



# **BENEMÉRITA UNIVERSIDAD** **AUTÓNOMA DE PUEBLA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**COLEGIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA DE SUSTITUCIÓN DE PALLETS DE  
MADERA POR PALLETS DE PEAD EN UNA EMPRESA  
CEMENTERA**

**TESINA**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**LICENCIADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

PRESENTA:

**CARLOS GONZÁLEZ PATIÑO**

ASESOR:

**DR. CÉSAR AUGUSTO PÉREZ CORDOVA**

PUEBLA, PUE.

DICIEMBRE 2015

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>5</b>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>5</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b>	<b>6</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>7</b>
<b>CAPITULO 1 MARCO TEORICO</b>	<b>10</b>
<b>MANEJO DE MATERIALES EN LA INDUSTRIA</b>	<b>10</b>
<b>1.1 RESUMEN</b>	<b>10</b>
<b>1.2 PALLETS</b>	<b>10</b>
<b>1.3 DEFINICIÓN</b>	<b>11</b>
1.3.1 Otras definiciones	11
<b>1.4 USO DEL PALLET</b>	<b>13</b>
<b>1.5 VENTAJAS EN LA UTILIZACIÓN DE PALLETS</b>	<b>13</b>
<b>1.6 RECOMENDACIONES EN EL USO DEL PALLET</b>	<b>15</b>
<b>1.7 EQUIPOS DE MANEJO DE MATERIALES</b>	<b>20</b>
1.7.1 Definición de Manejo de Materiales	20
1.7.2 Los Montacargas	21
1.7.3 Muelles de carga	22
1.7.4 Vehículos	22
1.7.5 Transportador de Cadenas	23
1.7.6 Elevador de Pallets	24
1.7.7 Lógica de la paletización	25
<b>CAPÍTULO 2. CARACTERÍSTICAS DE LOS PALLETS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)</b>	<b>26</b>
<b>2.1 RESUMEN.</b>	<b>26</b>
<b>2.2 MATERIAL DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD</b>	<b>27</b>
2.2.1 Definición.	27
2.2.2 Las características que posee el polietileno de alta densidad	29
2.2.3 Aplicaciones del PEAD	29
<b>2.3 PALLETS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)</b>	<b>30</b>
<b>2.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS PALLETS DE PEAD</b>	<b>34</b>
<b>2.5 VENTAJAS DEL PALLET DE PEAD</b>	<b>35</b>

<b>CAPITULO 3</b>	<b>37</b>
<b>CEMEX TEPEACA Y EL USO DE LOS PALLETS</b>	<b>37</b>
3.1 RESUMEN GENERAL DE LA EMPRESA CEMEX	37
3.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS PALLETS DE MADERA QUE SE USAN EN CEMEX TEPEACA	39
3.3 FACTOR DE UTILIDAD EN EL CICLO DE VIDA DE LOS PALLETS DE MADERA	42
3.4 ANÁLISIS DE COSTOS DEL PALLET DE MADERA EN CEMEX PLANTA TEPEACA	43
<b>CAPÍTULO 4</b>	<b>46</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS DEL PROYECTO</b>	<b>46</b>
4.1 ANÁLISIS DE COSTOS DE LA TARIMA DE PALLET DE PEAD (POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD) EN CEMEX PLANTA TEPEACA	46
4.2 ANÁLISIS COMPARATIVO SOBRE LOS BENEFICIOS Y COSTOS DEL PALLET DE MADERA CONTRA EL DE PEAD	49
4.2.1 Beneficios del Pallet de PEAD	50
4.2.2 Comparación de Costos del Pallet de Madera contra el Pallet de PEAD.	52
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>54</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>56</b>
<i>Las Tarimas Mueven al Mundo. Publicado (Enero 2012). Disponible en <a href="http://www.soluplastic.com/tarima-plastico-vs-tarima-madera.cfm">http://www.soluplastic.com/tarima-plastico-vs-tarima-madera.cfm</a> Consultado (16 de Septiembre 2014)</i>	<b>58</b>

## INTRODUCCIÓN

Actualmente las empresas buscan alternativas que impliquen mayores ingresos, para ello cuentan con áreas específicas de análisis, como son la de producción, la financiera, la de recursos humanos, la administrativa y la logística, esta última, es a la que se le ha prestado mucha atención, ya que como lo define (Urzelai, 2013) “ Es la parte del proceso de gestión de la cadena de suministro encargada de planificar, implementar y controlar de forma eficiente y efectiva el almacenaje y flujo directo e inverso de los bienes, servicios y toda la información relacionada con éstos, entre el punto de origen y el punto de consumo, con el propósito de cumplir con las expectativas del consumidor”.

Con base a lo mencionado, uno de los objetivos de las organizaciones es reducir los costos a lo largo de la cadena de suministros y la utilización o reutilización de los materiales, es una manera de lograr esta reducción. En este sentido la empresa CEMEX Tepeaca busca también la optimización económica en su empresa, por ello es que dentro de su logística cuenta con actividades específicas a desarrollar, en caso concreto y es el punto que nos ocupa en este trabajo, la sustitución de tarimas o pallets de madera por pallets de polietileno de alta densidad, tendrá un impacto tanto económico, mejor manejo de los pallets y un mayor ciclo de vida en los mismos.

Por lo tanto, en este trabajo se propone a la empresa la factibilidad económica en la sustitución de pallets de madera por plásticos, teniendo en cuenta, las características como costo, calidad, disponibilidad, cumplimiento en las especificaciones técnicas y funcionalidad en la operación; por lo que en los

siguientes capítulos se estará mencionando un apartado especial sobre las bondades del pallet de polietileno de alta densidad, y porque se debe usar en lugar del pallet de madera.

## **OBJETIVO GENERAL**

Sustituir los pallets de madera por pallets de PEAD en la empresa CEMEX Tepeaca, permitirá optimizar costos de operación.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar las generalidades del pallet de madera y el pallet de PEAD.
- Analizar los beneficios en el uso de pallets de PEAD, para una optimización de operación y costos.
- Analizar los costos actuales que invierte la empresa en el uso de pallets de madera contra los que se pueden tener si se usan los pallets de PEAD.
- Argumentar los beneficios que se tendrán con el uso de los pallets de PEAD

## JUSTIFICACIÓN

Si bien es cierto que para que los pallets de madera tengan un ciclo de vida mayor, implica que éstas estén hechas de una madera buena que garantice una estructura adecuada de carga, pero por las normas de protección al medio ambiente por la tala de árboles, restringen el uso de maderas de calidad; por lo tanto la calidad de los pallets de madera que se usan regularmente no son de buena calidad, lo que implica menor ciclo de vida útil y costos adicionales en el mantenimiento.

Por otra parte y por la globalización, existen otros tipos de materiales como el plástico, que hoy en día se usa en casi todos los ámbitos de nuestra vida cotidiana, luego entonces, ¿por qué no sustituir los pallets de madera por pallets de plástico?, y que ya se están usando en algunas empresas gracias a los beneficios que contemplan este tipo de tarimas y por la optimización de su costo.

Es así que, la propuesta de este trabajo se justifica en tomar en cuenta los aspectos mencionados y prevenir que en la empresa de CEMEX Tepeaca, no se incremente la frecuencia de los costos por la compra de pallets de madera y mantenimiento, asimismo garantizar la eficiencia en la operación en donde se utilizan los pallets.

La propuesta de este trabajo se justifica principalmente por dos aspectos que desde mi punto de vista son importantes con respecto al uso de tarimas (pallets) en la empresa de CEMEX Tepeaca, el primero tiene que ver con el ciclo de vida y eficiencia del pallet de polietileno de alta densidad y el segundo por el impacto económico que se tendrá al usar este tipo de tarimas.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la fábrica de cemento de Cemex Planta Tepeaca se produce Cemento de la clase CPC 30R, CPC 40 y Cemento Mortero. Al día se producen 9,000 toneladas de cemento de los cuales aproximadamente un 68% se distribuye al mercado en sacos de 50kg para el territorio nacional y 42.5kg para su exportación. Para lograr satisfacer la correcta distribución de sus productos envasados y a través de la carga de furgones de ferrocarril y de la carga en autotransporte, se requiere el empleo de aproximadamente de 2500 tarimas o pallets de madera por día.

Esto implica un problema dentro de la cadena de suministros, ya que por las constantes operaciones de distribución de cemento, al haber más flujo de carga de cemento, la utilidad de los pallets de madera va disminuyendo, convirtiéndolos en un problema dentro de la planeación logística, por los inconvenientes que se presentan en el área de envasado y que son:

- Paros por desabasto de tarimas
- Índice de rotura del saco (por clavos expuestos en las tarimas reparadas)
- Costos de operación del taller de tarimas para el mantenimiento de tarimas.

La siguiente imagen Figura 1, muestra los criterios de reparación que se presentan, para resolver alguno de los problemas que presentan las tarimas de madera,

## CRITERIOS PARA LA REPARACION DE TARIMAS



### TARIMA REPARABLE

- Con un elemento faltante o fracturado (duela o Barrote).
- Con dos elementos faltantes o fracturados (duelas o barros).
- Con tres duelas faltantes o fracturadas.
- Con cuatro duelas faltantes o fracturadas



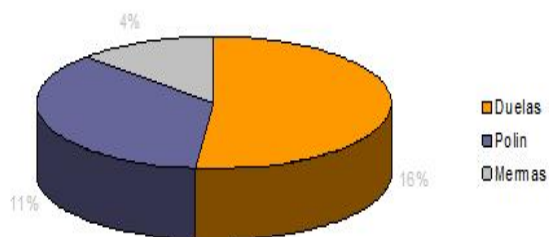
### TARIMA NO REPARABLE

- Con tres o más barros faltantes o fracturados.
- Con cinco o más duelas faltantes o fracturadas.
- Con cualquiera de sus elementos apollillados
- Con cualquiera de sus elementos podridos.



\*El promedio de utilidad de la tarima en los retornos hasta Noviembre del 2007 ha sido del 69%, un 27% ingresa al taller para su reparación y el 4% es merma.

### ELEMENTOS DE REPARACION DE LA TARIMA



\*Del 31% de la tarima que ingresa al taller de reparación, el 16% lo hace por daños en duelas, el 11% se repara por los barros y el 4% representa la merma.

