

**REDISEÑO DEL SISTEMA DE EMBALAJE DE PARTES DE ASCENSOR ACTUALMENTE UTILIZADO EN
LA EMPRESA MELCO DE COLOMBIA LTDA. APLICANDO CONCEPTOS Y HERRAMIENTAS DE
ECODISEÑO**

LAURA CAROLINA TORRES ENK

**MEDELLÍN
UNIVERSIDAD EAFIT
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE DISEÑO DE PRODUCTO
2010**

**REDISEÑO DEL SISTEMA DE EMBALAJE DE PARTES DE ASCENSOR ACTUALMENTE UTILIZADO EN
LA EMPRESA MELCO DE COLOMBIA LTDA. APLICANDO CONCEPTOS Y HERRAMIENTAS DE
ECODISEÑO**

LAURA CAROLINA TORRES ENK

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de
Ingeniera de Diseño de Producto**

**ASESORA:
PAULA MARCELA HERNÁNDEZ
INGENIERA DE PROCESOS
MÁSTER EN TECNOLOGÍAS Y ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL**

**MEDELLÍN
UNIVERSIDAD EAFIT
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE DISEÑO DE PRODUCTO
2010**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado:

Firma del jurado:

Firma del jurado:

Medellín, 20 de Octubre de 2010

AGRADECIMIENTOS

Expreso mis más sinceros agradecimientos a mis padres por todo el esfuerzo y compromiso que demostraron durante mis años de formación. A mi esposo Leonardo y a mi hija Susana gracias por la motivación y apoyo brindado durante todo este tiempo.

A la ingeniera Paula Marcela Hernández, al diseñador industrial Mauricio Alberto Velásquez y la empresa MELCO DE Colombia LTDA. por el acompañamiento y asesoría aportados durante el desarrollo del presente proyecto.

Tabla de Contenido

LISTA DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE TABLAS	IX
LISTA DE ANEXOS	X
RESUMEN	XI
GLOSARIO	XII
INTRODUCCIÓN	XIII
1 PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO	16
1.1 Justificación.....	16
1.2 Objetivos	18
1.2.1 Objetivo General.....	18
1.2.2 Objetivos Específicos.....	18
1.3 Alcance.....	18
2 MARCO TEÓRICO.....	19
2.1 Sistemas de Empaque.....	19
2.1.1 Clasificación de los tipos de Empaques.....	20
2.1.2 Sistemas de Embalaje en el medio	22
2.2 Ecodiseño como Herramienta de diseño de Producto	28
2.2.1 Metodología IHOBÉ.....	29
2.2.2 Herramientas de Ecodiseño	30
3 METODOLOGÍA DE REDISEÑO	34
3.1.1 Determinación de los Factores Motivantes	34
3.1.2 Análisis de impactos ambientales del producto durante su ciclo de vida	35
3.1.3 Cuantificación de los Impactos Ambientales.....	35
3.1.4 Generación y priorización de ideas de mejora para el producto	36
3.1.5 Definición de PDS y generación de Alternativas Conceptuales del Producto	37
3.1.6 Diseño de Detalle del Concepto	38

3.1.7	Evaluación de los resultados del proyecto	38
4	RESULTADOS Y CONCLUSIONES DE ECODISEÑO.....	40
4.1	Generalidades del Producto y la Empresa	40
4.1.1	La Empresa MELCO DE COLOMBIA LTDA.	40
4.1.2	Sistema de embalaje actualmente utilizado en MELCO DE COLOMBIA LTDA.	40
4.1.3	Tamaños y costos de Huacales fabricados en MELCO DE COLOMBIA LTDA.	41
4.1.4	Características del Sistema de Embalaje utilizado actualmente	42
4.1.5	Material utilizado para la fabricación del huacal.....	45
4.1.6	Proceso de fabricación de los huacales.....	46
4.1.7	Unidad Funcional de Análisis.....	47
4.2	Determinación de Factores Motivantes	48
4.2.1	Factores Motivantes Externos	49
4.2.2	Factores Motivantes Internos.....	49
4.3	Análisis de Impactos Ambientales del Producto durante su Ciclo de Vida.....	50
4.3.1	Límites del Sistema	51
4.4	Cuantificación de los Impactos Ambientales	58
4.4.1	Matriz MET	58
4.4.2	Análisis de Ciclo de Vida mediante Software Eco-It.....	60
4.5	Generación y priorización de Ideas de mejora para el Producto	64
4.6	Definición de PDS y generación de alternativas conceptuales del producto.....	67
4.6.1	Especificaciones de diseño de Producto PDS	67
4.6.2	Generación de alternativas Conceptuales.....	72
4.7	Diseño de Detalle del Concepto	93
4.7.1	Materiales para el diseño.....	93
4.7.2	Sistema de embalaje propuesto	97
4.7.3	Pruebas de Resistencia mediante Sistema de Elementos Finitos.....	101

4.8	Evaluación de Resultados.....	104
4.8.1	Cumplimiento de Motivantes Internos y Externos de la Compañía	104
4.8.2	Cumplimiento de Estrategias de Ecodiseño	105
4.8.3	Cumplimiento de las Especificaciones de diseño PDS	109
5	CONCLUSIONES.....	112
6	RECOMENDACIONES	114
7	BIBLIOGRAFÍA.....	115

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Política ambiental de MELCO DE COLOMBIA LTDA (MELCO DE COLOMBIA LTDA., 2009)	14
Ilustración 2. Funciones de los Sistemas de Embalaje (Proexport Colombia - CENPACK, 2003)..	19
Ilustración 3. Tipos de Empaque.....	20
Ilustración 4. Ecodiseño (IHOBE S.A., 2000)	29
Ilustración 5. Pasos Metodología IHOBE (IHOBE S.A., 2000)	30
Ilustración 6. Análisis de Ciclo de Vida de un Producto (IHOBE S.A., 2000)	32
Ilustración 7. Estrategias de Ecodiseño (IHOBE S.A., 2000)	33
Ilustración 8. Pasos de Metodología Propuesta	34
Ilustración 9. MELCO DE COLOMBIA LTDA.....	40
Ilustración 10. Huacal utilizado en MELCO de Colombia Ltda.....	41
Ilustración 11. Huacal de madera deteriorado.....	43
Ilustración 12. Piezas de Ascensores deterioradas.....	44
Ilustración 13. Huacales apilados deteriorados.....	44
Ilustración 14. Proceso realizado en Aserrío Cuivá S.A.....	45
Ilustración 15. Sello otorgado por el ICA.....	46
Ilustración 16. Diagrama de Flujo del Huacal en la empresa MELCO DE COLOMBIA LTDA.	47
Ilustración 17. Caja H para puertas de Hall con JJ800.....	48
Ilustración 18. Ciclo de Vida del Producto.....	51
Ilustración 19. Diagrama de Flujo de construcción de Caja H	52
Ilustración 20. Consumos durante etapa de Producción	60
Ilustración 21. Emisiones de CO ₂ equivalente en la etapa de producción	61
Ilustración 22. Consumos durante etapa de Uso.....	61
Ilustración 23. Emisiones de CO ₂ equivalente en la etapa de uso	62
Ilustración 24. Emisiones durante etapa de eliminación	62
Ilustración 25. Emisiones de CO ₂ equivalente en la etapa de eliminación.....	63
Ilustración 26. Emisiones de CO ₂ equivalente durante ciclo de vida del producto	64
Ilustración 27. Definición del usuario	72
Ilustración 28. Contexto de Uso	73
Ilustración 29. Paleta de Colores - Pantones.....	74

Ilustración 30. Propuestas de mejora	74
Ilustración 31. Caja Negra actual	78
Ilustración 32. Caja negra deseable	78
Ilustración 33. Estructura Funcional	79
Ilustración 34. Molécula: Referente de diseño.....	84
Ilustración 35. Alternativa Conceptual No. 1.....	85
Ilustración 36. Nodos de Unión	86
Ilustración 37. Unión larguero – Elemento de unión.....	86
Ilustración 38. Alternativa conceptual No. 2	87
Ilustración 39. Marco Modular	87
Ilustración 40. Embalaje Plegado.....	88
Ilustración 41. Alternativa Conceptual No. 3.....	88
Ilustración 42. Ensamble con Cola de Milano.....	89
Ilustración 43. Alternativa Conceptual No. 4.....	90
Ilustración 44. Uniones con Cola Milano.....	90
Ilustración 45. Diseño Final del Sistema de Embalaje.....	98
Ilustración 46. Estructura de Ensamble	99
Ilustración 47. Nodos de Unión	99
Ilustración 48. Elementos de Unión (Casa Ferretera S.A., 2010).....	100
Ilustración 49. Sistema de Embalaje Plegado.....	100
Ilustración 50. Prueba de compresión por sistema de Elementos Finitos	102
Ilustración 51. Desplazamiento máximo del material	103
Ilustración 52. Rueda LiDS de las Estrategias de Ecodiseño	106

