que éstos deberán ser reemplazados a medida que la empresa en cuestión requiera de ellos. El método de implementación sería utilizar los pallets del Proveedor A y medida que se deba realizar una emisión, movimiento cobrado por el Proveedor A, se compre un pallet blanco nuevo. A su vez a medida que los pallets propios dejen de estar aptos para la actual operación, también se realizará la compra correspondiente.

Es importante aclarar que la empresa en cuestión presenta 30 días como política de stock para productos de fabricación nacional y 60 días para productos importados. Esto quiere decir que el proceso de transición tiene una duración aproximada de 60 días. La reposición de pallets para cada uno de los 2 primeros meses es la que se muestra en la Tabla 6.

Producto	%	Mes 0	Mes 1
Local	40%	21.000	21.000
Importado	60%	28.000	
Total	100%	49.000	21.000

Tabla 6. Cantidad de pallets a reponer para Mes 0 y Mes 1.

Por lo tanto La Empresa se ocupara de seleccionar el fabricante de pallets encargado de proveer los mismos a medida que sea necesario. El hecho de escoger un único fabricante de pallets presenta la ventaja de obtener descuentos por cantidad y alianzas estratégicas a largo plazo.

EVALUACIÓN DE PROPUESTA

10. ANÁLISIS ECONÓMICO

Luego de definir el nuevo sistema de gestión para La Empresa, se deberá realizar un análisis cuantitativo para identificar si realmente la propuesta es una solución al problema inicialmente planteado de altos costos incurridos en el manejo de pallets.

Para ello, se decidió trabajar sobre una hoja de cálculo donde se expresa el flujo de fondos mensual esperado para el próximo año, comparando los costos actualmente incurridos frente a la propuesta. Esto se debe a que los proyectos de envergadura similar al presentado son evaluados por La Empresa a través de un flujo de fondos a doce meses utilizando una tasa de descuento anual de 31%.

10.1. Estimación de parámetros y variables utilizadas

Como punto de partida para pronosticar los costos esperados del sistema actual se utilizó el costo de gestión mensual promedio de los últimos doce meses. Los costos involucrados son de alquiler, transferencia, reposición de pallets, y demás cargos que actualmente cobra el Proveedor A. Cabe destacar que dichos costos no incluyen el servicio logístico de pallets. Los costos esperados del sistema propuesto son resultado de las siguientes variables:

- Valor actual de pallet de madera estándar: \$57,5
- Cantidad de emisiones mensuales: surge como el promedio de las emisiones realizadas por la empresa en cuestión durante los últimos doce meses.
- Tasa de reposición: teniendo en cuenta que se utiliza el pallet seleccionado en el capítulo anterior (pallet de madera estándar) con una vida útil de 16 ciclos en promedio (principalmente por desgastes), y que realiza en promedio dos ciclos por mes, se llega a que cada pallet se deberá reponer cada 8 meses. Este valor se cuantificó como “ratio de reposición mensual”, con un valor del 12,5%, lo que implica 1,5 renovaciones por año.
- Tasa de pérdida: considerando que hay pallets que se pierden y pallets con una vida útil inferior a ocho meses, la tasa de pérdida busca modelizar dicha situación.

En ambos casos, se tomó como primera hipótesis el hecho de que el volumen de pallets manejados incrementará a un ritmo constante anual de 12%⁵, valor identificado como el crecimiento esperado en ventas a nivel global de La Empresa. A nivel mensual dicho incremento es de 0,95%, y aplicado de manera directa sobre el costo mensual

⁵ Valor definido por la empresa a partir de datos históricos y objetivos comerciales

del sistema actual y de manera indirecta a través del incremento en la cantidad de emisiones mensuales necesarias sobre el costo mensual del sistema propuesto.

Luego de elaborar el pronóstico de requerimiento de pallets y costos esperados tanto para el sistema actual como para el propuesto se realizaron las siguientes suposiciones y simplificaciones:

- El costo esperado del mes cero es ajustado por una tasa de inflación mensual de 1,88%, correspondiente con una tasa anual de 25%, para el cálculo de los meses venideros. De la misma forma se ve afectado el precio de adquisición de pallets, que repercute de forma directa sobre el costo total del sistema propuesto.
- Los valores expresados en el flujo de fondos son todos en miles de pesos nominales, es decir, afectados por inflación y referidos al mes corriente.
- Se supone que en el primer año se realizará no solo la compra para los pallets requeridos en el CD (igual que para el sistema actual), sino que también la suma de igual cantidad que se les dará a los clientes, a modo de hacer la transferencia y que no sean ellos los que tienen que invertir. Así se evitan previenen debilitaciones en las relaciones comerciales e inconvenientes con el área de ventas, la cual seguramente reaccione de manera reacia al cambio.
- Una vez entregados los pallets iniciales a los clientes, la reposición de los mismos en cada depósito de cliente será abonada por el cliente mientras que la reposición de los pallets en CD y plantas será financiada por La Empresa.
- No se tomó en cuenta ningún valor residual, aunque en el último año de análisis el promedio de vida útil de pallets sea de 4 meses y los mismos posean un valor residual, para exigir más al proyecto.
- La tasa de descuento es aproximada e indicada por la misma empresa. Su valor es de 31% anual, lo que implica 2,28% mensual.
- El impuesto a las ganancias se tuvo en cuenta ya que un mayor beneficio debido a la reducción de costos generada por la implementación de la propuesta da lugar a un incremento en el pago de impuesto a las ganancias. A su vez un menor beneficio en el mes cero debido a la inversión realizada genera una disminución en el pago de dicho impuesto. Dicha modificación en el pago del impuesto mencionado modificará el valor actual neto reduciéndolo, aunque mantendrá sin modificaciones la TIR.

La información utilizada se presenta organizada en la Tabla 7.

Tasas anuales y mensuales	Valores	Datos	Valores
Tasa de crecimiento anual	12%	Precio por pallet a hoy	\$ 57,5
Tasa de crecimiento mensual	0,95%	Tasa de renovación mensual	12,5%
Tasa de descuento anual	31%	Tasa de pérdida	12,5%
Tasa de descuento mensual	2,28%	Valor residual	0%
Inflación anual	25,00%	Impuesto a las Ganancias	35%
Inflación mensual	1,88%	Costo mensual promedio actual	\$ 1.583

Tabla 7. Datos utilizados para la Evaluación Económica

En lo que respecta al cálculo del flujo de fondos, cabe destacar que los primeros meses, cero y uno, los cálculos son diferentes porque se ven afectados por el proceso de transición de un sistema a otro. Como se puede observar en el cuadro a continuación, los meses mencionados presentan costos asociados al Proveedor A ya que el cambio de sistema es realizado de manera paulatina por lo que en esos meses todavía son necesarios parte los servicios brindados por dicho proveedor.

Una vez realizados los cálculos para la obtención del flujo de fondos, se establece la diferencia para cada mes entre ambos flujos de fondos, luego el impacto en el Impuesto a las Ganancias, y finalmente, la diferencia contemplando dicho impuesto.

10.2. Cálculo de VAN y TIR

Una vez realizados los cálculos antes descriptos, se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 8.

Es de suma importancia la explicación de cada uno de los campos utilizados para obtener el flujo de fondos, los cuales se muestran en la Tabla 9, por lo que a continuación se describe cada uno de ellos.

- Cantidad de emisiones mensuales: número de pallets en uso
- Costo total actual: dinero abonado de forma mensual al Proveedor A
- Gastos de transición Proveedor A: gastos asociados a los meses cero y uno debido a la metodología de implementación propuesta.
- Pallets en uso: cantidad de pallets que serán utilizadas durante el mes en cuestión. El valor es idéntico a la cantidad de emisiones mensuales.
- Pallets necesarios: son los que deben ser comprados sin contemplar pallets para clientes, reposiciones y pérdidas, pero considerando pallets del Proveedor A y adquiridos en meses anteriores.

Estudio de Pallets y Sistemas de Gestión

- Pallets en clientes: cantidad de pallets a comprar para los clientes. Se tomó una cantidad igual a la cantidad de emisiones ya que la mayoría de los clientes posee políticas de stock de 1 mes de inventario al igual que La Empresa.
- Renovación de pallets: cantidad de pallets renovados de forma mensual debido al desgaste.
- Pérdida de pallets: cantidad de pallets perdidos y en mal estado debido a una vida útil inferior a la considerada.
- Compra de pallets (empresa): es la suma de pallets necesarios, en clientes, renovación y pérdida de pallets.
- Costo total propuesto: multiplicación entre precio de pallet de madera estándar y compra de pallets (empresa).
- Diferencia mensual: diferencia entre costo total actual y la suma de costo total propuesto y gastos de transición Proveedor A
- Impacto IG: ahorro o mayor gasto de impuesto a las ganancias debido a la implementación del sistema propuesto.
- Diferencia mensual con IG: es la diferencia mensual adicionada al impacto IG.