Figura 1.1 Criterios para la reparación de tarimas de madera

Hoy en día, una de las principales metas de cualquier industria es la mejora de todos sus procesos productivos y de logística, y la industria del cemento no es la excepción a la regla; ya que, en el sector de la construcción se manejan volúmenes altos de producción y que por las características naturales del cemento, hablando en cuestión de su densidad y volumen se requiere de equipos de distribución de bultos de cemento que sean fuertes y durables. Por lo que dicha necesidad se convierte en un serio problema de planeación y logística. Esto implica poner atención y evitar el desabasto de productos en el área de paletizado de sacos, así como la carga y entrega a tiempo.

Por lo tanto, y con respecto lo mencionado en este apartado, resulta importante proponer como solución, el uso de pallets de plástico para ser usados como un equipo de carga pesada que agrupe y distribuya el cemento, optimizando costos, tiempo de utilidad mayor y al mismo tiempo la protección al medio ambiente también, al ser el plástico reciclable.

## **CAPITULO 1 MARCO TEORICO**

### **MANEJO DE MATERIALES EN LA INDUSTRIA**

#### **1.1 RESUMEN**

El pallet se ha convertido en un aspecto importante dentro de la cadena de suministros, ya que es un medio básico para el transporte y almacenaje de mercancías, permitiendo el agrupamiento de las mercancías sobre él, convirtiéndose en una unidad de carga. Para saber más sobre las generalidades del pallet, es que en este capítulo se describe de forma general lo que es, así como su utilización, las ventajas que presenta y los materiales que lo conforman. Esta información servirá como punto de partida para el análisis sobre el pallet de polietileno de alta densidad, que es precisamente el que propone para ser utilizado en lugar de los de madera en la empresa de CEMEX Tepeaca.

#### **1.2 PALLETS**

La apertura de los mercados y la globalización económica hacen que el comercio sea cada día mayor y al existir dentro de las empresas manipulación física de productos y materiales, han convertido al pallet en un elemento imprescindible para la distribución de sus productos, siendo esta una de las operaciones que más se realizan antes y después de un almacenamiento y de un transporte. Por lo tanto la forma más lógica de reducir el costo de esta manipulación, es lograr mover de una

sola vez el mayor número de cajas o productos, razón de por qué es tan importante el uso de los pallets y por lo que actualmente es impensable funcionar sin ellos, pero qué es realmente un pallet?

### **1.3 DEFINICIÓN**

El pallet, también llamado tarima y paleta, lo define (Albardíaz, 2000) como una “plataforma, generalmente de madera, constituida por dos pisos unidos por largueros, que puede ser manipulada por carretillas elevadoras de horquillas o transpallets y que permite el agrupamiento de la mercancía sobre ella, constituyendo la unidad de carga”.

#### **1.3.1 Otras definiciones**

El Pallet es un accesorio esencial de la paletización, que consiste en una plataforma horizontal de dimensiones específicas (CPP, 1999), donde se deposita la carga apilada, este está diseñado para ser trasladado mecánicamente por grúas, carretillas elevadoras o vehículos de tenedor (MOURA, 1997).

Un pallet, palé (único término reconocido por la Real Academia Española), pallet (en México, donde también se usa el término tarima) o (ambiguamente) paleta es un armazón de madera, plástico u otro material empleado en el movimiento de carga, que facilita el levantamiento y manejo con pequeñas grúas hidráulicas, llamadas carretillas elevadoras o traspalé.

El pallet soporta la carga de mercancía y asegura todas las operaciones de la cadena de distribución y su objetivo radica en la reducción de costos y tiempo, al lograr mover de una sola vez el mayor número de cajas, bultos, o productos con la ayuda de montacargas, grúas o patines que permitan mover los pallets de carga que contienen los materiales o productos, por esa razón los pallets han sido considerados medios muy importantes desde la segunda guerra mundial, al ser usados para cargar y transportar todo tipo de armamento de forma aérea. Es así que el pallet ha sido y es considerado como una de las mejores prácticas de los procesos logísticos, ya que permite un mejor desempeño de las actividades de cargue, transporte, descargue y almacenamiento de mercancías; optimizando el uso de los recursos y la eficiencia de los procesos que se realizan entre los integrantes de la cadena de abastecimiento o suministro. Fig. 1.2

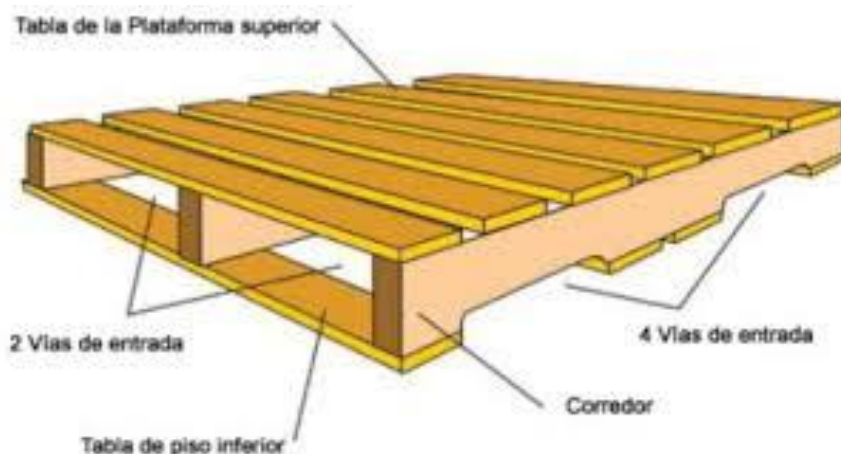


Figura 1.2

## **1.4 USO DEL PALLET**

Los pallets deben utilizarse exclusivamente para los fines por los que fueron contruidos, es decir; están destinados a un sistema de intercambio y no deben estibarse en lugares contiguos a pallets incompatibles con respecto a las cargas que pueden llevar aquellos. Su desempeño radica en asegurar al usuario, que éstos no sufrirán desperfectos a la hora de ser usados para la carga de mercancías, pues el éxito en el movimiento de las mercancías depende mucho de los pallets y de su estado.

Las características y tipos de Pallets de acuerdo con su uso según Moura (2000), son:

- Cautivo: cuyo ciclo de uso se encuentra dentro de los límites de la empresa;
- Desechable: será descartado después de un ciclo de uso;
- Reutilizable: se utiliza en varios ciclos;
- Reversible: sus plataformas superior e inferior son capaces de soportar ciertas cargas;

## **1.5 VENTAJAS EN LA UTILIZACIÓN DE PALLETS**

La ventaja principal del pallet es que soporta la carga de mercancía y asegura todas las operaciones de la cadena de distribución y su objetivo radica en la reducción de costos y tiempo, al lograr mover de una sola vez el mayor número de cajas, bultos, o productos con la ayuda de montacargas, grúas o patines que permitan mover los

pallets de carga que contienen los materiales o productos, por esa razón los pallets han sido considerados medios muy importantes desde la segunda guerra mundial, al ser usados para cargar y transportar todo tipo de armamento de forma aérea. Es así que el pallet ha sido y es considerado como una de las mejores prácticas de los procesos logísticos, ya que permite un mejor desempeño de las actividades de cargue, transporte, descargue y almacenamiento de mercancías; optimizando el uso de los recursos y la eficiencia de los procesos que se realizan entre los integrantes de la cadena de abastecimiento o suministro. Asimismo los pallets presentan otras ventajas como son:

- Facilidad de recepción y control de entregas de las mercancías
- Aumenta la productividad
- Permite la disminución de los tiempos de carga, descarga y almacenamiento
- Permite menor cantidad de mano de obra en las operaciones
- Disminuyen los costos de carga y descarga
- Mejora los procesos de clasificación de productos en bodega en el espacio de almacenaje
- Disminuyen los costos de manipulación, almacenamiento y transporte
- Disminución de los daños a las mercancías
- Posibilita la compra por unidades estándar de pallet

Como se puede ver el uso de pallets tiene mucho beneficios, sin embargo por si sólo el pallet no funciona, tiene que existir toda una logística de paletización para que éstos beneficios sean raramente palpables, esto significa que todos los involucrados

en este proceso logístico puedan obtener buenos resultados al sacar el provecho de la paletización, y eso sucede cuando la carga paletizada llega en buen estado al lugar destinado y en el tiempo determinado. Para lograr este objetivo, la paletización tiene que contemplar una logística adecuada de planeación, implementación y el control eficiente y efectivo de la misma.

En este sentido, la elección de las medidas y tipo de pallets más adecuados, los sistemas de embalaje a utilizar o el ajuste de las instalaciones automáticas de almacenaje, son decisiones que se deben tomar de mutuo acuerdo, de lo contrario, ningún proceso que no haya sido normalizado podría ocasionar un problema en la cadena logística, lo que supondría una pérdida considerada de tiempo y de dinero.

## **1.6 RECOMENDACIONES EN EL USO DEL PALLET**

Existen una serie de recomendaciones para la estabilidad de la carga en el pallet, que va desde el tipo de tarima, peso y acomodo; por lo que es importante determinar las dimensiones y Características del Pallet. Las dimensiones del pallet vienen fijadas de forma que sean submúltiplos de las dimensiones longitudinal y transversal del lugar donde se realice el transporte. La idea es que no se pierda mucho espacio en el receptáculo de un camión furgón, de un vagón ferroviario, bodegas de la nave, de una aeronave, containers, etc. Además, de ser posible, es ideal que sea un múltiplo de las dimensiones del producto o del envase que se pretenda paletizar.

Por otro lado, está la necesidad de utilizar medidas estándar para todos los pallets. La utilización del pallet normalizado viene determinada en gran parte por las necesidades del cliente y de los medios de transporte. En la actualidad existen dos medidas de pallets normalizadas, el europallet de 1.200 x 800 mm y el universal de 1.200 x 1.000 mm. El primero se utiliza sobre todo en Europa y el universal es propio del mercado americano y japonés.

Otra característica importante es la resistencia del pallet, muy relacionada con su función. Se consideran varios tipos de resistencia, tales como la resistencia a la compresión, que sirve para conocer la carga máxima que puede soportar el pallet, la resistencia a la flexión, y la resistencia al impacto, que determina el aguante a golpes en el caso de caída accidentales o de su posible rotura.

Para utilizar correctamente el pellet se deben seguir las siguientes recomendaciones (MANIPULACION DE PRODUCTOS DECORADOS & COMPLEMENTOS “CORONA”, 2010)  
<http://www.corona.com.co/web/Files/Uploads/Products/TechnicalData/18ad7486-8bc1-4792-a4bc-b5c8a024087a.pdf> (consulta: 10 de septiembre de 2014):

- Almacenar las estibas o tarimas en ambientes libres de humedad, ya que la madera se deteriora y se pierden las características físicas de la estiba.
- Antes de utilizar la estiba o tarima, verificar que no tenga clavos sueltos, tablas sueltas, tablas desastilladas o algún daño en la estiba, ya que podría afectar los productos y la seguridad de las personas que las manipulan.