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de Empaques y Embalajes según contenido	23
Tabla 2. Embalajes Tipo Caja en el Mercado	28
Tabla 3. Huacales (S. Zapata, 2009)	42
Tabla 4. Costo Materiales Ascensor vs. Costo empaque (Villa, 2010)	42
Tabla 5. Ciclo de vida del Producto	58
Tabla 6. Matriz MET	59
Tabla 7. Ideas de mejora según Estrategias de Ecodiseño	65
Tabla 8. Ideas de mejora más relevantes	67
Tabla 9. PDS Especificaciones de Diseño del Producto	71
Tabla 10. Propuesta de Mejora	77
Tabla 11. Matriz Morfológica	80
Tabla 12. Justificación de Portadores de Función	83
Tabla 13. Selección de alternativa de mejora	91
Tabla 14. Materiales Ecológicos	94
Tabla 15. Tabla comparativa de Materiales Ecológicos	95
Tabla 16. Características y beneficios de la madera plástica (Plastipol S.A., 2010)	96
Tabla 17. Mezcla de Alternativas Conceptuales	97
Tabla 18. Ficha Técnica de la madera plástica (Plastipol S.A., 2010)	101
Tabla 19. Cumplimiento de requerimientos del PDS	111

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de Elementos Finitos

Anexo 2. Planos de Ensamble y de Taller

Anexo 3. Manual de Usuario

RESUMEN

El presente proyecto presenta una solución del sistema de embalaje utilizado en la empresa MELCO DE COLOMBIA LTDA. aplicando principios y herramientas de Ecodiseño, dando respuesta a la necesidad de la empresa de disminuir los impactos ambientales y los costos generados por la construcción de huacales en madera.

La metodología aplicada para su desarrollo, está basada en la metodología de Ecodiseño propuesta por IHOBE y el desarrollo de la metodología de diseño conceptual propuesta por autores como *“Ulrich y Eppinger”*, *“Cross”* y *“Pahl y Beitz”*.

A partir de los requerimientos de diseño resultantes del desarrollo de la metodología de Ecodiseño propuesta, compilados en el PDS, se diseñó un concepto modular, plegable y retornable que cumple con la mayoría de dichos requerimientos.

GLOSARIO

IMPACTO AMBIENTAL: Se entiende así al efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente.

ACV, ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA: Estudia toda la historia de un producto, desde su origen como materia prima, hasta su final como residuo.

ECOINDICADOR '99: Es un número que indica el impacto ambiental que genera un material, proceso o componente. Está expresado en milipuntos (mPts) por unidad funcional.

RECICLABLE: Productos que pueden transformarse o fundirse a partir de una cierta temperatura para ser transformados en un nuevo producto.

REUTILIZABLE: Productos que pueden ser utilizados continuamente sin variación o que pueden ser reparados o modificados enteramente para su comercialización.

MATRIZ MET: Matriz de evaluación de un producto, en la cual se tienen en cuenta los Materiales, Energías y emisiones Tóxicas.

CAJA NEGRA: Esquema a través del cual se indican las entradas y salidas de la función principal de un producto sin tener en cuenta su funcionamiento interno.

ESTRUCTURA FUNCIONAL: Esquema explicativo de las entradas y salidas de los flujos que hace posible el funcionamiento del producto.

PDS: Lista de especificaciones de diseño del producto

CO₂ EQUIVALENTE: Es la unidad de medición usada para indicar el potencial de calentamiento global de cada uno de los gases de efecto invernadero, en comparación con el dióxido de carbono. Los gases de efecto invernadero distintos del dióxido de carbono son convertidos a su valor de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq) multiplicando la masa del gas en cuestión por su potencial de calentamiento global.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los envases y embalajes se han convertido en protagonistas de prácticamente todas las empresas, tanto aquellas que dirigen sus productos a otras empresas, como aquellas que los dirigen hacia el consumidor final, siendo imprescindibles para la comercialización de los productos. Sin embargo, según datos del Ministerio de Medio Ambiente, los envases, representaban en 2006 un 33% del total de los Residuos Sólidos Urbanos, alcanzando cerca de los 22 millones de toneladas; un dato alarmante que definitivamente requiere ser tratado. (Diario Crítico CV, 2008)

En la empresa MELCO DE COLOMBIA LTDA., se hace uso de sistemas de embalaje para transportar las partes de ascensores, escaleras eléctricas y andenes móviles que producen, hasta las obras donde serán instalados. El sistema de embalaje actualmente utilizado es fabricado en madera de pino, material que por sus características, se deteriora durante su transporte, por lo que debe ser desechado al final del proceso, generando así altos impactos ambientales y aumentando los niveles de desechos depositados diariamente en los rellenos sanitarios.

Teniendo en cuenta que la empresa cuenta hoy en día con una política ambiental que procura disminuir los impactos ambientales generados durante los procesos (ver Ilustración 1), además de los requerimientos de mejora que se evidencian en el sistema de embalaje actual, nace en la empresa la necesidad de rediseñar dicho sistema, haciendo énfasis tanto en la reducción de los impactos ambientales, como en los costos que le está generando a la misma.

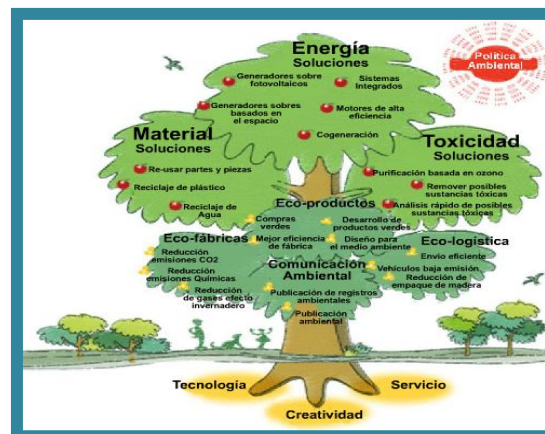


Ilustración 1. Política ambiental de MELCO DE COLOMBIA LTDA (MELCO DE COLOMBIA LTDA., 2009)

Mediante el desarrollo de este proyecto, se pretende entonces elaborar el rediseño del sistema de embalaje actualmente utilizado en la empresa MELCO DE COLOMBIA LTDA., aplicando conceptos y herramientas de Ecodiseño, proyecto que va en pro de la aplicación de conceptos y requerimientos contemplados dentro de la política de la compañía, tales como “diseño para el medio ambiente”, “reducción de emisiones”, pero sobre todo la “reducción de empaque de madera”, un factor determinante para la empresa.

1 PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

1.1 Justificación

En la actualidad, la empresa MELCO DE COLOMBIA LTDA. envía sus productos a diferentes regiones de Colombia y los exporta a países del Caribe y Suramérica, por lo que debe hacer uso de sistemas de embalaje para contener y proteger sus productos durante el transporte hacia las obras. Sin embargo, el sistema de embalaje actualmente utilizado requiere un mejoramiento para garantizar la calidad y eficiencia en la entrega del producto, ya que en varias ocasiones los huacales usados en la empresa han fallado, generando daños y problemas de calidad en las piezas transportadas en su interior.

Otro de los aspectos que se requiere mejorar se da porque dichos huacales deben ser fabricados a medida según el tamaño y la forma de las piezas que contendrán y el sistema de transporte requerido (terrestre, marítimo, aéreo). En algunas ocasiones el espacio dentro de los huacales no se optimiza, ya que las piezas no quedan bien distribuidas y queda espacio en desuso, el cual aumenta los costos de envío.

Otro aspecto a tratar, es la disposición final de los huacales, ya que después de llevar las piezas a su destino, son desechados debido al deterioro que sufren al abrirlos para acceder a las piezas y durante el transporte hasta las diferentes obras, generando un alto impacto ambiental, además del alto costo que esto representa para la empresa.

A partir de lo anterior, nace en la empresa la necesidad de rediseñar los sistemas de manejo y empaque de las piezas para solucionar los problemas anteriormente mencionados. Para tal fin, se aplicarán herramientas de Ecodiseño que contribuyan, no sólo a la disminución del impacto ambiental que los huacales están causando actualmente, sino, que traerá también múltiples beneficios tales como el cumplimiento de la legislación medioambiental presente y futura, el mejoramiento la imagen del producto y de la empresa, y la disminución en los costos de envío que se están generando actualmente. (IHOBE S.A., 2005)

Por otro lado, dado que el Ecodiseño es en nuestro medio un tema poco tratado hoy en día, un producto diseñado con criterios ambientales se convierte en innovador. Además, una metodología de Ecodiseño puede aportar nuevas ideas sobre estética, funcionalidad, que de

otro modo no hubiesen surgido, haciendo así más rico el proceso creativo de desarrollo de productos. (IHOBE S.A., 2005)

A continuación se presentan algunos datos importantes, pero sobre todo, determinantes para el soporte y relevancia del desarrollo del proyecto. Algunas de las cifras obtenidas durante el proceso de investigación son las siguientes:

- Cada caja pesa en promedio 85 kilogramos.
- La fabricación de cada caja le cuesta en promedio a la empresa \$130.000. (S. Zapata, 2009)
- Cada ascensor requiere 9 cajas para empacar sus piezas y enviarlas a obra.
- La empresa fabrica aproximadamente 1000 ascensores al año.