Como herramienta de análisis, se utilizará principalmente el Valor Actual Neto (VAN), el cual descuenta todos los flujos de fondos mes a mes con una tasa de descuento que representa el costo de oportunidad del capital. Un VAN positivo implica que la propuesta en principio es aceptable.

Por otro lado, se utilizará la Tasa Interna de Retorno (TIR), la cual indicará la tasa que permite obtener un flujo de fondos nulo, es decir, la tasa para la cual la propuesta es económicamente similar al sistema actual. En este caso, el criterio de aceptación implica que la TIR sea mayor que el costo de oportunidad utilizado para descontar los fondos en el cálculo del VAN.

VAN	\$ 9.256
TIR	18%

Tabla 8. Resultados Obtenidos para el VAN y TIR.
Valores en Miles de pesos.

Como se puede observar en la Tabla 8, se obtuvo un VAN de \$9.256.000, con una tasa de retorno del 18%, lo que indica que la propuesta es económicamente viable.

Cabe destacar que la relación que posee actualmente La Empresa con el Proveedor A es a nivel mundial por lo que la rotura del contrato en lo que respecta al país Argentina puede tener impactos no deseados que no han sido contemplados en el flujo de fondos. Por un lado, dichos impactos son difíciles de cuantificar y La Empresa no nos ha facilitado dicha información. Por otro lado, La Empresa nos transmitió que no hay

ningún problema en dejar de operar con el Proveedor A si existe una alternativa mejor, por lo que se determinó como máximo valor dispuesto a pagar por la extinción del contrato un total de \$ 9.256.000.

Como observación, el valor obtenido como VAN representa aproximadamente la mitad de lo que cobra la empresa proveedora anualmente a La Empresa en estudio.

Estudio de Pallets y Sistemas de Gestión

Mes	0	1	2	3	4	5
MÉTODO ACTUAL						
Cantidad de emisiones mensuales	70.000	70.664	71.335	72.012	72.695	73.385
Costo total actual (miles \$)	\$ 1.583	\$ 1.628	\$ 1.706	\$ 1.821	\$ 1.980	\$ 2.194
MÉTODO PROPUESTO						
Gastos de transición Proveedor A	\$ 1.108	\$ 475	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Pallets en uso	70.000	70.664	71.335	72.012	72.695	73.385
Pallets necesarios	49.000	21.664	671	677	683	690
Pallets en Clientes	70.000	0	0	0	0	0
Renovación de pallets	-	6.125	8.833	8.917	9.001	9.087
Pérdida de pallets	-	6.125	8.833	8.917	9.001	9.087
Compra de Pallets la Empresa	119.000	12.914	18.337	18.511	18.686	18.864
Costo total propuesto (miles \$)	\$ 6.843	\$ 757	\$ 1.094	\$ 1.125	\$ 1.157	\$ 1.190
FLUJO DE FONDOS						
Diferencia mensual	-\$ 6.368	\$ 397	\$ 612	\$ 696	\$ 823	\$ 1.004
Impacto IG	\$ 2.229	-\$ 139	-\$ 214	-\$ 243	-\$ 288	-\$ 351
Diferencia mensual (con IG)	-\$ 4.139	\$ 258	\$ 398	\$ 452	\$ 535	\$ 652

Mes	6	7	8	9	10	11	12
MÉTODO ACTUAL							
Cantidad de emisiones mensuales	74.081	74.784	75.494	76.210	76.933	77.663	78.400
Costo total actual (miles \$)	\$ 2.476	\$ 2.847	\$ 3.335	\$ 3.980	\$ 4.839	\$ 5.994	\$ 7.563
MÉTODO PROPUESTO							
Gastos de transición Proveedor A	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Pallets en uso	74.081	74.784	75.494	76.210	76.933	77.663	78.400
Pallets necesarios	696	703	710	716	723	730	737
Pallets en Clientes	0	0	0	0	0	0	0
Renovación de pallets	9.173	9.260	9.348	9.437	9.526	9.617	9.708
Pérdida de pallets	9.173	9.260	9.348	9.437	9.526	9.617	9.708
Compra de Pallets la Empresa	19.043	19.223	19.406	19.590	19.776	19.963	20.153
Costo total propuesto (miles \$)	\$ 1.224	\$ 1.259	\$ 1.295	\$ 1.332	\$ 1.369	\$ 1.408	\$ 1.448
FLUJO DE FONDOS							
Diferencia mensual	\$ 1.252	\$ 1.588	\$ 2.040	\$ 2.649	\$ 3.470	\$ 4.585	\$ 6.115
Impacto IG	-\$ 438	-\$ 556	-\$ 714	-\$ 927	-\$ 1.214	-\$ 1.605	-\$ 2.140
Diferencia mensual (con IG)	\$ 814	\$ 1.032	\$ 1.326	\$ 1.722	\$ 2.255	\$ 2.980	\$ 3.975