- No maltratar la estiba o tarima para evitar daños a la misma.
- Relacionado con los puntos mencionados, lo que no se debe hacer es lo que se muestra en las figuras siguientes 1.5 y 1.6



Figura 1.3 Tornillo expuesto



Figura 1.4 Duela dañada



Figura 1.5 Almacenamiento a la intemperie



Figura 1.6 Almacenamiento en tarima dañada

Estas recomendaciones están relacionadas directamente a las desventajas que presentan los pallets de madera, pues en condiciones de humedad tienden a pudrirse y a almacenar hongos, asimismo los clavos pueden maltratar la mercancía o provocar un accidente, la madera puede romperse con facilidad si no cumple con las características de acuerdo a la carga a realizar. Esto implica que si se genera alguna

de las situaciones mostradas en las figuras anteriores, además de los daños a los productos, se generan otros inconvenientes como:

- Impedimento a la hora de la carga en vehículos con medidas estándares, obligando a colocar las cargas en disposición irregular.
- Impiden el aprovechamiento total de las superficies de transporte y almacenamiento.
- El espacio libre entre cargas, debido a su disposición irregular, favorece el escoreamiento, la dislocación y el hundimiento de la carga. Los mismos efectos se obtienen con cargas muy adentradas.
- La manipulación y la colocación de cargas con mucho escoreamiento o fuertes protuberancias conllevan a un aprovechamiento del espacio insuficiente y, a veces, peligro de accidentes.

Cuando se acomodan las cajas en los pallets evitar las siguientes situaciones que se ilustran en la siguiente figura, ya que los productos pueden sufrir daños y se generarían roturas en el momento que se transporta y almacena:

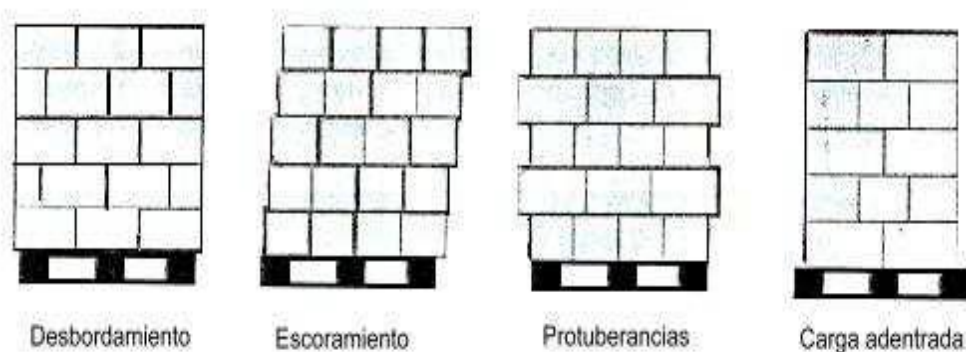


Figura 1.7 Como no estibar

Cuando se estiba o paletiza se recomienda el cruzamiento entre cajas, lo cual permite una mayor estabilidad en el estibado lo cual reduce el riesgo de generar roturas, mayor resistencia a la compresión vertical, lo cual permite ubicar un arrume sobre otro.

A continuación se muestran situaciones las cuales se debe evitar cuando se paletiza:

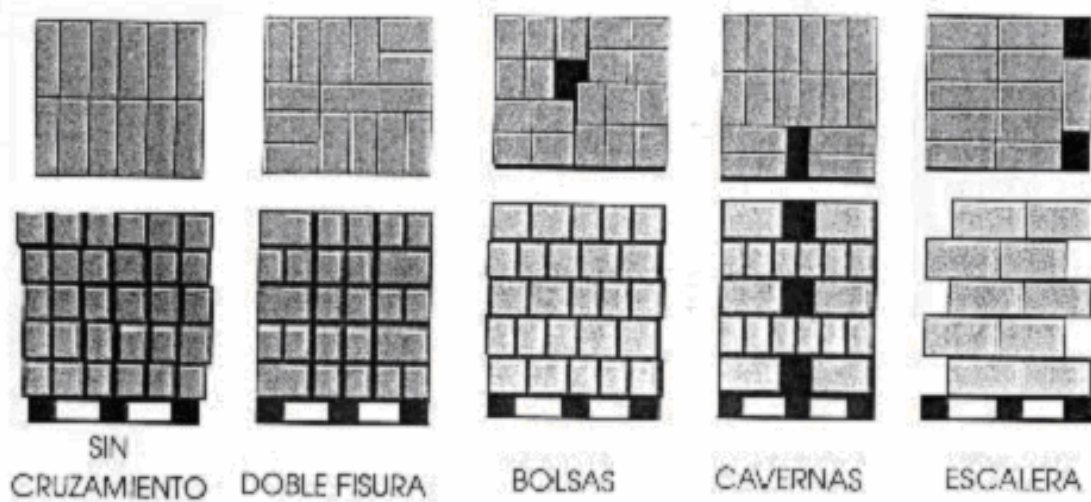


Figura 1.8 Como no estibar o paletizar

Si no se cruzan o transponen las cajas en el estibado se genera la siguiente situación, generando roturas y peligros en la manipulación de los productos y de la integridad e las personas que los manipulan:



Figura 1.9 Transporte de Pallets no paletizada

## 1.7 EQUIPOS DE MANEJO DE MATERIALES

El pallet, por sí sólo no funciona dentro de la operación de movimientos de mercancías, es necesario que dentro de las empresas existan otros equipos a utilizar para la manipulación de los pallets y de acuerdo a lo que se menciona en el Salazar López, Brayan (2014). Los elementos facilitadores del proceso son todos aquellos componentes adicionales a la estiba y a la mercancía, que ayudan al buen desarrollo de las actividades de manipulación de los productos. Información disponible en <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/log%C3%ADstica/paletizaci%C3%B3n/> (consulta: 15 de septiembre 2014)

En este enlace se pueden ver maquinarias como las que se mencionan a continuación y que también usa la empresa de CEMEX Tepeaca:

### 1.7.1 Definición de Manejo de Materiales

“Es el Flujo de materias primas, bienes semi-terminados y terminados a través de varias etapas de producción y almacenamiento” Enciclopedia Interactiva Compton.

El manejo de materiales se refiere al flujo, almacenamiento, y control de materiales en un proceso productivo.

Las empresas reconocen que la utilidad de tiempo y espacio que traen las operaciones de manejo de material, es que un producto vale más si está en un lugar correcto en el momento preciso y sin riesgo de sufrir daños. En este sentido el pallet

o carga unitaria es comúnmente usada en el manejo de materiales de carga, ya que como se mencionó una carga unitaria esta organizada por una colección de mercancías, de tal forma que puedan ser manejados, almacenados y controlados como una entidad única en el pallet. Esta característica es una ventaja, ya que las operaciones de manejo y almacenamiento de cargas unitarias de los pallets, resultan eficientes gracias a los métodos y maquinaria de manejo de materiales como los montacargas, camiones, muelles de carga, transportadores de cadenas, elevadores de pallets.

### **1.7.2 Los Montacargas**

Que son máquinas que facilitan las funciones de carga, desplazamiento, descarga y acomodación de diferentes productos y materiales, facilitando el trabajo pesado a realizar en la carga y descarga de mercancías, además de que brindan mayor eficiencia en cuanto a tiempo y costos. Brindan mejores resultados en la organización de los materiales producidos.

Las características principales de un montacargas es su capacidad de soporte de peso, y que un apersona no puede soportar, esto implica que con ayuda de éstos, el movimiento se simplifique, al igual que el orden y traslado de las mercancías en uso industrial o comercial. Por otra parte, la tolerancia al sobrepeso no sólo ahorra energía, sino dinero y horas de trabajo.



Figura 1.10 Tipos de Patines Montacargas

### 7.7.3 Muelles de carga

Los muelles de carga, tienen la función de salvar las diferencias de altura entre el camión y la zona de cargue o descargue, cuando esta se encuentra elevada, mediante una pendiente que permite la carga o descargue continua. Fig. 9



Figura 1.11 Los muelles de carga más utilizados

### 1.7.4 Vehículos

El tipo de vehículo depende de dos factores principalmente: El volumen de la mercancía y su frecuencia de entrega y sus distancias a recorrer.



Figura 1.12 Vehículo de trasporte de pallets

## 1.7.5 Transportador de Cadenas



### Transportador de cadenas (TC)

Transportador de paletas para la movimentación en sentido transversal a los patines. Es el complemento perfecto del transportador de rodillos puesto que la unión de ambos permite describir giros de  $90^\circ$  o  $180^\circ$ , facilitando la creación de recirculados y de circuitos de transporte, útiles para ciertos requerimientos. Puede tener 2 ó 3 ramales de cadenas, en función de las características de la carga.

Las condiciones ambientales descritas en la ficha de datos técnicos son las que admite el modelo estándar, pero son ampliables con la instalación de las



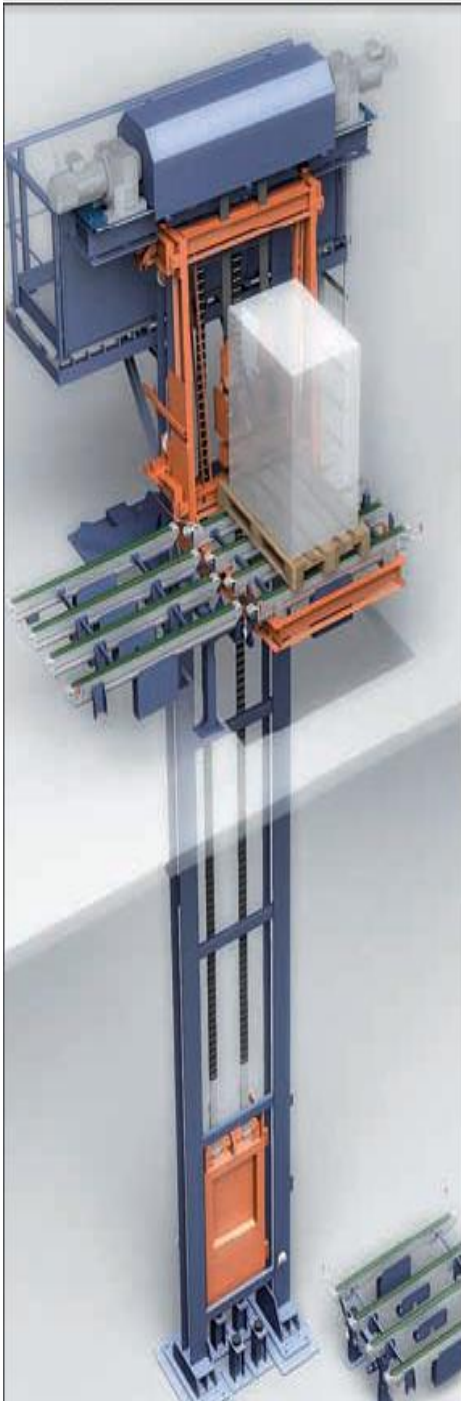
### Transferencia mixta de rodillos y cadenas (TM)

Cambio de dirección a  $90^\circ$  en el avance de las unidades de carga con entrada en el transportador de rodillos y salida en el de cadenas o viceversa. Para llevar a cabo esta operación, se necesita la combinación de un transportador de rodillos fijo a la bancada y un transportador de cadenas sobre un bastidor de elevación excéntrica.