Teniendo en cuenta lo anterior, se obtienen los siguientes datos:

- El peso total de la madera utilizada en cada ascensor es de aproximadamente 765 kilogramos.
- El costo de la fabricación de los huacales por ascensor es de aproximadamente \$1'170.000.

Si se llevan las cifras anteriores a la producción anual de ascensores se obtienen los siguientes datos:

El peso aproximado de la madera utilizada para fabricar los 9000 huacales necesarios para empacar y transportar la producción anual de ascensores es de aproximadamente 765.000 kilogramos de madera de pino.

El costo aproximado de la fabricación de dichos huacales es entonces de \$1179'000.000.

Si se tiene en cuenta, no sólo el costo aproximado de la fabricación de los 9000 huacales requeridos, sino también que aproximadamente 765.000 kilogramos de madera de pino están siendo arrojados al relleno sanitario anualmente, debido a que deben ser destruidos para poder abrirlos y acceder a las piezas o, incluso, se fracturan durante el transporte, se evidencia la verdadera importancia del presente proyecto, ya que su desarrollo repercute en beneficios, no sólo desde el ámbito económico para la empresa, sino también y sobre todo, en beneficios desde el punto de vista ecológico y social.

1.2 **Objetivos**

1.2.1 **Objetivo General**

Rediseñar el sistema de embalaje de partes de ascensor actualmente utilizado en la empresa MELCO DE COLOMBIA LTDA. aplicando conceptos y herramientas de Ecodiseño

1.2.2 **Objetivos Específicos**

- Evaluar el impacto ambiental que genera en el ambiente el sistema de embalaje actualmente usado en la empresa.
- Definir los requerimientos del producto (PDS) necesarios para el diseño del sistema de embalaje.
- Realizar al menos dos propuestas de rediseño del producto
- Seleccionar la propuesta que mejor represente las estrategias de Ecodiseño.
- Elaborar un modelo funcional de la alternativa seleccionada y realizarle pruebas de resistencia (método de elementos finitos) y de usuario para establecer la funcionalidad del producto.

1.3 **Alcance**

Al terminar el desarrollo del proyecto, se hará entrega de:

1. Un Informe Final escrito que contenga el desarrollo y resultados del proyecto.
2. Un modelo funcional del sistema de embalaje desarrollado durante el proyecto.
3. Pruebas de usuario con resultados correspondientes y retroalimentación.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Sistemas de Empaque

Los sistemas de empaque comprenden todo aquello que contiene y protege los productos desde el momento de la producción hasta el consumo. Por tal motivo, se han convertido en elementos imprescindibles, tanto para las empresas que dirigen sus productos a otras empresas, como aquellas que las dirigen al consumidor final (ver Ilustración 2). Por tal motivo, los sistemas de empaque deben cumplir las siguientes funciones principales (Proexport Colombia - CENPACK, 2003)

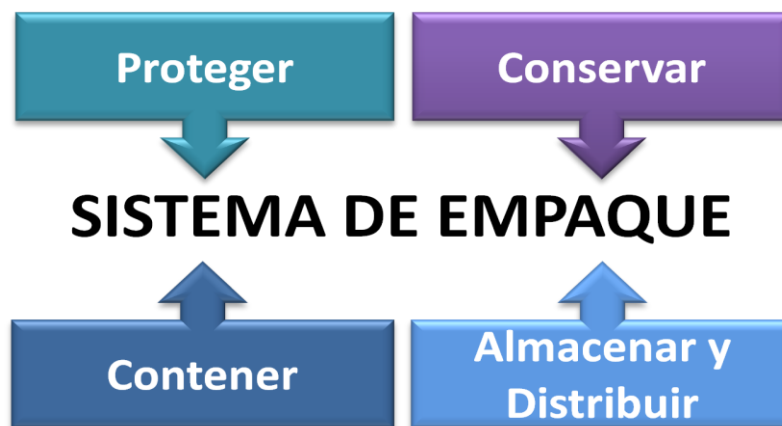


Ilustración 2. Funciones de los Sistemas de Embalaje (Proexport Colombia - CENPACK, 2003)

Contener: La función principal de los empaques es la de contener cierta cantidad de productos.

Proteger: Los empaques protegen su contenido de alteraciones producidas por la acción de insectos, microorganismos y roedores; de roturas o deterioro producido por golpes, caída, vibraciones, cambios climáticos o de los efectos de la luz y los gases.

Conservar: Esta función garantiza la permanencia de las características del producto durante todo el ciclo de distribución desde la producción, hasta el destino final.

Facilitar el almacenamiento y distribución: Los empaques y embalajes facilitan la manipulación del producto y además permiten que se haga uso de medios mecánicos o automáticos, como montacargas y elevadores para el almacenamiento y distribución del producto.

Se entiende entonces por empaque todo producto, de cualquier material, que se utilice para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar mercancías; desde materias primas hasta artículos acabados, en cualquier fase de la cadena de fabricación, distribución y consumo.

2.1.1 Clasificación de los tipos de Empaques

Los empaques se clasifican en Primarios, Secundarios, Terciarios y Unidad de Carga según su contenido y función dentro del sistema de ventas y distribución de los productos. (Proexport Colombia - CENPACK, 2003)

En la Ilustración 3 se pueden observar los diferentes tipos de empaque y su función.

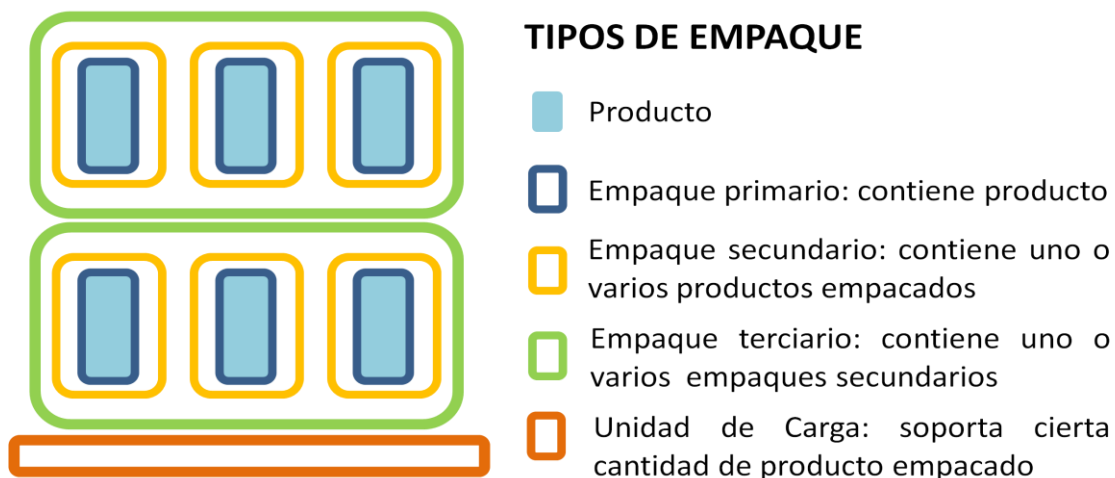


Ilustración 3. Tipos de Empaque

2.1.1.1 Empaque Primario o de Venta

Está en contacto directo con el producto ayudando a conservar sus características y propiedades. Su función es además comercial, ya que facilita el contacto visual con el consumidor brindándole información del producto a través de una etiqueta. Dentro de esta categoría se encuentran las botellas, latas y empaques individuales. (Proexport Colombia - CENPACK, 2003)

2.1.1.2 Empaque Secundario o Colectivo

Contiene uno o varios empaques primarios otorgándoles protección y presentación para su distribución comercial. Al igual que el Empaque Primario está orientado a la presentación comercial de los productos que contiene. En algunos casos, se utiliza para agrupar un número de unidades de venta, tanto si va a ser vendido como tal al usuario o consumidor final, como si se utiliza únicamente como medio para reaprovisionar los estantes en el punto de venta. El

empaque secundario puede separarse del producto sin afectar las características del mismo. (Proexport Colombia - CENPACK, 2003)

2.1.1.3 Empaque Terciario o Embalaje

Agrupar empaques Primarios o Secundarios, es principalmente utilizado para el transporte y distribución comercial. Permite además disponer e identificar los productos empacados para facilitar su transporte. A diferencia del empaque Primario y Secundario está orientado al manejo y logística. (Proexport Colombia - CENPACK, 2003)

La empresa MELCO DE COLOMBIA LTDA. hace uso de huacales que se clasifican dentro de los Empaques Terciarios o Embalajes. Por lo anterior se ampliará a continuación las características, especificaciones y tipos de embalaje disponibles en el mercado.