Tabla 9. Análisis Económico - Flujo de Fondos

10.3. Análisis de sensibilidad

El análisis económico realizado es positivo por lo que el sistema propuesto presenta una reducción de costos en la gestión de pallets, pero se basa sobre valores fijos como el precio del pallet de madera estándar y la tasa de renovación. Pequeñas variaciones en cualquiera de los valores indicados originan cambios sustanciales sobre el valor actual neto. Por esta razón se busca analizar el efecto generado sobre el VAN por variaciones en ambas direcciones de los valores asignados a las variables precio de adquisición y tasa de renovación.

A continuación se presentan los valores correspondientes al VAN para un rango de precios que comprende desde \$45 hasta \$70 y un rango de tasa de renovación que se extiende desde 5% hasta 30%.

Como se puede observar en la Tabla 11, para una tasa de 12,5% y un precio de 57,5\$ el VAN es el presentado previamente. A su vez es importante destacar que existe una única combinación de tasa y precio que da lugar a un VAN negativo. Dicha combinación corresponde con el escenario más negativo, en el cual la tasa de renovación y el precio alcanzan los mayores valores propuestos, 30% y \$70 respectivamente, arrojando un VAN de -\$190.

		TASA DE RENOVACION ANUAL										
		5,00%	7,50%	10,00%	12,50%	15,00%	17,50%	20,00%	22,50%	25,00%	27,50%	30,00%
COSTO DEL PALLET	\$ 45,0	\$ 13.846	\$ 13.231	\$ 12.615	\$ 11.999	\$ 11.384	\$ 10.768	\$ 10.153	\$ 9.537	\$ 8.922	\$ 8.306	\$ 7.690
	\$ 47,5	\$ 13.400	\$ 12.750	\$ 12.101	\$ 11.451	\$ 10.801	\$ 10.151	\$ 9.501	\$ 8.852	\$ 8.202	\$ 7.552	\$ 6.902
	\$ 50,0	\$ 12.954	\$ 12.270	\$ 11.586	\$ 10.902	\$ 10.218	\$ 9.534	\$ 8.850	\$ 8.166	\$ 7.482	\$ 6.798	\$ 6.114
	\$ 52,5	\$ 12.508	\$ 11.790	\$ 11.072	\$ 10.353	\$ 9.635	\$ 8.917	\$ 8.199	\$ 7.481	\$ 6.763	\$ 6.044	\$ 5.326
	\$ 55,0	\$ 12.062	\$ 11.310	\$ 10.557	\$ 9.805	\$ 9.052	\$ 8.300	\$ 7.548	\$ 6.795	\$ 6.043	\$ 5.290	\$ 4.538
	\$ 57,5	\$ 11.616	\$ 10.829	\$ 10.043	\$ 9.256	\$ 8.470	\$ 7.683	\$ 6.896	\$ 6.110	\$ 5.323	\$ 4.537	\$ 3.750
	\$ 60,0	\$ 11.170	\$ 10.349	\$ 9.528	\$ 8.707	\$ 7.887	\$ 7.066	\$ 6.245	\$ 5.424	\$ 4.603	\$ 3.783	\$ 2.962
	\$ 62,5	\$ 10.724	\$ 9.869	\$ 9.014	\$ 8.159	\$ 7.304	\$ 6.449	\$ 5.594	\$ 4.739	\$ 3.884	\$ 3.029	\$ 2.174
	\$ 65,0	\$ 10.278	\$ 9.388	\$ 8.499	\$ 7.610	\$ 6.721	\$ 5.832	\$ 4.943	\$ 4.053	\$ 3.164	\$ 2.275	\$ 1.386
	\$ 67,5	\$ 9.832	\$ 8.908	\$ 7.985	\$ 7.061	\$ 6.138	\$ 5.215	\$ 4.291	\$ 3.368	\$ 2.444	\$ 1.521	\$ 598
	\$ 70,0	\$ 9.386	\$ 8.428	\$ 7.470	\$ 6.513	\$ 5.555	\$ 4.598	\$ 3.640	\$ 2.682	\$ 1.725	\$ 767	-\$ 190

Tabla 10. Análisis de Sensibilidad del VAN para la propuesta

11. IMPACTOS ESPERADOS DE LA PROPUESTA

Más allá de los beneficios económicos que pueda implicar el cambio, factor que inicialmente motivó el estudio en cuestión, se observa que el sistema de gestión provocará una serie de desafíos, donde si bien se encuentran varias oportunidades, también subyacen amenazas que se deben tener en cuenta con el objetivo de reducirlas al mínimo e incluso transformarlas en nuevas oportunidades.