La unión de ambos componentes en un solo elemento resulta la opción más adecuada para salvar los cambios de dirección.

Figura 1.13 Transportadores de carga

## 1.7.6 Elevador de Pallets



### Elevador para paletas (EP)

Se trata de un elemento de transporte vertical de unidades de carga basado en un dispositivo de elevación mediante contrapeso y sistema de tracción. Se implanta en instalaciones con sistemas de transporte a distintos niveles de altura. Consiente una recirculación vertical.

### Sistemas de control

El funcionamiento automático de todos los elementos que configuran un almacén automático está controlado por sistemas eléctricos y electrónicos. Estos equipos van montados en cuadros eléctricos con maniobras de control y protección de motores, a la vez que con componentes electrónicos de potencia para el gobierno de las velocidades de transporte. A su vez, estos cuadros están comandados por PC o autómatas programados para el óptimo funcionamiento de la instalación.

La ubicación de estos componentes y

Figura 1.14 Elevadores de carga

Información de: Sistemas de transporte para Pallets. Catálogo Mecalux

<http://www.mecalux.com.ar/almacen-automatizado-para-pallets/bandas-transportadoras>

### 1.7.7 Lógica de la paletización

La lógica de la paletización indica que la unidad estibada se debe de conformar una vez el producto sale en su unidad logística común del proceso de fabricación.

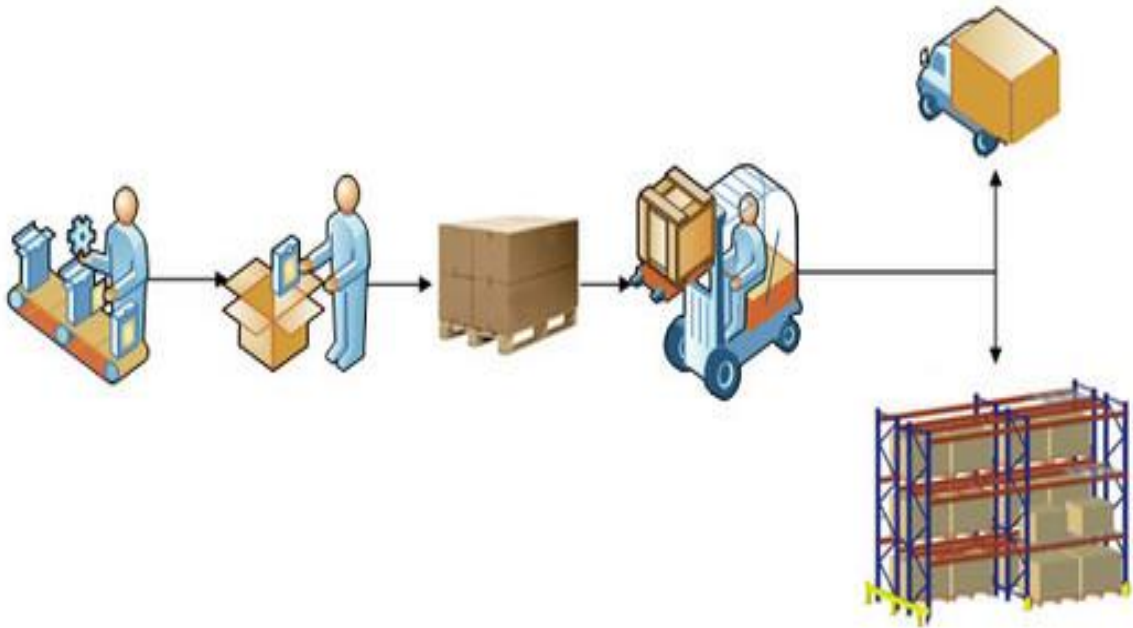


Figura 1.15 Paletización de productos

## **CAPÍTULO 2. CARACTERÍSTICAS DE LOS PALLET DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)**

### **2.1 RESUMEN.**

Tradicionalmente las tarimas de carga son fabricadas con madera, debido a varios factores, de entre los cuales podemos citar el bajo costo de obtención de la materia prima, su durabilidad, sus propiedades mecánicas, facilidad de manufactura, etc. Sin embargo hoy en día y con el avance tecnológico, existen diferentes materiales que pueden cubrir otras necesidades importantes, esto ha originado que materiales que se usaban de forma regular, sean sustituidos por nuevos compuestos que presentan ventajas en cuanto a propiedades mecánicas, costos económicos, ambientales o estéticos.

Entre los materiales sustitutos, encontramos al plástico, que actualmente es el material que ha constituido un fenómeno de trascendencia, ya que estamos rodeados de objetos numerosos de plástico, que antes no se usaban ni eran necesarios para la vida cotidiana. Hoy en día existe una vasta industria del plástico, debido al papel determinante que ha desempeñado este en la vida del hombre. Tal es el caso de la madera, que ha sido sustituida en muchas aplicaciones, por materiales como aleaciones metálicas, compuestos cerámicos y plásticos. Así pues, las tarimas de plástico han iniciado su incursión en el medio, probando que su naturaleza, les permite competir de frente con las clásicas tarimas de madera, e

incluso brindar ventajas sobre estas últimas, que pueden ser en su costo, fácil uso y mayor rendimiento en su ciclo de vida.

En este sentido es que en este capítulo se describen las generalidades del pallets de polietileno de alta densidad (PEAD) y los beneficios que presenta, ya que es el material que se propone en la sustitución del pallet de madera; pero primeramente se mencionará los que el material de Polietileno de Alta Densidad, para luego hablara más específicamente del Pallet de Polietileno de Alta Densidad y sus ventajas.

## **2.2 MATERIAL DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD**

Actualmente y gracias a los avances en la ciencia, muchos diseñadores e ingenieros se inclinan por el uso de polímeros, toda vez que éstos presentan propiedades que son difíciles de encontrar en otros materiales, como lo es la madera. Los beneficios que presenta este material plástico son: resistencia, ligereza, elasticidad, facilidad para ser procesado y transparencia; por supuesto también tienen ciertas desventajas como cualquier otro material.

### **2.2.1 Definición.**

El polietileno (pe) es un polímero resultado de la polimerización del etileno. Es un material termoplástico blanquecino, de transparente a translúcido, y es frecuentemente fabricado en finas láminas transparentes. Las secciones gruesas son

translúcidas y tienen una apariencia de cera. Mediante el uso de colorantes pueden obtenerse una gran variedad de productos coloreados. Es posiblemente el material más popular del mundo; se distinguen dos tipos, el de baja densidad y el de alta densidad, pero para efectos de este trabajo hablaremos sólo del éste último.

De acuerdo a lo que se menciona en la página de Información y Negocios, segundo a segundo, disponible en: <http://www.quiminet.com/articulos/ventajas-y-aplicaciones-del-polietileno-de-alta-densidad-hdpe-2577371.htm> , el polietileno de alta densidad es el polímero sintético de mayor producción en el mundo. Tiene la característica de ser incoloro, inodoro, no ser tóxico y se obtiene a baja presión. Este polímero pertenece a la clase de los polímeros de cadena lineal no ramificada y es menos dúctil que el polietileno de baja densidad, aunque es más fuerte, más duro y cuatro veces menos permeable. Por su composición física y química es sumamente resistente a los golpes y a productos químicos.

El Polietileno de Alta Densidad (PEAD o por sus siglas en inglés HDPE). Este material tiene una densidad entre 935-965 Kg/cm<sup>3</sup> y es mucho más cristalino que el polietileno de baja densidad (LDPE). Ligeramente más costoso que el LDPE pero mucho más resistente y rígido; este material presenta un campo mucho más variado de aplicaciones, tales como botes de basura, cajas, contenedores para líquidos de propósito general, tarimas, etc.



Figura 2.1 Fuente: re-cicla.com

### **2.2.2 Las características que posee el polietileno de alta densidad**

- Excelente resistencia de tipo térmica y química.
- Consistencia sólida, incolora, translúcida, casi opaca.
- Muy buena procesabilidad, es decir, que se puede procesar por los métodos de conformado que se emplean para los termoplásticos, como inyección y extrusión.
- Flexible, aún a bajas temperaturas.
- Más rígido que el polietileno de baja densidad.
- Difícil de imprimir, pintar o pegar sobre él.
- Muy ligero.
- Densidad igual o menor a 0.952 g/cm<sup>3</sup>.
- Resistente al agua a 100 °C y a la mayoría de los disolventes ordinarios.

### **2.2.3 Aplicaciones del PEAD**

- Este tipo de polietileno se usa en la aplicación de:
- Envases de alimentos, detergentes, y otros productos químicos.

- Artículos para el hogar
- Juguetes.
- Acetábulos de prótesis femorales de caderas.
- Dispositivos protectores (cascos, rodilleras, coderas).
- Impermeabilización de terrenos (vertederos, piscinas, estanques, pilas dinámicas en la gran minería).
- Empaques para partes automotrices.
- Charolas con la forma geométrica de la parte a contener.
- **Tarimas.**

### **2.3 PALLETS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)**

Como resultado de la globalización, durante los últimos años, las tarimas de madera han sido empleadas como plataforma de transporte en casi todo el intercambio de mercancías, sin embargo aunque tienen un bajo costo, presentan desventajas como las que ya mencionaron en el capítulo 2, además de que constituyen un riesgo ambiental por la tala de árboles, a pesar de que la madera usada en los pallets que ya no sirvan pueda ser reutilizada o transformada en otros productos.