2.1.1.3.1 Características del Empaque Terciario o Embalaje

El término Embalaje se refiere al sistema por medio del cual se disponen e identifican los productos y está compuesto por materiales y estructuras que los protegen, independientemente si están envasados o no, para facilitar su manejo, carga, almacenamiento, transporte, descarga y posible exhibición. (Proexport Colombia - CENPACK, 2003)

Entre los riesgos que puede sufrir el embalaje durante el ciclo de distribución están las caídas, golpes, contaminación, contacto con roedores, obtención de plagas, robos parciales y completos o daños por polvo, vibración, compresión, choque lateral, temperaturas extremas y humedad. Por tal motivo, las características del embalaje deben tener consideraciones desde las siguientes áreas (Sistemas de Empaque y Embalaje: Calidad de Exportación, 2003):

Físico o Material: Las características del material seleccionado para el sistema de embalaje debe proteger la integridad del contenido, conservar el producto en el tiempo, defenderlo del mundo exterior y proveer aislamiento técnico y biológico.

Económico: Se debe considerar el costo de los materiales, transporte y manipulación; almacenaje, volumen y peso, retornabilidad y restauración.

Mercadológico: Se deben considerar aspectos como diferenciación, adecuación al mercado, extensión de la marca, valor agregado, relanzamiento, rentabilidad, formatos y tamaños.

Ergonómico: Deben ser manipulables, fáciles de usar, seguros en su manejo, ocupar un espacio mínimo y ofrecer facilidad de acceso y comodidad para el usuario.

Comunicacional: En este caso se debe ofrecer impacto visual, visibilidad frontal y oblicua, adecuación de imagen y atributos del producto, valor informativo y de identidad corporativa.

Se debe procurar entonces que todo embalaje cumpla, en la mayor medida posible, dichos requerimientos para asegurar la protección e integridad de los productos.

2.1.1.4 Unidad de Carga

Se refiere al apilamiento, sobre una base, de cierta cantidad de producto previamente empacado con el fin de almacenarlo y posteriormente transportarlo en una sola operación mecánica mediante un montacargas, elevador neumático, etc. Es también conocido comúnmente con el nombre de Estibado o *Palletizado*. Las unidades de carga se utilizan principalmente para el transporte y distribución de productos industriales o en grandes volúmenes, debido a los beneficios que presenta en el transporte y manejo de los productos. (Proexport Colombia - CENPACK, 2003)

2.1.2 Sistemas de Embalaje en el medio

A continuación se presenta una compilación de los Sistemas de Embalaje utilizados actualmente en el medio para contener y transportar piezas y productos. Lo anterior para obtener una imagen más amplia de las tendencias globales en el tema de los embalajes.

Existen en el medio diferentes tipos de embalajes según el producto que van a contener. Al momento de embalar los productos, es necesario tener en cuenta tanto las características del mismo, como las del material donde éste será embalado. La Tabla 1 contiene algunos de los materiales más comúnmente usados para la fabricación de diferentes tipos de embalajes, así como las ventajas y desventajas que éstos presentan. Lo anterior con el fin de obtener una imagen más amplia de los embalajes disponibles en el mercado y la variedad de formas, materiales, formas y estructuras posibles a la hora de embalar los productos.

Material	Tipo	Aplicación	Ventajas	Desventajas
Metal	Lámina de Aluminio, Acero, con recubrimiento de	Toneles, bidones, contenedores, recipientes bajo	Solidez, fácil estibado, reutilizable	Costo elevado, corrosión, difícil eliminación,

	Estaño	presión, cajas		pesado, voluminoso
Madera	Madera en bruto, cepillada, contrachapada, aglomerada, etc.	Huacales, cajas, estibas, canastas	Fácil de manipular y estibar	Costo elevado, sensible al sol y la humedad, fácil descomposición, sensible a plagas, voluminosos, inflamable.
Cartón	Plano, ondulado, corrugado	Cajas	Económico, reciclable, fácil manipulación	Sensible a la humedad y al calor, poco sólido, no reutilizable
Plástico	PP, PS, PVC	Bolas, toneles, bidones, cajas , contenedores, estibas, canastas	Impermeabilidad, reutilizable, reciclable, versátil	Inflamable, costoso, difícil eliminación
Papel	Kraft	Bolsas	Bajos costos, fácil eliminación, reciclable	Sensible a humedad y calor, inflamable
Vidrio	-	Botellas, frascos, botellones	Visibilidad del contenido, fácil estibado, reciclable	Frágil, pesado, voluminoso

**Tabla 1. Tipos de Empaques y Embalajes según contenido
(Sistemas de Empaque y Embalaje: Calidad de Exportación, 2003)**

En la Tabla 1 se observa que los materiales utilizados para los embalajes van desde los más frágiles, como el papel o el vidrio, hasta los más resistentes y robustos, como el metal. A la hora de seleccionar un tipo o material de embalaje, se debe tener también en cuenta el medio de transporte que se va a utilizar, la distancia que recorrerá y la topografía del desplazamiento, para determinar así mismo la resistencia, entre otros aspectos.

2.1.2.1 Embalajes tipo caja

Debido a que el tipo de embalaje utilizado actualmente en la empresa MELCO DE Colombia LTDA. es el huacal tipo caja, se realizó una compilación de algunos de los embalajes tipo caja

utilizados en el medio para identificar las tendencias mundiales y posibles ideas de mejora aplicables al rediseño del sistema de embalaje.

Nombre: Cargo Fold 700 Huacal Plegable **Fabricante: Martini Alfredo (Italia)**



DESCRIPCIÓN: El Cargo Fold 700 es una caja completamente plegable. Es fabricado en PP o PS por lo que es reciclable. No posee partes metálicas. La estructura es completamente desmontable y permite reemplazar fácilmente las partes eventualmente dañadas. Patas, travesaños, broches y cerrojos negros para ser inmediatamente identificados, generan contraste con las paredes gris o verde. (Martini Alfredo S.P.A., 2007)

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Al ser plegable ahorra hasta 63% de volumen de cajas al ser apiladas. • Toda la caja se fabrica de un mismo material (es reciclable) • El sistema es reutilizable • Las piezas dañadas se pueden reemplazar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Viene en medidas estándar. • Requiere fabricación de moldes para cada tamaño de caja (alto costo). • El fabricante se encuentra en Italia. • Utiliza materiales vírgenes para su fabricación

Nombre: Huacal en Madera **Fabricante: Aserrios locales**



DESCRIPCIÓN: las cajas o huacales son fabricados con madera industrial. Este tipo de caja es actualmente el más utilizado en el medio por su versatilidad, fácil ensamble y disponibilidad del material. El 80% de las empresas en el mundo que empaican sus productos en cajas, los empaican en cajas de madera. (Smart Packaging Systems, 2008)

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Fácil construcción y ensamble • El material es de fácil consecución 	<ul style="list-style-type: none"> • El material no se puede reciclar o reutilizar.

<p>(local)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se pueden construir cajas de cualquier dimensión 	<ul style="list-style-type: none"> • Baja resistencia al impacto.
---	--

Nombre: NEFAB Repak Tipo P **Fabricante: Nefab S. A. (España)**



DESCRIPCIÓN: Nefab RePak Tipo P es un sistema de embalaje reutilizable, resistente y de fácil manejo. Está fabricado a base de tablero contrachapado y acero. Los productos de Nefab se pueden adquirir tanto en medidas estándar como a medida. Los contenedores RePak se pueden plegar para optimizar el espacio durante el transporte y almacenaje. (NEFAB S.A., 2010)

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Fácil construcción y ensamble • El material es de fácil consecución (local) • Se pueden construir cajas de cualquier dimensión 	<ul style="list-style-type: none"> • El material no es reciclable • Baja resistencia al impacto • Utilización de varios materiales • El fabricante está ubicado en España

Nombre: NEFAB Repak Contenedor Metálico **Fabricante: Nefab S. A. (España)**



DESCRIPCIÓN: Es un sistema robusto, retornable, válido para multitud de aplicaciones. Es además plegable, optimizando así el espacio y los costos de retorno.

El contenedor metálico NEFAB se destaca por la versatilidad y facilidad de montaje y plegado.