La Empresa pasará a formar parte de un sistema logístico inverso de pallets, incurrido en todo momento que se realice un envío a un cliente. Para ello, teniendo en cuenta que se utilizan servicios integrados de logística⁶, se deberá realizar un acuerdo para poder materializar el retorno de los pallets. En este caso, La Empresa puede negociar que el retorno de los pallets de determinado cliente ocurra en el momento en que la misma empresa de logística se dirija a La Empresa. En el análisis realizado se despreció dicho período de tiempo muerto (que implicaría en un principio un stock mayor de pallets por tener una fracción en tránsito) ya que la rotación de los principales clientes y principales empresas logísticas implica contacto permanente. La principal demora no será por problemas de optimización logística sino por tiempo en tránsito, por ejemplo, para envíos al interior del país.

Dado que en el análisis se utilizó un valor global netamente de administración que no tiene en cuenta los costos de transporte incurridos por la empresa de gestión de pallets, un valor similar afrontará La Empresa en estudio para realizar dicho envío. El volumen ocupado por los pallets no será sustancial, por lo tanto se espera que el costo probablemente sea ínfimo (según la relación existente con el operador logístico).

Otro punto a destacar implica en las cuestiones de calidad y verificación de pallets que requerirá la empresa, ya sea para determinar si el uso del pallet es aceptable para que continúe en circulación, o para determinar si algún pallet del cliente no puede ser tomado como pallet “bueno” y en ese caso deberá ser cobrado al cliente por reposición.

Para ello, se deberá asegurar en primera instancia que el transportista sea el principal responsable de realizar un chequeo visual y rápido de los pallets que cargará para ser devueltos. Él será también responsable de realizar un conteo, y anotar en un remito el número total a devolver.

⁶ La logística integrada busca alcanzar la mayor eficacia en la cadena de distribución poniendo los productos en el lugar deseado y en el momento oportuno. Esto implica combinar distintos actores en la cadena (clientes, proveedores) de modo tal que se combinen para permitir optimizar los transportes y reducir costos para aquel que contrata el servicio.

Una vez que los pallets son recibidos por La Empresa, se seguirá utilizando la estrategia descrita en la sección anterior de Métodos de Inspección de Pallets.

11.1. Relación con clientes

Un punto a destacar se refiere a que la transición del sistema de pallet puede representar importantes dificultades en la gestión normal de los clientes. Como todo cambio, se requiere un esfuerzo y probablemente se incurran en pérdidas hasta entrar en régimen, adaptarse al nuevo sistema y administrar la gestión de manera adecuada.

La estrategia plantea una posible solución para La Empresa, cuyos resultados previamente analizados y que resultaron positivos surgen a partir de la gran escala que maneja la misma. Es por ello que se supone que los beneficios que representan para los clientes no serán tan representativos como lo son para La Empresa.

Es por ello que en una primera instancia se decidió que la reposición inicial de todos los pallets utilizados por cada cliente será afrontado en su totalidad por La Empresa, y cuya suma presenta la principal inversión.

De todas maneras, una vez que se entre en régimen, todas las reposiciones por pérdidas y deterioros que impidan la devolución de pallets para La Empresa, se incorporarán a la factura de la compra para tal reposición, valor que deberá afrontar el cliente.

Si bien puede generar dificultades para el departamento de ventas, quienes se negarán al cambio ya que les afectará en un menor poder de negociación (en caso de que dicho valor de reposición de pallet sea elevado), al establecer un costo por pérdida o rotura se tratará de generar una mayor responsabilidad del cuidado de los mismos, donde se reflejará en mayor capacidad de ciclos de los pallets y menor accidentes y pérdidas de mercadería por roturas de pallets durante el transporte. Esto no es un hecho menor, ya que se generará mayor conciencia en el uso de los recursos, se fomentará un mayor orden por parte del cliente para tener los pallets listos para la devolución cuando arriba el pedido de La Empresa, y a nivel de Responsabilidad Social Empresarial, podrá implicar un mejor uso de la madera requerida para la fabricación de los pallets ya que, como se mencionó, la vida útil tenderá a incrementar.