En la actualidad, tanto las empresas como la sociedad, están buscando la manera de obtener productos ecológicamente responsables sin descuidar la rentabilidad de sus negocios. Esta búsqueda los llevo a encontrar una nueva forma de transportar sus mercancías: **la tarima de plástico.**

En ese sentido es que en este trabajo se propone sustituir los pallets de madera por las de plástico que son más rentables para las empresas debido a su alta durabilidad y los beneficios que presentan al ser fabricadas de polietileno de alta densidad para brindar mayor resistencia y capacidad de carga. Son higiénicas, no anidan microorganismos, no absorben humedad ni malos olores. Muchos fabricantes de tarimas de plástico garantizan que su vida útil puede ser entre 5 a 10 veces mayor que de la de una tarima de madera ordinaria. Lo más importante de todo, es que son amigables con el medio ambiente.

Las tarimas de plástico pueden ser manufacturadas a través de desperdicios plásticos industriales, como el polietileno de alta densidad, 100% reciclado, que ayudan a generar no sólo un ahorro significativo para las empresas sino un beneficio para la comunidad y el medio ambiente. Estas pueden tener las formas como las que se muestran en la fig. 13 tomada de, Las Tarimas Mueven al Mundo. Publicado (Enero 2012). Disponible en <http://www.soluplastic.com/tarima-plastico-vs-tarima-madera.cfm> Consultado (16 de Septiembre 2014)

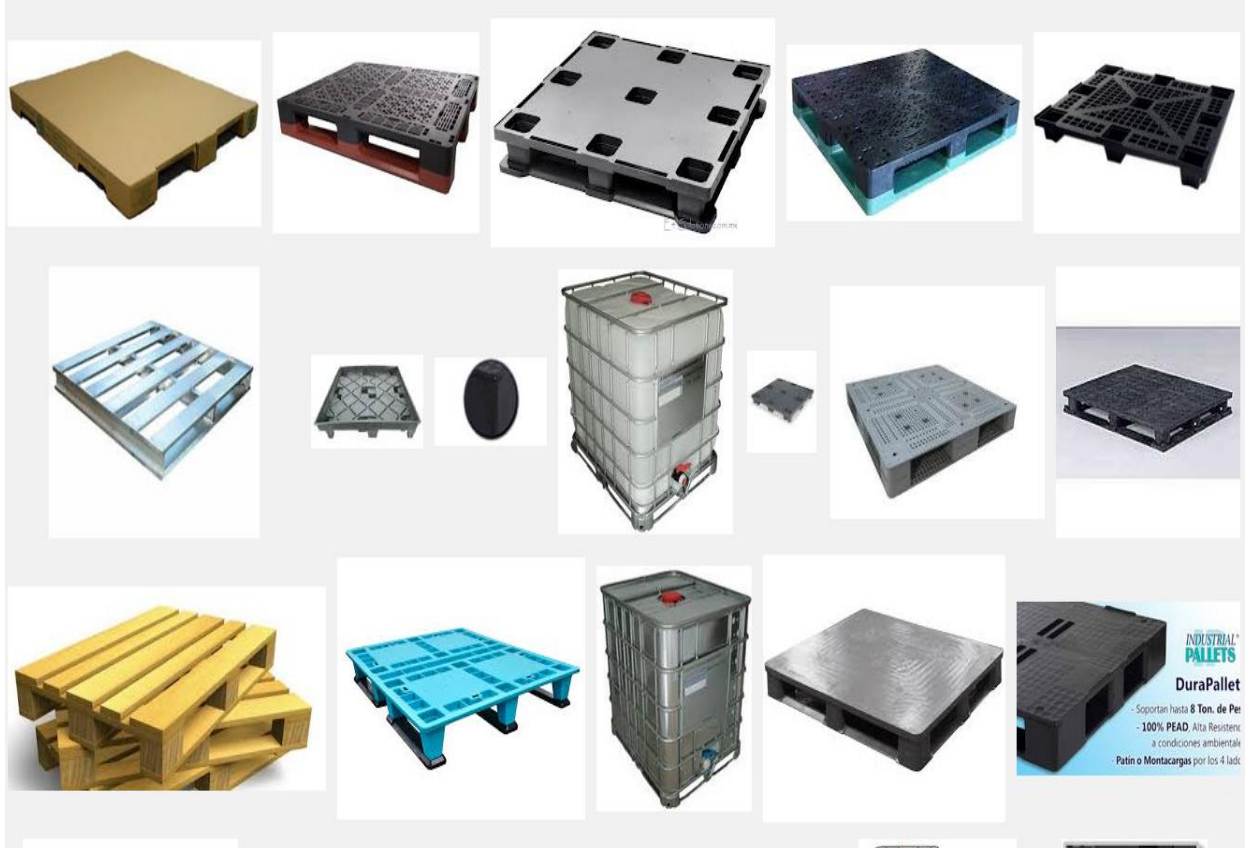
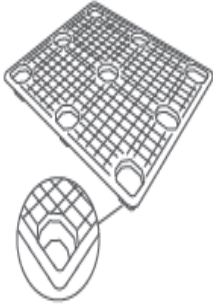


Figura 2.2 Diferentes pallets de polietileno de alta densidad

Pallets de plásticos, para la exportación de productos como para el almacenamiento y transporte interno de mercadería y/o materias primas, Ideales para las industrias. Ver Fig. 2.3

### Pallet LPI MO1



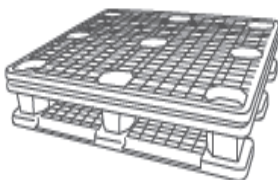
Material:	Polietileno de alta densidad con protección UV
Capacidad:	• Estática: 2500 kg • Dinámica: 534 kg
Medidas:	• Largo: 1208 mm • Ancho: 1008 mm • Alto: 127 mm
Peso:	7.8 kg

### Pallet LPI MO1R3



Material:	Polietileno de alta densidad con protección UV
Capacidad:	• Estática: 2500 kg • Dinámica: 1000 kg
Medidas:	• Largo: 1208 mm • Ancho: 1008 mm • Alto: 150 mm
Peso:	12.25 kg

### Pallet LPI MO2R3



Material:	Polietileno de alta densidad con protección UV
Capacidad:	• Estática: 4800 kg • Dinámica: 1500 kg
Medidas:	• Largo: 1208 mm • Ancho: 1008 mm • Alto: 190 mm
Peso:	20.10 kg

Figura 2.3 Pallets de Polietileno [www.sinea.com/](http://www.sinea.com/)

## 2.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS PALLETS DE PEAD

Los tipos de pallets que se muestran en la figura 13, involucran un cambio fundamental en el diseño, permitiendo el uso de material reciclado. De acuerdo a lo que informa Industrial Pallets de México en su página <http://www.todopallets.com/DuraPallets/>, tenemos la siguiente imagen del pallet con las características que se muestran en la figura 2.4.

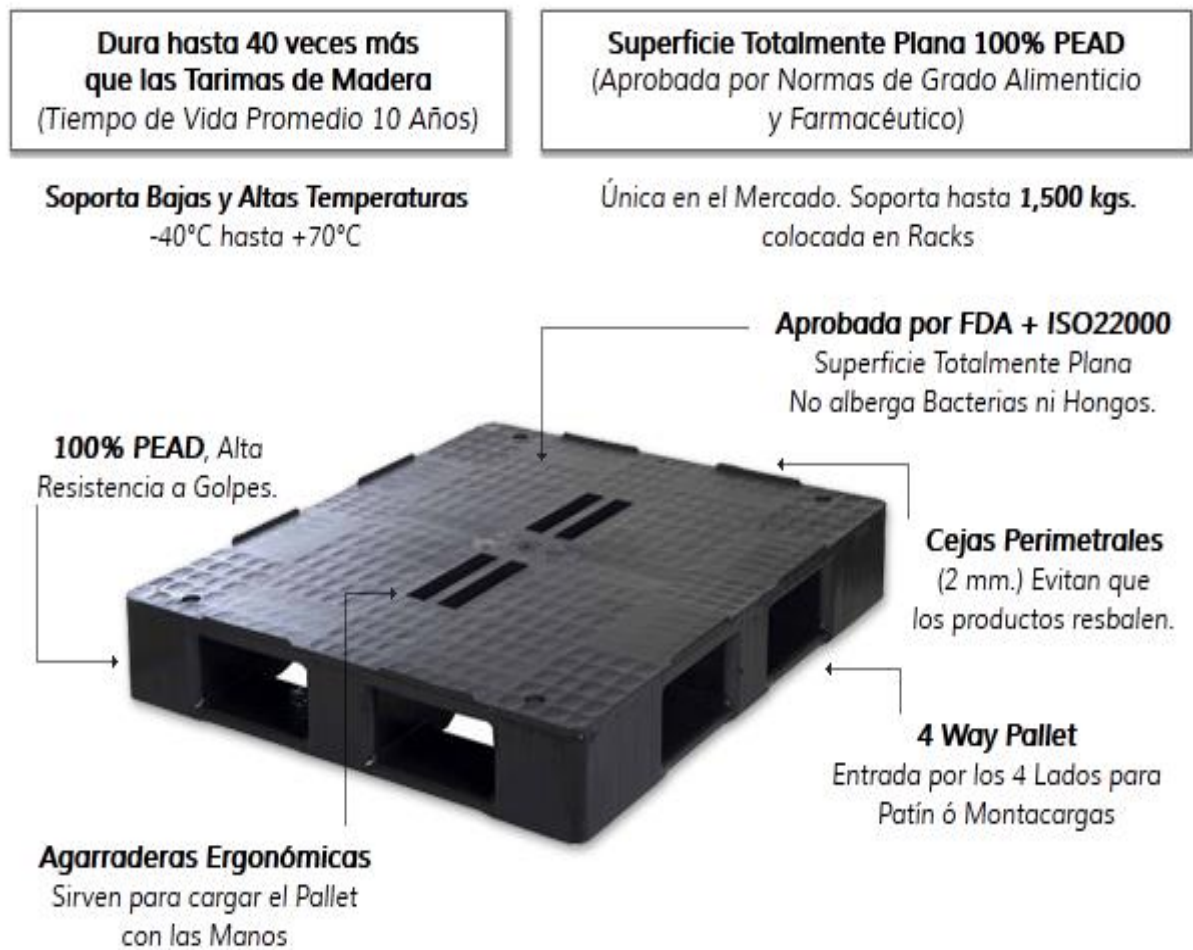


Figura 2.4 Pallets de PEAD propuesto.