Este contenedor ha sido diseñado para facilitar la manipulación duradera de grandes cargas. El tratamiento de la superficie, con zinc electrogalvanizado, asegura una duradera protección anticorrosión, al mismo tiempo que le proporciona un excelente acabado. (NEFAB S.A., 2010)

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Larga vida útil • Se pueden construir cajas de cualquier dimensión • Alta resistencia al impacto • Alta protección a su contenido. 	<ul style="list-style-type: none"> • El tratamiento del metal con zinc, impide que el producto sea reciclable • El producto es pesado • El fabricante está ubicado en España • La obtención y procesamiento del metal son costosos y altamente contaminantes

Nombre: **Cubo**

Fabricante: **Smart Packaging Systems (Mexico)**



DESCRIPCIÓN: el Cubo es un innovador sistema de embalaje que cumple con el principio *SDS Ready*; listo para transporte, venta y exhibición, según sus siglas en inglés. (Smart Packaging Systems, 2008)

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia de carga estática hasta 1200 Kg. • Es un sistema modular desarmable y reutilizable. • Fabricado 100% en cartón laminado y engargolado. • Reciclable y/o compostable. • Probado bajo normas y estándares internacionales de ASTM y procedimiento de ISTA. 	<ul style="list-style-type: none"> • Baja resistencia al sol y la humedad. • No es reutilizable. • Baja resistencia a golpes laterales.

Nombre: Nido de Abeja

Fabricante: Nefab S. A. (España))



DESCRIPCIÓN: El nido de abeja se fabrica a partir de papel Kraft formando celdas hexagonales uniformes y continuas. Además de sus características de bloqueo y relleno, se puede utilizar como sistema antichoque, separador ó incluso como estiba.

El nido de abeja es adecuado para muchas aplicaciones. Se puede utilizar para proteger cualquier producto, desde pequeños componentes electrónicos hasta grandes generadores. (NEFAB S.A., 2010)

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none">• Bajo costo• Soporta compresión vertical• Diseño flexible• Completamente reciclable• Propiedades• Aislantes	<ul style="list-style-type: none">• Baja resistencia a la humedad• No es reutilizable

Nombre: Embalaje Satélite

Fabricante: EMBALAY + ITENE (España)



DESCRIPCIÓN: Este embalaje para la distribución está basado en un innovador sistema de bisagras en vertical y presenta importantes ventajas con respecto a lo que existe actualmente en el mercado. Se trata de una caja de plástico que, sea cual sea su altura, cuando ha terminado de usarse se dobla totalmente como un acordeón y puede volver a ser utilizada (ITENE , 2010)

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none">• Completamente plegable.• Fabricada con material reciclable y/o reciclado.• Provee optimización de espacio.	

Tabla 2. Embalajes Tipo Caja en el Mercado

De los embalajes tipo caja descritos en la Tabla 2, se puede decir que la tendencia en construcción de este tipo de embalajes es la fabricación con conceptos de optimización de espacio buscando siempre la disminución de volumen de almacenaje cuando éstos se encuentran vacíos. Así se disminuyen los costos de logística y transporte.

En general se busca también que el producto sea reutilizable y en caso contrario que los materiales sean reciclables buscando disminuir los impactos ambientales comúnmente generados por el desecho de los empaques y embalajes.

Se puede identificar una tendencia, intencional o no, de aplicación de aspectos ambientales en el diseño de las cajas, al procurar aumentar la vida útil y pensando en la reciclabilidad y el fin de vida de las mismas.

2.2 Ecodiseño como Herramienta de diseño de Producto

El Ecodiseño, también llamado comúnmente Diseño Responsable, Sostenible o Verde, se refiere a una metodología aplicada al diseño de producto y su fabricación, orientada hacia la identificación y posterior prevención o disminución de los desechos e impactos ambientales generados durante el Ciclo de Vida del Producto; desde la extracción de las materias primas, pasando por la producción, distribución, uso, hasta su disposición final. Las metodologías de Ecodiseño se diferencian de las metodologías convencionales, por incorporar e integrar consideraciones medioambientales, además de las especificaciones tradicionales (ergonomía, costos, seguridad, estética, mantenimiento, entre otros) al diseño de los productos (ver Ilustración 4). (Morris, 2009)



Ilustración 4. Ecodiseño (IHOBE S.A., 2000)

La aplicación de metodologías de Ecodiseño para el desarrollo de productos trae múltiples beneficios, tanto para el medio ambiente, como para la empresa y el usuario final. Algunos ejemplos de los beneficios pueden ser: el ahorro de energía, agua y recursos en general, la minimización de residuos y emisiones al medio ambiente, entre otras. Entre los resultados del Ecodiseño aplicado al diseño de productos se encuentra la reducción de la variedad de materiales que lo componen, para facilitar su separación y clasificación final; el incremento del empleo de materiales reciclables o la maximización de componentes provenientes a su vez de canales de recuperación. (Morris, 2009)

Actualmente, se conocen en el medio diferentes metodologías de Ecodiseño, encaminadas todas a la identificación y disminución de los impactos ambientales producidos durante el Ciclo de Vida de un producto. Algunas de las más conocidas son la Metodología DTU, desarrollada en la Universidad Técnica de Dinamarca; Metodología IHOBE, desarrollada por la Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco; Metodología DFS (Diseño para la Sostenibilidad según sus siglas en inglés) desarrollado por la Universidad Tecnológica DELFT en Holanda.

2.2.1 Metodología IHOBE

La metodología IHOBE, es una metodología sencilla que busca la integración de criterios medioambientales en el diseño de productos industriales. El manual, llamado “Manual Práctico de Ecodiseño. Operativa de Implantación en 7 pasos”, fue desarrollado por la Sociedad Pública de Gestión Ambiental IHOBE, S.A. que pertenece al Departamento de Ordenación del

Territorio, Vivienda y Medio Ambiente del Gobierno Vasco. El manual está enfocado, tanto para grandes empresas como para PYMES, que realizan diseño industrial, o tienen al menos influencia sobre el diseño de sus productos. (IHOBE S.A., 2005)

Dicho manual, como lo indica su nombre, consta de siete pasos básicos enfocados a la identificación, cuantificación y posterior prevención o disminución de los impactos generados durante el ciclo de vida del producto. En la Ilustración 5 se observan los pasos a seguir, así como una descripción general cada uno.



Ilustración 5. Pasos Metodología IHOBE (IHOBE S.A., 2000)

2.2.2 Herramientas de Ecodiseño

Las diferentes metodologías de Ecodiseño, en general, hacen uso de herramientas en común para el desarrollo de las mismas. Las principales herramientas de Ecodiseño de productos son la Matriz MET, el Análisis de Ciclo de Vida y las Estrategias de Ecodiseño. Todas están encaminadas a la identificación de los impactos generados durante la producción, distribución, uso y disposición final del producto, para generar ideas de mejora que conlleven a la disminución o prevención de los impactos más relevantes.

A continuación se presenta una descripción de las herramientas de Ecodiseño anteriormente nombradas, su importancia y función durante el desarrollo de una metodología de Ecodiseño.

2.2.2.1 Matriz MET

La matriz MET, sirve para obtener una visión global de las entradas y salidas en cada etapa del Ciclo de Vida del producto, facilitando el entendimiento de todo el proceso y la importancia de optimizar cada aspecto ambiental. Proporciona asimismo una primera indicación de los aspectos para los que se requiere información adicional. Dicho método se considera como cualitativo o semicualitativo, ya que a pesar de manejar cantidades, la priorización de aspectos ambientales es cualitativa y se basa en conocimientos ambientales y reglas de oro, no en cifras ni resultados. (IHOBE S.A., 2000)

En esta matriz se consideran aspectos de Materiales y uso de Energía como entradas y las emisiones Tóxicas (emisiones, vertidos, residuos) como salidas. (IHOBE S.A., 2000)

- **M** – Materiales: se refiere a las entradas de materiales en cada etapa del Ciclo de Vida del Producto, para identificar los más consumidos, así como los más impactantes.
- **E** – Energía: se refiere al impacto ambiental que generan los consumos de energía en los procesos de producción y transporte en cada etapa, para identificar dónde se generan más consumos y las etapas más impactantes.
- **T** – Emisiones Tóxicas: se refiere a todas las salidas del proceso, tales como emisiones al medio ambiente, vertidos y residuos tóxicos, para identificar las más relevantes por su toxicidad.

Estos aspectos se incluyen en la matriz de una manera simplificada, considerando diferentes aspectos del ciclo de Vida del producto, tales como: “Obtención y consumo de materiales y componentes”, “Producción en fábrica”, “Distribución”, “Uso o utilización” y “Sistema de fin de Vida”. Es posible incluir otros aspectos según el producto estudiado a criterio del grupo de diseño.