Para afrontar el problema a nivel de ventas y relación con clientes, se podrá eventualmente incorporar un sistema de pago a 30 o 60 días de la reposición de los pallets, a modo que el impacto financiero en el cliente se vea amortiguado e implique cambios mínimos.

En el futuro, el gran valor subyacente del sistema propuesto incluye que los demás actores de la cadena se adhieran al mismo sistema, generando una utilización global

de pallets estándar a ser intercambiados permanentemente en la cadena de distribución para la industria del consumo masivo.

11.2. Relación con proveedores de pallets

Analizando la situación propuesta, el sistema a ejecutar requerirá de un gran volumen de pallets a ser comprados por La Empresa según la tasa de renovación y pérdida de pallets. Es por ello que se apuntará a crear una relación a largo plazo que implique proveedores muy localizados, donde se podrá acceder a un alto poder de negociación sujeto evidentemente a las inmensas escalas que representa la gestión.

Se deberá trabajar continuamente en un marco de mejora por parte del proveedor, con el objeto de adaptarse cada vez más a las necesidades y usos de La Empresa, quién se beneficiará directamente a medida que se incurran en mejoras de calidad (menores pérdidas por roturas y desgaste) y mejoras constructivas y de materiales que impliquen costos y precios menores. La cuantificación en cómo impactará dicha variación en el retorno del cambio se muestra en el análisis de sensibilidad mostrado en la Tabla 10

11.3. Cesión de contrato con proveedor actual

Si bien se mencionó que el VAN obtenido por la operación será aquel valor máximo al que podrá afrontar la empresa para modificar el sistema de gestión, se debe tener en cuenta las siguientes tres observaciones principales:

1. Por más que el costo no supere el VAN, cuestiones legales pueden impedir finalizar el contrato
2. La misma empresa de gestión pallets puede transformarse en el proveedor de pallets estándar que utilizará La Empresa con el nuevo sistema. Si bien implicaría una reducción de las actividades y menor facturación, el cambio podría formar parte de una reestructuración de la empresa a nivel estratégico y seguir agregando valor de una manera alternativa
3. La relación a nivel internacional de La Empresa con el proveedor de pallets sea de tal magnitud que no convenga por cuestiones estratégicas generar una apertura en el mercado local, para seguir beneficiándose a nivel global. Cabe destacar la posibilidad, en este caso, de que el cambio de sistema se aplique no solo en el ámbito local, sino en las operaciones globales de La Empresa, donde los posibles beneficios se multiplicarán proporcionalmente.

12. CONCLUSIONES

Luego de un análisis detallado para solucionar el problema planteado inicialmente, se concluye que se ha llegado a una alternativa económicamente viable que implica un enorme desafío para La Empresa en estudio.

Se han analizado las distintas alternativas de pallets, métodos de gestión, sus impactos y la forma en la que se podrán mitigar los cambios. Con ello, se concluyó que el método de intercambio de pallets blancos, estándar, entre clientes, mediante el sistema de devolución y logística inversa, puede implicar grandes ahorros en las operaciones de La Empresa, y marcar grandes beneficios y mayores rentabilidades operativas.

De todas maneras, se debe aclarar que el cambio propuesto no es menor, y que la actual gestión mediante una empresa tercerizada le otorga cierta seguridad y desprendimiento de responsabilidades que, en caso de que se lleve a cabo, se deberán afrontar. Es importante destacar que una empresa del tamaño y nivel de presencia en el mercado como la que se evalúa, se mostrará reacia a avanzar con un cambio que impacta directamente en la distribución de mercadería, donde una falla, imprevisto e incluso una baja en el nivel de servicio puede representar caídas drásticas e impactos de gran importancia.

Se puede identificar que el elevado costo que actualmente representa la contratación de la empresa proveedora, tiene en su sistema un alto valor intangible que involucra el know-how del sistema y la baja probabilidad de falla por la gran experiencia que ella posee.

Alternativamente, la propuesta presentada no debe ser descartada con el objeto de evitar riesgos, sino que se podrá plantear un plan progresivo de introducción del método- para algunos pocos clientes por ejemplo-, e incluso abrirse al dialogo con dichos clientes que, probablemente, no sean ajenos al problema de altos costos planteados en el presente trabajo. Se podrán realizar encuestas, análisis de performance y hasta propuestas con operadores logísticos que podrían sacar mayor provecho de un sistema de intercambio de pallets estandarizados.

A través del presente trabajo, se estudió en detalle la manera en la que La Empresa en estudio podrá afrontar un problema de elevados costos en lo que se refiere a la gestión de pallets.