<b>DuraPallets: Especificaciones Técnicas</b>	
<b>Medidas en Milímetros</b>	1200 x 1000 x 165 mm
<b>Medidas (en pulgadas)</b>	48 x 40 x 6.0 in
<b>Capacidad de Carga Estática</b>	8,000 kgs.
<b>Capacidad de Carga Dinámica</b>	2,000 kgs.
<b>Capacidad de Carga en Racks</b>	1,500 kgs.

Figura 2.5 Características Pallets de PEAD propuesto.

## 2.5 VENTAJAS DEL PALLET DE PEAD

Superficie Totalmente Plana, fácil de limpiar, no alberga bacterias, hongos ni insectos. Dura hasta 40 veces más que las tarimas de madera. Soporta bajas y altas temperaturas: Hasta  $-40^{\circ}\text{C}$  y  $+70^{\circ}\text{C}$ .

Cumple al 100% con los estatutos de la FDA + ISO22000 y Normas de Grado Alimenticio ó farmacéutico.

Habilitada para Montacargas, Patines y Conveyors. También es una tarima de plástico habilitada para cualquier Rack. (4 Way Pallet).

Diseño moderno, elegante y con agarraderas ergonómicas para manipular manualmente el pallet. Resistencia a Condiciones Ambientales y Rayos UV.

Diseñada como Tarima Logística de Reparto.

### Principales beneficios de los Pallets de plástico

- Tienen una vida útil de 5 a 7 años contra 2 a 3 meses de una tarima de madera.
- Disminuyen los riesgos de accidentes por clavos o quebraduras de los tablonos, para su personal y para sus productos.  
  
Son higiénicas y fáciles de limpiar, no anidan microorganismos, humedad y malos olores.
- Ayudan de manera significativa al medio ambiente porque ayuda a conservar nuestros bosques. En los pasados 150 años, la deforestación ha contribuido en un 30% al efecto invernadero; el uso de las tarimas de plástico reduce el manejo de desperdicios, ya que son 100% reciclables; las tarimas de plástico ayudan a reducir el consumo de gasolina y transportación, contribuyendo a disminuir la contaminación y el calentamiento global.

**Las desventaja que presentan los Pallets de plástico, es el costo**

Figura 2.6 Ventajas Pallet de PEAD propuesto.

Por lo tanto aunque el costo de los pallets de plástico es más caro, su costo se puede justificar, teniendo un sistema de retorno en su empresa para que estas tarimas plásticas vuelvan a su almacén cada vez que son desocupadas por sus proveedores. Por otra parte el retorno de la inversión puede ser realmente rápido porque se deja de comprar, reparar y desechar tarimas de madera.

## **CAPITULO 3**

### **CEMEX TEPEACA Y EL USO DE LOS PALLETS**

#### **3.1 RESUMEN GENERAL DE LA EMPRESA CEMEX**

Actualmente, CEMEX S.A.B. de C.V. es una compañía mexicana y multinacional que provee soluciones para la industria de la construcción a nivel mundial, y como líder del ramo, ocupa el tercer lugar en producción de cemento y clinker; y el primer lugar en el suministro de concreto premezclado en el mundo. Desde 1996 CEMEX ha continuado su diversificación geográfica global, ingresando a mercados cuyos ciclos económicos operan en gran medida independientemente, y que ofrecen crecimiento a largo plazo. Cemex tiene presencia en Norte, Centro y Sudamérica, el Caribe, Europa, Asia, África y el Medio Oriente tocando más de 50 países en el mundo. Y, con sintonía y contribuyendo en la industria de la construcción ha sido proveedor de mejoras productivas en todas sus operaciones marítimas y terrestres desde sus inicios enfocándose íntegramente en la sustentabilidad de todas sus operaciones.

CEMEX opera en 50 países alrededor del mundo, incluyendo:



Figura 3.1 Cemex en el mundo

Una de las empresas donde opera en CEMEX en México, es Cemex Planta Tepeaca ubicada en el municipio de Cuautinchan, Puebla, Puebla, iniciando sus operaciones en el año de 1994 con una capacidad instalada de 3.1 millones de toneladas de cemento, abasteciendo de cemento a la zona centro y sur del país; así como los países de Belice y Guatemala. Cabe resaltar que ésta planta es la segunda más grande de América Latina pues tiene los hornos de mayor diámetro, con una dimensión 8 metros y con capacidad de almacenaje de 10 mil toneladas de ck, y se trabaja totalmente con tecnología mexicana.

Actualmente Cemex Planta Tepeaca produce 3.1 millones de toneladas de cemento anuales y de las cuales distribuye aproximadamente el 68% del total de su producción en carga de furgones (vagones del tren) y autotransporte (se le llama así, a los tráiler o planas ya sean sencillos o dobles que también son llamados fulles). Para lograr la correcta logística y distribución de sus productos envasados, Cemex Planta Tepeaca ocupa aproximadamente de 2500 tarimas o pallets de madera diarias para lograr las cifras de producción.

### **3.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS PALLETS DE MADERA QUE SE USAN EN CEMEX TEPEACA**

Ante los grandes volúmenes de salida en Cemex Planta Tepeaca y comprometido con sus clientes, concentra sus esfuerzos dentro de la cadena de suministros, al Pallet de madera y su logística, toda vez que son parte importante en la eficiente distribución del cemento. Por lo tanto, uno de sus objetivos es mejorar la planeación

de los problemas que se presentan con el uso de las tarimas o pallets de madera, ya que actualmente se viven situaciones con este tipo de pallets presentándose como desventajas en su utilización.

**PALLET O TARIMA DE MADERA QUE USA ACTUALMENTE EN CEMEX TEPEACA PARA OPERACIONES DE CARGA, ALMACENAJE Y TRANSPORTE DE CEMENTO**

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>SITUACIÓN PROBLEMÁTICA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Madera con dimensiones de 41" x 49"</li> <li>• Capacidad de carga de 2.25 a 2.5 ton. Cuentan con 14 tablas de ¾" o 1" x 4" x 48".</li> <li>• Peso promedio de 20kg</li> <li>• Factor de utilidad aproximadamente de un 60%.</li> </ul>	<p>Cemex Planta Tepeaca cuenta con un taller de reparación de tarimas al pie del área de carga del cemento. Diariamente repara de 1000 a 1200 tarimas de madera, provocando:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se pierda la uniformidad de las tarimas en la reconstrucción, al tenerse que ocupar diferentes partes recuperables de otras tarimas.</li> <li>• Problema con los montacargas por la mala uniformidad de las tarimas.</li> <li>• El índice de rotura del saco se ve afectado por los clavos expuestos en las tarimas reparadas, generando trabajo extra en el área de paletizado.</li> <li>• Por los grandes volúmenes de salida, se exige al taller la reparación de tarimas de aproximadamente 1000 a 1200 tarimas diarias, para un nuevo ciclo de carga-entrega a destino-regreso a planta de las tarimas.</li> </ul>

Figura 3.2 Características y desventajas de la tarima de madera en Cemex Tepeaca

### 3.3 FACTOR DE UTILIDAD EN EL CICLO DE VIDA DE LOS PALLETS DE MADERA

Con respecto al factor utilidad del pallet de madera, se puede decir que por las características presentadas en a la tabla anterior, el ciclo de vida de una tarima nueva se ve comprometido a tan sólo 4 o 5 usos de operatividad, dependiendo del destino de entrega de la carga de cemento, lo cual pudiera acotarse alarmantemente a tan sólo un uso en su ciclo de vida, cuando estas tarimas de madera son enviadas a destinos con un alto nivel de humedad y salitre en el ambiente, ocasionado en las tarimas el bajo índice de utilidad. Esto por supuesto, implica un problema en la operación de costos, ya que este tipo de pallets, no siempre pueden ser reutilizados en buen estado, además del trabajo que implica la reparación de algunos pallets, aun sin quedar óptimos para su reúso, y la merma que implican algunos.

FACTOR DE UTILIDAD TARIMA DE MADERA 2013										
MES	TARIMA REMISIONADA	UNIDAD	FUNCIONALIDAD				% UTILIDAD	% REPARABLE	% DESARMABLE	% MERMA
			ÚTIL	REPARAR	DESARMAR	MERMA				
ENERO	80000	PZA	49890	16457	5763	7890	62.36%	20.57%	7.20%	9.86%
FEBRERO	70662	PZA	47423	16868	2312	4059	67.11%	23.87%	3.27%	5.74%
MARZO	56922	PZA	32599	14910	3966	5447	57.27%	26.19%	6.97%	9.57%
ABRIL	63716	PZA	35745	15507	3674	8790	56.10%	24.34%	5.77%	13.80%
MAYO	82240	PZA	48978	19736	5612	7914	59.55%	24.00%	6.82%	9.62%
JUNIO	75854	PZA	43578	16575	6777	8924	57.45%	21.85%	8.93%	11.76%
JULIO	75668	PZA	45690	16334	5797	7847	60.38%	21.59%	7.66%	10.37%
AGOSTO	70196	PZA	47089	16745	2346	4016	67.08%	23.85%	3.34%	5.72%
SEPTIEMBRE	56456	PZA	32265	14787	4000	5404	57.15%	26.19%	7.09%	9.57%
OCTUBRE	63250	PZA	35411	15384	3708	8747	55.99%	24.32%	5.86%	13.83%
NOVIEMBRE	81774	PZA	48644	19613	5646	7871	59.49%	23.98%	6.90%	9.63%
DICIEMBRE	75388	PZA	43244	16452	6811	8881	57.36%	21.82%	9.03%	11.78%
<b>PROMEDIO</b>							<b>59.77%</b>	<b>23.55%</b>	<b>6.57%</b>	<b>10.10%</b>

Tabla 3.1 Factor de utilidad tarima de madera Cemex Tepeaca

Por lo tanto, hablando de números, anualmente Cemex Planta Tepeaca, del 100% de las tarimas nuevas que adquiere, el 59.77% entra a la funcionalidad de 4 a 5 ciclos en su vida útil, un 30.12% se vuelve reparable y un 10.10% de merma inherente. Luego entonces independientemente de obtener el mayor beneficio de una tarima de madera, Cemex Planta Tepeaca estima que en un tiempo de cuatro meses una tarima de madera se vuelve inutilizable. Esto implica que las cifras aproximadas de 300,000 tarimas anuales se conviertan en 7,500 toneladas de madera desechada o probablemente reutilizada como otro producto.