2.2.2.2 ACV: Análisis de Ciclo de Vida

El Análisis de Ciclo de Vida, ACV, estudia toda la historia de un producto, desde su origen como materia prima, hasta su final como residuo, teniendo en cuenta todas las fases intermedias como preparación de materias primas, manufactura, empaque, transporte, distribución, uso, y cualquier otro proceso que sufra el producto durante su vida. Quiere decir que se tienen en

cuenta todas las etapas del producto, no sólo las producidas en la propia empresa o en una etapa concreta del ciclo. (IHOBE S.A., 2000)

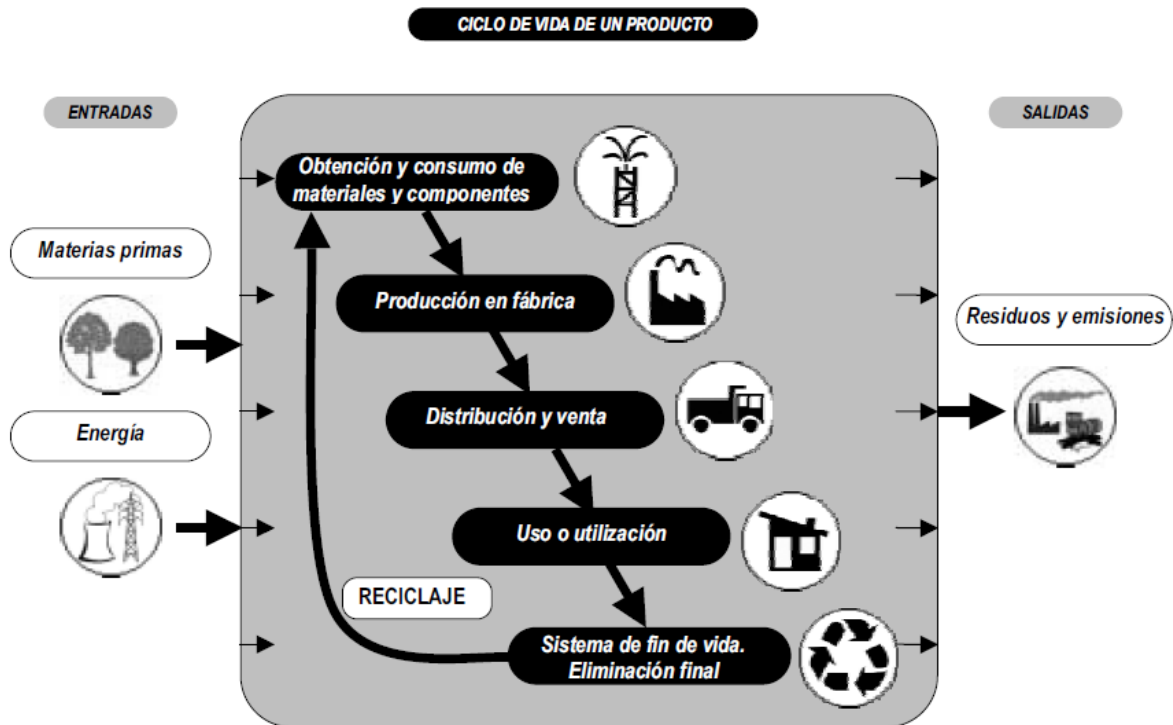


Ilustración 6. Análisis de Ciclo de Vida de un Producto (IHOBE S.A., 2000)

Como se observa en la Ilustración 6, en la elaboración de un ACV se tienen en cuenta todas las materias primas y consumos energéticos necesarios para la manufactura del producto que es objeto de análisis. Se consideran también las emisiones y residuos generados durante todo el proceso y los impactos ambientales procedentes del fin de vida del producto cuando es desechado. El ACV consiste por tanto en un inventario ambiental en el que se cargan a los productos los consumos, emisiones y desechos, generados a lo largo de su ciclo de vida, para determinar las etapas y/o procesos más críticos y poder así evitarlos o disminuirlos.

Actualmente existen en el medio diferentes métodos y software de cuantificación y análisis del ciclo de vida de los productos. Algunos de ellos son: Eco-Indicador '99, ECO-It, Ecoscan, SimaPro, Team, entre otros.

2.2.2.3 Estrategias de Ecodiseño

Esta herramienta recibe diferentes nombres, según la metodología que se esté abordando. Es también conocida como Rueda LiDS, Reglas de Oro, Rueda Estratégica del Ecodiseño. Las

Estrategias de Ecodiseño son ocho conceptos que están relacionados con las diferentes etapas del Ciclo de Vida del producto, con excepción de la última que propone un cambio total en el concepto del producto.

Las Estrategias de Ecodiseño son (IHOBE S.A., 2000):

- Seleccionar materiales de bajo impacto
- Reducir el uso de materiales
- Seleccionar técnicas de producción ambientalmente eficientes
- Seleccionar formas de distribución ambientalmente eficientes
- Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
- Optimizar el Ciclo de Vida
- Optimizar el sistema de fin de vida
- Optimizar la función

Las Estrategias de Ecodiseño servirán para generar ideas de mejora del producto desde diferentes perspectivas y etapas del producto. En la Ilustración 7, se observa un ejemplo de la Rueda Estratégica de Ecodiseño, donde se identifican los aspectos a tener en cuenta para cada Estrategia de Ecodiseño.

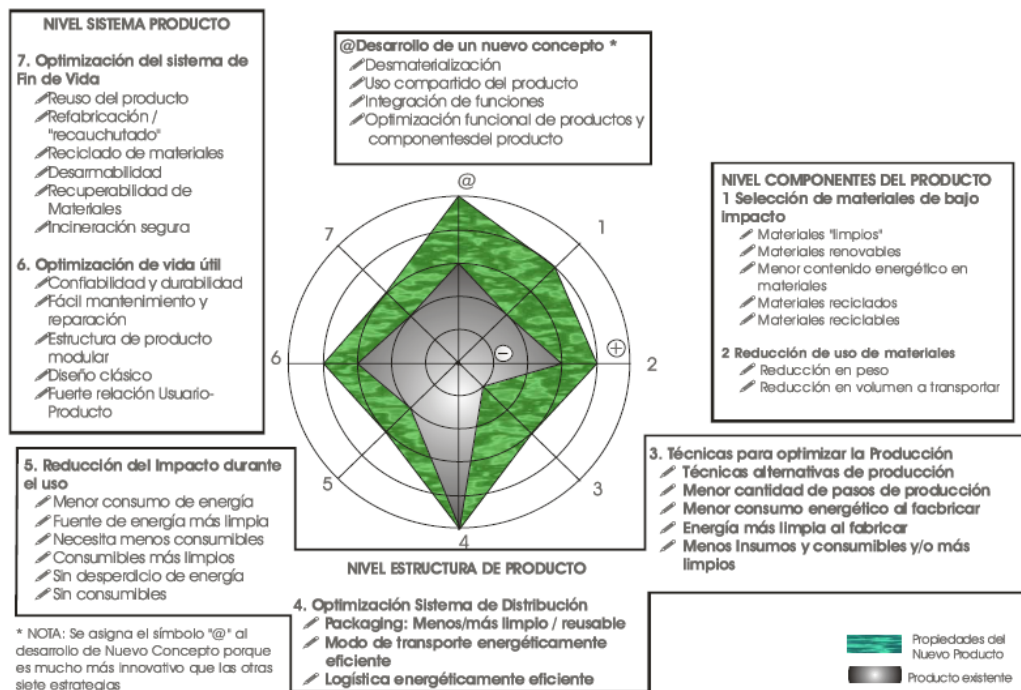


Ilustración 7. Estrategias de Ecodiseño (IHOBE S.A., 2000)

3 METODOLOGÍA DE REDISEÑO

Para el desarrollo del presente Proyecto, se plantea el desarrollo de una metodología a partir de la metodología de Ecodiseño IHOBE (IHOBE S.A., 2000), ya que se adapta de manera adecuada a los objetivos y al enfoque ecológico del proyecto (ver Ilustración 8). Sin embargo, se considera pertinente complementarla con metodologías de diseño, que pueden resumirse en las propuestas por autores como “Ulrich y Eppinger”, “Cross” y “Pahl y Beitz”



Ilustración 8. Pasos de Metodología Propuesta

3.1.1 Determinación de los Factores Motivantes

Las razones para el rediseño del sistema de embalaje surgirán del análisis de los factores motivantes internos y externos que han originado en la empresa la decisión de ecodiseñar los huacales actualmente utilizados.