En una primer instancia se determinó la importancia de utilizar el pallet de madera económica frente a las demás alternativas, que si bien poseen un elevado potencial para el futuro, al mediano y corto plazo parece que no tomará efecto a grandes escalas como lo requiere la distribución en la industria del consumo masivo.

Estudio de Pallets y Sistemas de Gestión

Seguidamente, se diseñó un sistema de gestión que utiliza dichos pallets seleccionados, y que se refiere a establecer con clientes un sistema de crédito y débito de pallets, donde la misma cantidad de pallets entregados en cierto pedido, deben ser devueltos instantáneamente al operador logístico, quién realizará la logística inversa de los mismos.

Realizando las pertinentes hipótesis con el objeto de modelizar la situación, y simplificarla para poder realizar un análisis cuantitativo, se realizó una comparación del flujo de fondos de la propuesta, comparándola con el costo que representará continuar con el sistema actual para los años futuros. Como resultado, se obtuvo un VAN de \$9.256.000, a una tasa de descuento anual del 31% relevada por la empresa, la cual es suficientemente conservadora.

A partir de los análisis cuantitativos y cualitativos, se estudió el impacto que tendrá dicha modificación en caso de que se materialice, y se propuso una serie de recomendaciones como para sobrellevar el cambio.

13. BIBLIOGRAFIA

Ballou, Ronald H., 2004. *Administración de la cadena de suministro*. Quinta Edición, Ed. Pearson Education

Comité Costarricense de Logística, 2003. *Manual de logística de palletización – Respuesta eficiente al consumidor*. GS1 Costa Rica

Rodríguez Espinosa, Mario Christopher, 2000. *Logística: aspectos estratégicos*. Ed. Limusa.

Mora García, Luis Aníbal, 2002. *Diccionario de logística y negocios internacionales*. Ed. Mc Graw Hill

Norma Internacional sobre Medidas Fitosanitarias, NIMF N° 15, “Exigencias fitosanitarias para embalajes de madera”.

Fuentes digitales consultadas

www.chep.com. Fecha consultada: Junio 2012

www.pallettec.com.ar. Fecha consultada: Julio 2012

www.lpr.eu/IMG/pdf/LPR_Especificaciones_del_producto_1200x1000-2.pdf. Fecha consultada: Octubre 2012