### **3.4 ANÁLISIS DE COSTOS DEL PALLET DE MADERA EN CEMEX PLANTA TEPEACA**

Actualmente Cemex Planta Tepeaca destina un presupuesto de \$2,000,000.00 (dos millones de pesos) mensuales para la adquisición de tarimas nuevas que paulatinamente se irán incorporando al flujo de tarimas en el proceso logístico del mes. Esta cifra se traduce en la compra de 15,384 tarimas nuevas que serán destinadas para su uso como tarimas emergentes en caso de alguna contingencia en el retorno y abastecimiento de las mismas a las instalaciones de planta, para cumplir con la demanda de carga de cemento.

De igual forma Cemex Planta Tepeaca destina un costo adicional de \$72.00 (setenta y dos pesos) por concepto de reparación y mantenimiento a cada tarima

durante todo su ciclo de vida. (Ver tabla 1 de costo promedio de reparación para tarima de madera). Esto implica que, para las 15,384 tarimas nuevas el total de reparación es \$1,107,692.30 que serán distribuidos en los cuatro ciclos de uso, durante la vida útil de la tarima; donde el ciclo de vida es de 4 meses en promedio de operación efectiva de la tarima.

Sumando la inversión mensual por las 15,384 tarimas más su costo de mantenimiento, en total la cifra se cierra en \$3,107,692.30 por cada 15,384 tarimas de madera.

TABLA DE COSTO PROMEDIO REPARACIÓN DE TARIMA DE MADERA 2013										
MES	TARIMAS REPARADAS	REPARADAS POR POLIN	REPARADAS POR DUELA	CLAVOS CONSUMIDOS (Cajas)	COSTO CLAVO	PROM. DE DUELAS UTILIZADAS POR TARIMA	COSTO REPARACIÓN POR DUELA	PROM. POLINES UTILIZADOS POR TARIMA	COSTO REPARACIÓN POR POLIN	COSTO PROMEDIO
ENE	24298	6321	17977	93	\$0.41	2.99	\$12.60	1.54	\$4.82	\$17.83
FEB	22503	5971	16532	83	\$0.39	3.07	\$12.95	1.59	\$4.99	\$18.33
MAR	27761	9179	18582	93	\$0.36	3.00	\$12.62	1.31	\$4.11	\$17.09
ABR	32244	4711	27533	92	\$0.31	2.80	\$11.80	1.88	\$5.89	\$18.00
MAY	36101	5121	30980	95	\$0.28	2.50	\$10.53	1.00	\$3.13	\$13.94
JUN	24089	4356	19733	94	\$0.42	3.08	\$12.98	2.32	\$7.27	\$20.66
JUL	24349	6355	17994	94	\$0.41	3.11	\$13.10	1.61	\$5.04	\$18.55
AGO	22554	6005	16549	84	\$0.40	3.19	\$13.45	1.66	\$5.21	\$19.05
SEP	27812	9213	18599	94	\$0.36	3.12	\$13.12	1.38	\$4.33	\$17.82
OCT	32295	4745	27550	93	\$0.31	2.92	\$12.30	1.95	\$6.11	\$18.73
NOV	36152	5155	30997	96	\$0.28	2.62	\$11.03	1.07	\$3.35	\$14.66
DIC	24140	4390	19750	95	\$0.42	3.20	\$13.48	2.39	\$7.49	\$21.39
<b>P R O M</b>	<b>27858</b>	<b>5960</b>	<b>21898</b>	<b>92</b>	<b>\$0.36</b>	<b>2.97</b>	<b>\$12.50</b>	<b>1.64</b>	<b>\$5.15</b>	<b>\$18.00</b>

Tabla 3.2 Costos de reparación de tarimas Cemex Tepeaca

En la tabla anterior se pueden apreciar datos de reparación que se dieron para aumentar el ciclo de vida de las tarimas de madera usadas durante el año 2013 y los costos promedio de reparación por mes y por año.

En Cemex Planta Tepeaca, se establece que el costo de una tarima de madera por su ciclo de vida es de \$202.00. Anualmente Cemex Planta Tepeaca gasta \$24,000,000.00 en la compra de 184,615 tarimas nuevas y \$13,292,307.69 en la reparación del mismo número de tarimas. Sumando estas cantidades nos da un total de \$37,292,307.69. Esto implica que la cifra de 184,615 tarimas corresponde a cubrir 73.8 días de producción continuos.

Por otra parte el número real de tarimas en tránsito es de 80,000 tarimas mensuales. De las cuales por el factor de utilidad actual de las tarimas de madera 47,816 siguen siendo tarimas útiles, 24,096 son tarimas reparables y 8,088 se vuelven merma.

Como resultado del análisis de Costos del Pallets de madera en Cemex Planta Tepeaca, tenemos que realmente la inversión que se hace en la reparación de este tipo de tarimas, es elevado, y aunque el costo del pallet de madera tiene un costo bajo, sumado con su reparación y su ciclo de vida, hacen que uno piense en cambiar estas tarimas por otras que sean más redituables, tanto en costo, tiempo y su ciclo de vida. Motivo por el cual en el siguiente capítulo se abordará el tema sobre el análisis del pallet o tarima de polietilenos de alta densidad propuesto en este trabajo.

## **CAPÍTULO 4**

### **ANÁLISIS DE COSTOS DEL PROYECTO**

#### **4.1 ANÁLISIS DE COSTOS DE LA TARIMA DE PALLET DE PEAD (POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD) EN CEMEX PLANTA TEPEACA**

Como se menciona en el capítulo anterior, Cemex Planta Tepeaca necesita de 80,000 tarimas mensuales en tránsito para satisfacer las necesidades de suministro de cemento a todos sus clientes. Ya sea por ferrocarril o autotransporte.

Para lograrlo, a inicios de año debe adquirir un lote 80,000 tarimas para cumplir con la demanda de cemento programada. Y posteriormente mes a mes necesita ir sustituyendo las tarimas faltantes con el presupuesto mensual de tarimas.

En la siguiente tabla se observa el comportamiento de las tarimas de madera mes a mes durante un año, y muestra el número total de tarimas adquiridas en un año. Así como el momento en el que el inventario inicial se vuelve insuficiente.

<b>RAMPA DE ADQUISIÓN TARIMAS DE MADERA</b>														
	UNIDAD	INICIAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
COMPRA	PZAS	80,000	15384	15384	15384	15384	15384	15384	15384	15384	15384	15384	15384	15384
FACTOR DE UTILIDAD PROMEDIO	%	NA	59.77 %	59.77 %	59.77 %	59.77 %	59.77 %	59.77 %	59.77 %	59.77 %	59.77 %	59.77 %	59.77 %	59.77 %
INVENTARIO BASE DISPONIBLE	PZAS	80,000	71912	64642	58106	52232	46951	42204	37938	34102	30654	27555	24769	22265
INVENTARIO BASE ÚTIL	PZAS	0	47816	42982	38636	34730	31219	28063	25226	22675	20383	18322	16470	14805
INVENTARIO REPARABLE	PZAS	0	24096	21660	19470	17502	15732	14142	12712	11427	10272	9233	8300	7461
INVENTARIO DE REPARADO ACUMULADO	PZAS	0	24096	45756	65226	82728	98460	112602	125314	136740	147012	156245	164545	172005
MERMA ACUMULADA	PZAS	0	8080	16160	24240	32320	40400	48480	56560	64640	72720	80800	88880	96960
RE-COMPRA ACUMULADA	PZAS	0	15384	30768	46152	61536	76920	92304	107688	123072	138456	153840	169224	184608
													<b>COMPRA TOTAL (PZAS)</b>	<b>264,608</b>

Tabla 4.1 Adquisición de Tarimas de Madera anuales Cemex Tepeaca

En la tabla anterior se observa que para los meses de abril a mayo, prácticamente ya se renovó el lote inicial de tarimas. Y por otra parte se obtiene que aproximadamente se necesitaran 264,608 tarimas anualmente. Por lo que, el costo de adquisición y mantenimiento es de \$53,450,816.00.

Ante este escenario. El realizar el cambio y utilizar el pallet de PEAD con las características antes mencionadas. Cubre de raíz el problema actual e impacta en el tema del aumento del ciclo de vida de la tarima así como el de su factor de utilidad.

Entonces, dentro de las prestaciones del pallet de PEAD, promete una vida útil de 5 a 7 años equivalente a 40 veces más que la madera. Y, para no cometer el

error de entender mal el término “veces” que menciona el pallet de PEAD, para este proyecto se estableció que la tarima de madera dura de 4 a 5 ciclos de uso y en este contexto; para el cálculo comparativo nos olvidaremos de la promesa del pallet de PEAD de los 5 a 7 años. Ya que resultaría impráctico para el caso, pretender realizar una comparación de los 4 meses de vida de la tarima de madera contra los 84 meses de vida del pallet del PEAD equivalentes a 7 años de uso.

Si la consideración de comparar ciclos de uso de la madera versus las veces de uso del PEAD. Se traduce en ligar la relación que guardan las 40 veces más de durabilidad del pallet de PEAD entre los 5 ciclos máximos de uso de la tarima de madera, quedaría de la siguiente manera. Tendríamos una relación de ventaja de ocho veces a uno; del pallet de PEAD vs la tarima de madera.

Pero para poder realizar un cálculo del % de ahorro necesitamos llevar dicha relación de 8 a 1 del pallet de PEAD vs la tarima de madera, a en costos anuales y en porcentaje de ahorro de “existir”. Que es lo que buscamos demostrar.

En la siguiente tabla se muestra el porcentaje de ahorro que se tendría por usar el pallet de PEAD en comparación con la tarima de madera.

Como se estableció en el párrafo anterior, en la actualidad Cemex Planta Tepeaca anualmente destina un gasto de \$ 53,450,816.00 en tarimas de madera para satisfacer sus necesidades de producción.

Esto no es sólo un problema económico, el significado de usar tarima de madera se vuelve un parte aguas de la cadena final de un sistema de producción de magnitudes gigantescas. Y que; como se menciona, implica satisfacer la necesidad de la seguridad en el cumplimiento de sus objetivos de producción.