Los factores motivantes externos para el Ecodiseño se clasifican según las siguientes categorías:

- ADMINISTRACIÓN: legislación y regulación
- MERCADO: demanda de clientes tanto industriales como clientes finales
- COMPETIDORES

- ENTORNO SOCIAL: responsabilidad con el Medio Ambiente
- ORGANIZACIONES SECTORIALES: tracción ambiental sobre la empresa
- PROVEEDORES: innovaciones tecnológicas

Los factores motivantes internos, están dados por:

- Aumento de la calidad del producto
- Mejora de la imagen del producto y de la empresa
- Reducción de costos
- Poder de innovación
- Sentido de la responsabilidad por parte de la gerencia
- Motivación de los empleados

3.1.2 Análisis de impactos ambientales del producto durante su ciclo de vida

En esta etapa se pretende obtener una perspectiva general de los aspectos del producto que causan mayores impactos ambientales, para así identificar las prioridades ambientales que se tratarán durante el proceso de Ecodiseño y la obtención de mejoras en el sistema de embalaje actual.

Para la obtención de esta perspectiva general no basta con estudiar sólo el producto físico, sino que se requiere una visión del sistema del producto en su conjunto considerando los insumos, procesos, requerimientos de energía, etc. involucrados en la fabricación de los huacales actualmente usados para el embalaje de las piezas de ascensores utilizados en MELCO DE COLOMBIA LTDA. ya que éstos se pueden ver afectados al modificar el diseño original. Se acotarán los Límites del Sistema, determinando así las etapas que serán incluidas dentro del Análisis de Ciclo de Vida del Producto.

3.1.3 Cuantificación de los Impactos Ambientales

Se realizará elaborando la matriz MET, ya que facilita el entendimiento de todo el proceso y la importancia de optimizar cada aspecto ambiental. Dicho método se considera como cualitativo o semicualitativo (ya que a pesar de manejar cantidades, la priorización de aspectos ambientales propiamente dicha es cualitativa y se basa en conocimientos ambientales y reglas de oro, no en cifras ni resultados), que sirve para obtener una visión global de las entradas y salidas en cada etapa del Ciclo de Vida del producto. Proporciona asimismo una primera indicación de los aspectos para los que se requiere información adicional.

En esta matriz se consideran aspectos de Materiales y uso de Energía como entradas y las emisiones tóxicas (emisiones, vertidos, residuos) como salidas. Posteriormente se cuantificarán los impactos previamente identificados mediante el Software de Análisis de Ciclo de Vida Eco-It, con el fin de identificar las etapas más impactantes del proceso.

3.1.4 Generación y priorización de ideas de mejora para el producto

De la identificación y cuantificación de los principales aspectos ambientales del producto surgen algunas ideas de mejora ambiental.

En el presente paso se busca clasificar los aspectos ambientales y motivantes de la empresa para rediseñar el producto actual, y valorar y priorizar las ideas para desarrollarlas e implementarlas en el nuevo producto. Durante este proceso se deben tener presentes los factores motivantes de la empresa (demanda de clientes, requisitos legislativos, etc.) ya que ayudarán a dirigir el trabajo.

Las estrategias de Ecodiseño son:

- Seleccionar materiales de bajo impacto
- Reducir el uso de materiales
- Seleccionar técnicas de producción ambientalmente eficientes
- Seleccionar formas de distribución ambientalmente eficientes
- Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización
- Optimizar el Ciclo de Vida
- Optimizar el sistema de fin de vida
- Optimizar la función

Durante esta etapa se invitará a diferentes personas de los departamentos de la empresa MELCO DE COLOMBIA LTDA. a realizar una sesión de tormenta de ideas o “brainstorming”, de tal forma que todos aporten ideas en relación a dichas estrategias desde su área de conocimiento. Al final de dicha sesión se seleccionarán de 10 a 15 ideas por votación. Posteriormente se priorizarán las ideas seleccionadas desde varios criterios, tales como: viabilidad técnica, viabilidad financiera, beneficios esperados para el medio ambiente, respuesta positiva a los principales factores motivantes de la empresa, entre otros. Para finalizar se definirá si los criterios seleccionados son aplicables a corto, mediano o largo plazo.

3.1.5 Definición de PDS y generación de Alternativas Conceptuales del Producto

Esta etapa es el comienzo de la fase de desarrollo propiamente dicha, que conducirá finalmente a un nuevo producto.

Las ideas de mejora ambiental, generadas en las fases anteriores, definen los nuevos requisitos en el diseño del producto. Estos requisitos se incluirán en el PDS y se traducirán a continuación a ideas concretas sobre el producto, proporcionando por tanto conceptos de producto, aunque sin entrar en detalle.

La meta de esta etapa es la obtención de por lo menos dos propuestas de solución para el producto o partes del producto, que cumplan los requisitos del PDS y que encaminen a la selección del mejor.

En esta etapa del proceso se tendrán en cuenta los requisitos ambientales del PDS (punto de partida) y se tendrán en cuenta criterios ambientales y herramientas como matriz MET, Software de Análisis de Ciclo de Vida Eco-It y las reglas de oro para dicha selección.

Para la elaboración del PDS se deben tener en cuenta todas las especificaciones del producto, no sólo ambientales, sino también especificaciones tradicionales (tales como técnicas, ergonómicas, comerciales y económicas) que no se pueden obviar en ningún momento, ya que son tanto o más importantes que los requisitos ambientales. Dicho PDS debe ser aprobado por la empresa MELCO DE COLOMBIA LTDA. antes de comenzar con la generación de nuevos conceptos de producto.

Después de la aprobación del PDS, se prosigue a la elaboración de conceptos de producto, persiguiendo la obtención de un diseño preliminar en el que se definen provisionalmente la composición, la forma y el material del producto. En esta fase se deben acordar reuniones con los diferentes departamentos de la empresa para definir alternativas de materiales, procesos disponibles, disponibilidad de materiales en ámbito local, entre otros.

Para la generación de alternativas de diseño, se hará uso de herramientas de diseño conceptual tales como caja negra, estructura funcional, matriz morfológica, arquitectura funcional, entre otros contemplados en dicho método.

No todos los conceptos desarrollados en esta etapa son útiles en la misma medida. Antes de pasar a la siguiente etapa se requiere la evaluación y selección de dichos conceptos. Se puede

considerar la posibilidad de combinar las mejores características de cada uno en un mismo concepto.

Dicha selección se realiza una valoración ponderada de cada uno de los conceptos a partir de los criterios definidos en el PDS y la importancia de cada criterio. Aquí se debe valorar el cumplimiento de los requisitos ambientales del PDS. De esta manera se llega a una idea no sólo de cuál es el mejor de los conceptos desde el punto de vista ambiental, sino también de si es mejor que el diseño previo.

Esta etapa terminará con la selección de uno de los conceptos, para continuar entonces con el desarrollo en detalle.

3.1.6 Diseño de Detalle del Concepto

Después de generar los conceptos de la etapa anterior, se debe comenzar la definición detallada del concepto seleccionado para conseguir un diseño definitivo. Deben determinarse las dimensiones exactas, los materiales y técnicas de producción. Como en la etapa anterior, el medio ambiente no es el único aspecto a tener en cuenta como en las primeras tres etapas. Sin embargo, y a diferencia de procesos de desarrollo convencionales, el medio ambiente es un aspecto más a valorar entre otros como los aspectos económicos, técnicos, estéticos, ergonómicos, entre otros.

El resultado final de esta etapa, será un diseño final del producto, casi dispuesto para su fabricación e introducción en el mercado. Quiere decir que se realizará una definición exacta del número de piezas, la forma de cada una, sus dimensiones, propiedades superficiales y material. El diseño debe ser representado en planos de ensamble, de detalle y listas de materiales; los anteriores según las normas de dibujo utilizadas en MELCO DE COLOMBIA LTDA. Al final de esta etapa se presentará un modelo funcional que represente el producto final.

3.1.7 Evaluación de los resultados del proyecto

Evaluar el proyecto de Ecodiseño servirá para determinar en qué medida se ha cumplido y mejorado los factores motivantes que han impulsado a la empresa a hacer Ecodiseño y establecer mecanismos para sacar el máximo provecho de las mejoras.

Hay una serie de criterios que se tendrán en cuenta para esta evaluación; los criterios son los siguientes:

Valorar la mejora de los principales aspectos ambientales comparando los aspectos ambientales del nuevo producto con los del producto de partida y chequeando el cumplimiento de los requisitos ambientales establecidos en el PDS

Analizar cómo afecta las mejoras ambientales el cumplimiento de los factores motivantes. Es decir, analizar en qué medida se han logrado aquellos objetivos por los cuales se comenzó a trabajar en Ecodiseño.

Realizar pruebas de usuario en la empresa MELCO DE COLOMBIA LTDA. y generar la retroalimentación correspondiente.