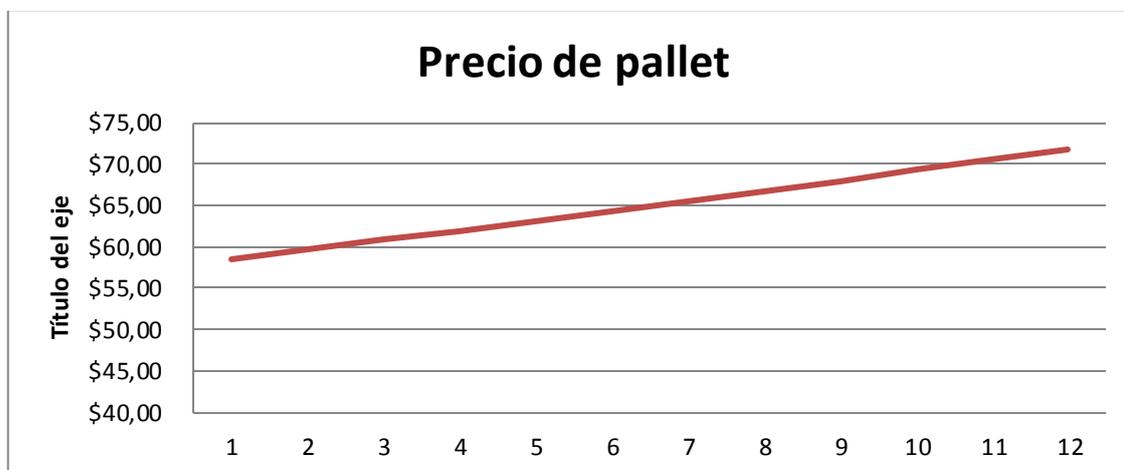
14. ANEXOS

Anexo 1. Tabla de valores utilizados para el análisis económico

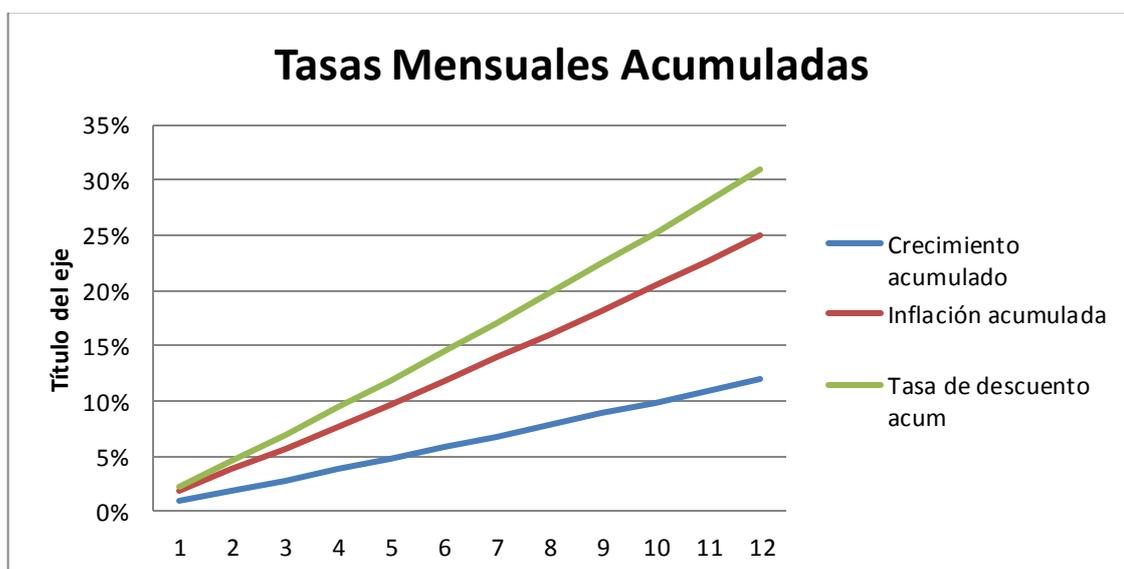
Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Precio de pallet	\$ 58,58	\$ 59,68	\$ 60,80	\$ 61,94	\$ 63,10	\$ 64,29	\$ 65,49	\$ 66,72	\$ 67,98	\$ 69,25	\$ 70,55	\$ 71,88
Crecimiento acumulado	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%
Inflación acumulada	2%	4%	6%	8%	10%	12%	14%	16%	18%	20%	23%	25%
Tasa de descuento acum	2%	5%	7%	9%	12%	14%	17%	20%	22%	25%	28%	31%

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Crecimiento mensual	0,95%	0,95%	0,95%	0,95%	0,95%	0,95%	0,95%	0,95%	0,95%	0,95%	0,95%	0,95%
Inflación mensual	1,88%	1,88%	1,88%	1,88%	1,88%	1,88%	1,88%	1,88%	1,88%	1,88%	1,88%	1,88%
Tasa de descuento mensual	2,28%	2,28%	2,28%	2,28%	2,28%	2,28%	2,28%	2,28%	2,28%	2,28%	2,28%	2,28%

Anexo 2. Gráfico de evolución de precio del pallet



Anexo 3. Gráfico de evolución de tasas acumuladas



15. INDICE DE TABLAS

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DE PALLETS SEGÚN SU TIPO.	18
TABLA 2. ALTURAS CONDICIONANTES DE RACKS Y TRANSPORTE.	32
TABLA 3. MEDIDAS PARA LOS CAMIONES Y RACKS	32
TABLA 4. MATRIZ DE PONDERACIÓN PARA SELECCIÓN DE TIPO DE PALLET.	39
TABLA 5. CÁLCULO DE ÍNDICE DE COSTO POR CICLO (PRECIOS CON IVA INCLUIDO).	39
TABLA 6. CANTIDAD DE PALLETS A REPONER PARA MES 0 Y MES 1.	49
TABLA 7. DATOS UTILIZADOS PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICA	53
TABLA 8. RESULTADOS OBTENIDOS PARA EL VAN Y TIR.	54
TABLA 9. ANÁLISIS ECONÓMICO - FLUJO DE FONDOS	56
TABLA 10. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL VAN PARA LA PROPUESTA	57

16. INDICE DE CUADROS

CUADRO 1. MARCO PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIO	4
CUADRO 2. CLIENTES Y CONSUMIDORES EN EL MERCADO DEL CONSUMO MASIVO	5
CUADRO 3. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO A CLIENTES	6
CUADRO 4. ESQUEMA DE COBRO SEGÚN MOVIMIENTOS DEL PALLET DEL PROVEEDOR A.	7
CUADRO 5. TIPOS DE PALLET SEGÚN ENTE REGULATORIO.	14