## **4.2 ANÁLISIS COMPARATIVO SOBRE LOS BENEFICIOS Y COSTOS DEL PALLET DE MADERA CONTRA EL DE PEAD**

En capítulos anteriores se mencionaron las características de los pallet de madera y los de polietileno de alta densidad, así como el análisis de costos de ambos; ahora en este apartado se hará un análisis comparativo sobre los beneficios que presentan los pallets de polietileno para pensar seriamente en utilizarlos en lugar de los de madera que tradicionalmente se están usando. La importancia de estos beneficios radica en principalmente en aspectos como el impacto ambiental, económico y de mantenimiento.

#### 4.2.1 Beneficios del Pallet de PEAD

<b>CUADRO COMPARATIVO RESPECTO A LOS BENEFICIOS DE PALLET DE PEAD CONTRA LOS DE MADERA</b>		
<b>Aspectos</b>	<b>Pallet de Madera</b>	<b>Pallet de Polietileno de Alta Densidad (PEAD)</b>
<b>Peso</b>	Tradicionalmente pesados	Ligeros y fáciles de manejar
<b>Constancia</b>	Peso y dimensiones variables en función de los niveles de humedad	Cumple estrictamente la especificación de medidas, peso y capacidad de carga Dimensionalmente estable
<b>Higiene</b>	Está demostrado que puede contener infecciones y parásitos.	No puede ser penetrado. Se pueden limpiar a presión y utilizar detergentes
<b>Limpieza</b>	Difícil Saneamiento	Facilidad para limpieza con máquina a presión.
<b>Ciclo de Vida</b>	El ciclo de vida de un pallet de madera convencional es reducido	Elevada vida útil ( hasta 5 veces más)
<b>Mantenimiento</b>	Astillas, Desviaciones, tablas desplazadas... Elementos de mantenimiento especializado (carpintería, útiles al respecto y pintura), que comportan significativos costes, tales como mayor dedicación de mano de obra, espacio físico, etc.	NO requieren mantenimiento, ya que no se pudren no se deforman y no se encogen

**Rechazo** Las líneas automáticas tienen un alto rechazo de pallets debido a su mal estado de conservación. No existe rechazo

### CUADRO COMPARATIVO RESPECTO A LOS BENEFICIOS DE PALLET DE PEAD CONTRA LOS DE MADERA

Aspectos	Pallet de Madera	Pallet de Polietileno de Alta Densidad (PEAD)
<b>Tratamientos</b>	Se utilizan tratamientos químicos en la madera de tiempo limitado.	No necesita aplicación de ningún tratamiento específico.
<b>Exportaciones</b>	Para determinadas exportaciones es necesario documentar y gestionar su tratamiento (NIMP 15).	No hay requisitos de exportación.
<b>Trazabilidad</b>	Trazabilidad limitada o nula	Mediante RFID o Código de Barras
<b>Reciclaje</b>	Producto no reciclable, su eliminación comporta un coste.	100% Reciclable, se recupera un significativo valor de coste.
<b>Medio Ambiente</b>	Deforestación de bosques e incrementación de volumen de residuo en vertederos	Utilización de materiales reciclados y reciclables procedente de otros pallets de plástico
<b>Impresión</b>	Imagen pobre y deteriorada	Buen impacto visual
<b>CO<sub>2</sub></b>	Por su alto peso genera altos índices de emisiones de CO <sub>2</sub> en el transporte	Permite una reducción de los niveles de CO <sub>2</sub>
<b>Valor Residual</b>	Supone un coste final para eliminar el residuo	Genera un beneficio final procedente del coste de

		material
<b>Riesgos</b>	Riesgo de daños por las astillas y accidentes en las manipulaciones manuales	Ergonómicos y de fácil manipulación

Tabla 4.2 Beneficios del Pallet de PEAD

Como se puede observar en la tabla anterior, los beneficios que tiene el pallet de PEAD sobre el de manera son muchos y muy importantes, especialmente hablando de durabilidad, sustentabilidad, tiempo y mantenimiento; hablando de mantenimiento y de acuerdo al análisis hecho en la tabla 1, los pallets de madera requieren ser reparados por daños en algunas de sus partes, mientras que las de PEAD por su mayor resistencia y duración sólo requieren de mantenimiento de limpieza y lavado, evitando con ello las labores de reparación. Asimismo beneficios de seguridad, por cuanto se disminuye el esfuerzo y riesgo físico de los operarios que manipulan las estibas o pallets y de optimización de recursos de producción por la disminución en la pérdida de productos por fallas en los pallets.

#### **4.2.2 Comparación de Costos del Pallet de Madera contra el Pallet de PEAD.**

Adicionalmente a los beneficios que presenta el Pallet de PEAD plasmados en la tabla comparativa anterior, se encuentra un factor económico, que se reflejará en un mejor costo-beneficio al sustituir los pallet de madera por los de PEAD, ya que su duración lo supera hasta ocho veces o más, evitando con ello el deterioro de la mercancía al no presentar astillas ni desprendimiento de clavos o puntillas, que

podieran dañar. A continuación de muestra una tabla comparativa de costos de las tarimas de PEAD y madera.

<b>TABLA COMPARATIVA DE COSTOS TARIMAS MADERA VS PEAD</b>			
	<b>UNIDAD</b>	<b>MADERA</b>	<b>PEAD</b>
CICLO DE VIDA PROMEDIO	MESES	4.4	32
NO. REMISIONES POR CICLO DE VIDA	VECES	4-5	40
COSTO x TARIMA NUEVA	\$	130.00	926.84
REPARACIONES DE TARIMA	VECES	4	0
COSTOS x TARIMA REPARADA	\$	72	0
COSTO TOTAL POR CICLO DE VIDA	\$	202	926.84
CONSUMO ANUAL x CICLO DE VIDA	PZAS	2.73	0.38
COSTO ANUAL	\$	550.91	347.57
<b>AHORRO ANUAL</b>	%	<b>0.00%</b>	<b>36.91%</b>

Tabla 4.3 Costos de PEAD vs Madera

## CONCLUSIONES

El propósito de este trabajo fue demostrar a la empresa CEMEX Planta Tepeaca y otras que siguen utilizando pallets de madera, que tomen en cuenta la consideración de sustituir los pallets de madera por los pallets de PEAD, ya que sus múltiples aplicaciones en diversos sectores, los están convirtiendo en un producto estrella dentro del mundo del embalaje, especialmente porque dentro de la cadena de suministros, los pallets de PEAD, tendrán un impacto en el almacenamiento y carga de productos. Que es un aspecto muy importante dentro de la logística de una empresa, además el impacto del costo beneficio es más redituable, ya que los principales beneficios al usar estos pallets serán:

- ✓ Mejor almacenamiento y embalaje del producto porque se eliminan los riesgos de daños causados al usar pallets de madera (humedad, bacterias, peso, clavos, estilla, otros), incremento de la capacidad de carga útil de los medios de transporte por el menor peso que representan, también reducirán el daño de los montacargas.
- ✓ Eliminación de trabajo-tiempo en la reparación, ya que los pallets de PEAD no necesitan mantenimiento.
- ✓ Las opciones de mercado son muchas, ya que existen empresas que están utilizando material PEAD para la elaboración de tarimas como opción

verdaderamente importante por todos los beneficios encontrados por las mismas empresas.

- ✓ El ahorro anual al usar los pallet de PEAD sería aproximadamente de un 37%, que por supuesto es un aspecto de peso para optar por estas tarimas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Albardíaz, María (2000), “Análisis del Sector Pallets para el Lanzamiento al Mercado de un Pallet Ecológico”, España. Pag.1-2

Bush, R.J. y Arman, P.A. (1998) “Changes and Trends in the Pallet Industry: Alternative Materials and Industry: Alternative Materials and Industry Structure”. Hradwood Report LXXV(9). USA

Billmeyer, F (2004) “Ciencia de los Polímeros”. Ed. Reverté, S.A. España.

Moura, R (2000). Equipamiento de Movimiento y Almacenamiento”. 5ª Edición. Sao Pablo: IMAM

Urzelai, I. A (2013) Manuela Básico de Logística Integral (Ed. Días de Santos, S.A). Madrid, España.

National Wooden Pallet & Container Association (NWPCA)

## **REVISTAS**

Liska, J.A. "Problemas Relacionados con el Fomento del Uso de la Madera en la Construcción y Posibles Soluciones. Sección A, Parte I. Aspectos Técnicos. Revista Unasyuva. Edición 25.

Distribución y consumo. Año 10 No. 51 Abril -Mayo/2000

## **WEBLIOGRAFÍA**

Estanterías Record. Manual Comercial de Producto, Paletización Convencional, Versión PA20022003.01. Fecha Ed. 24 de febrero de 2003. Disponible en [www.estanteriasrecord.com/.../pdf/paletizacion%20convencional/manual...](http://www.estanteriasrecord.com/.../pdf/paletizacion%20convencional/manual...)

Manual de paletización. IAC. Colombia. Ed. 2 Noviembre 2003. Disponible en [www.winesinform.com/manualpaletizacion.pdf](http://www.winesinform.com/manualpaletizacion.pdf)

MANIPULACION DE PRODUCTOS DECORADOS & COMPLEMENTOS "CORONA", 2010. Disponible en <http://www.corona.com.co/web/Files/Uploads/Products/TechnicalData/18ad7486-8bc1-4792-a4bc-b5c8a024087a.pdf> (consulta: 10 de septiembre de 2014)

Industrial Pallets de México Disponible en: <http://www.todopallets.com/DuraPallets/>  
[Fecha de consulta \(10 de septiembre de 2014\)](#)

Pallets plásticos, para la exportación de productos como para el almacenamiento y transporte interno de mercadería y/o materias primas. Ideales para las industrias.

Disponible en [www.sinea.com/](http://www.sinea.com/)

Fecha de consulta ( Septiembre 2014)

**Las Tarimas Mueven al Mundo. Publicado (Enero 2012). Disponible en**

**<http://www.soluplastic.com/tarima-plastico-vs-tarima-madera.cfm> Consultado**

**(16 de Septiembre 2014)**

Información: Sistemas de transporte para Pallets. Catálogo Mecalux. Disponible en

<http://www.mecalux.com.ar/almacen-automatico-para-pallets/bandas-transportadoras>

**Polietileno de Alta Densidad. Disponible en**

**<http://www.eis.uva.es/~macromol/curso05-06/hdpe/venta.htm>**

Consultado (20-sep-2014)

Textos Científicos.com.(25/08/2005). Disponible en

<http://www.textoscientificos.com/polimeros/polietileno> Consultado (20-sep-2014)