4 RESULTADOS Y CONCLUSIONES DE ECODISEÑO

A continuación se presentan generalidades de la empresa y el huacal de madera fabricado actualmente en MELCO DE COLOMBIA LTDA., así como los resultados obtenidos del desarrollo de la Metodología propuesta en el numeral 3.

4.1 Generalidades del Producto y la Empresa

4.1.1 La Empresa MELCO DE COLOMBIA LTDA.

Es una empresa fundada en 1969 dedicada a la venta, instalación y mantenimiento de ascensores, escaleras eléctricas, andenes móviles, aires acondicionados y equipos para personas con discapacidad, de la marca MITSUBISHI ELECTRIC CORP. (ver Ilustración 9). Esto los ha convertido en un aliado del sector de la construcción. (MELCO DE COLOMBIA LTDA., 2009)



Ilustración 9. MELCO DE COLOMBIA LTDA.

En la actualidad, la empresa MELCO DE COLOMBIA LTDA. envía sus productos a diferentes regiones de Colombia y los exporta a países del Caribe y Suramérica, por lo que debe hacer uso de Sistemas de Embalaje para contener y proteger sus productos durante el transporte hacia las obras.

4.1.2 Sistema de embalaje actualmente utilizado en MELCO DE COLOMBIA LTDA.

El sistema de embalaje que utiliza MELCO DE COLOMBIA LTDA. en la actualidad es el llamado huacal, fabricado en madera de pino (ver Ilustración 10)



Ilustración 10. Huacal utilizado en MELCO de Colombia Ltda.

El huacal es construido completamente en la planta de MELCO DE COLOMBIA LTDA. por operarios de corte y ensamble de la empresa Aserrío Cuivá S.A.; que es quien produce y provee la madera previamente secada y cortada, para su construcción.

Los operarios reciben de los empleados de MELCO DE COLOMBIA LTDA. las órdenes de fabricación de los huacales según el tipo de ascensor a empaquetar. A continuación se nombrarán los tipos de huacales construidos, su tamaño y el costo definido por Aserrío Cuivá S.A.

4.1.3 Tamaños y costos de Huacales fabricados en MELCO DE COLOMBIA LTDA.

Los huacales se ensamblan según la capacidad del ascensor y el número de pisos que éste atenderá, ya que esto influye, por ejemplo, en la cantidad de puertas de Hall, número de operadores, entre otros. Como se observa en la Tabla 3, las dimensiones de las cajas varían según el ancho de las puertas (JJ) y la capacidad de cada ascensor en particular. La capacidad está denotada así: P8, 8 personas; P10, 10 personas, y así sucesivamente. Los huacales fabricados para cada ascensor se clasifican así:

CAJA	Contenido	Dimensiones (mm)	Costo aprox. (\$)
T	Techo y Plataforma P8	1800 x 1480 x 800	137.000
	Techo y Plataforma P10	1800 x 1680 x 800	139.000
	Techo y Plataforma P13 a P20	2100 x 1960 x 1000	139.000
	Techo y Plataforma Camillero	2700 x 450 x 1700	139.000

H	Puertas de Hall JJ800	2270 x 1120 x 800	113.000
	Puertas de Hall JJ900	2270 x 1180 x 800	126.000
	Puertas de Hall JJ1000 a JJ1200	2270 x 1480 x 800	126.000
C	Cabina	2550 x 990 x 800	120.000
V	Marco de Espejo (opcional)	1900 x 400 x 1660	64.000
E	Cableado Eléctrico Sencillo	1200 x 1200 x 900	64.000
Q	Sencilla	1900 x 780 x 700	135.000
	Doble	1900 x 780 x 880	135.000
A	Cable de Acero	750 x 750 x 600	71.000
B	Anclajes	1300 x 570 x 600	77.000

Tabla 3. Huacales (S. Zapata, 2009)

Cabe anotar que la mayor parte de las piezas electrónicas como las botoneras, máquina de tracción, controladores, etc. vienen previamente empacados desde la casa matriz MITSUBUSHI ELECTRIC CORP. ubicada en Japón, razón por la cual no son tenidas en cuenta en el presente análisis. MELCO DE COLOMBIA LTDA. por su parte, fabrica en su planta denominada GEM, las piezas estructurales, metalmecánicas y de acabados de los ascensores y sus embalajes correspondientes. En la actualidad, el costo del empaque para un ascensor estándar P8 representa el 4% del costo total de los materiales requeridos para su construcción. (Villa, 2010)

Costo Materiales Ascensor	Costo Empaque
\$24.786.188	\$883.236

Tabla 4. Costo Materiales Ascensor vs. Costo empaque (Villa, 2010)

El costo actual del empaque representa el 4% del costo total de los materiales requeridos para un ascensor; es una cifra comparativamente. Por tal motivo, se hace inminente la reducción de dicho costo por ascensor.

4.1.4 Características del Sistema de Embalaje utilizado actualmente

Según las características de los embalajes mencionados en el numeral 2.1.1.3.1, se evaluará en qué medida los huacales utilizados actualmente en la empresa cumplen o no con los requerimientos básicos de los embalajes.

Contener: los huacales cumplen su función principal de contener las piezas de los ascensores.

Proteger: se procura que los huacales protejan las piezas en ellos contenidos. Sin embargo, la madera utilizada para su fabricación ha fallado en repetidas ocasiones, poniendo en peligro la integridad de su contenido. En la Ilustración 11 se observa un huacal de madera que ha sufrido un notable deterioro durante su transporte, generando a su vez problemas de calidad en las piezas que requirieron ser devueltas a planta y reprocesadas.



Ilustración 11. Huacal de madera deteriorado

Se puede decir entonces que el sistema de embalaje actual no cumple a cabalidad la función de proteger su contenido.

Conservar: en consecuencia con lo anterior, se puede decir que el huacal de madera utilizado actualmente no garantiza tampoco la permanencia de las características del producto durante el ciclo de distribución hasta el destino final. Si el huacal, cuya función principal es proteger los productos falla, es muy probable que su contenido se vea también afectado y no se conserven las características de las piezas que en él se transportan.



Ilustración 12. Piezas de Ascensores deterioradas

En la Ilustración 12 se observan algunas piezas deterioradas debido a las fallas presentadas en el embalaje.

Facilitar el almacenamiento y distribución: los huacales cuentan con los orificios requeridos para levantar la carga mediante el montacargas, sin embargo la estructura de madera utilizada ha fallado en ocasiones, al apilar cierta cantidad de huacales, por su incapacidad de soportar el peso requerido dificultando el almacenamiento de los mismos.



Ilustración 13. Huacales apilados deteriorados

Esto influye a su vez en el incumplimiento de los aspectos de protección y conservación de los productos. En la Ilustración 13 se observa un ejemplo en el que la estructura de los huacales falló al ser apilados unos sobre otros, poniendo en peligro la integridad de su contenido.

Se puede decir entonces que, en general, los huacales de madera utilizados actualmente en la empresa MELCO DE COLOMBIA LTDA. no cumplen con las especificaciones básicas de los embalajes, debido a que en general su estructura y material no presenta las especificaciones de resistencia requeridas.

4.1.5 Material utilizado para la fabricación del huacal

Los huacales fabricados en la empresa MELCO DE COLOMBIA LTDA. son fabricados con madera de pino. Dicha madera es provista por la empresa Aserrío Cuivá S.A. que cuenta con cultivos de bosques para producción forestal y la maquinaria necesaria para procesar la madera obtenida. En la Ilustración 14 se puede observar el proceso realizado en el aserrío; éste se encarga de cultivar, talar, descortezar, tratar y transportar la madera con la que se ensamblarán los huacales antes de enviarlos a obra.



Ilustración 14. Proceso realizado en Aserrío Cuivá S.A.

La madera utilizada para fabricar los huacales cumple con la norma internacional NIMF (Norma Internacional de Medidas Fitosanitarias), específicamente el numeral 15 donde se contemplan las “Directrices para Reglamentar el Embalaje de Madera Utilizado en el Comercio Internacional”. El cumplimiento de dicha norma se encuentra certificado por el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) y el IPPC (Convención Internacional de Protección Fitosanitaria, según sus siglas en inglés), quienes otorgan a la empresa el sello que garantiza que la madera ha sido sometida a un proceso de sanetizado y se encuentra, por lo tanto, libre de plagas y bacterias. El sello debe cumplir los requerimientos de la norma NIMF: debe ser legible, permanente y visible. Éste debe estar ubicado en por lo menos dos caras opuestas del huacal.

Tal como se observa en la Ilustración 15, el sello debe tener las iniciales del país, CO para Colombia, así como las iniciales del ICA e IPPC. (ICA - Instituto Colombiano Agropecuario, 2005)



Ilustración 15. Sello otorgado por el ICA

Los números ubicados en la parte superior corresponden a: el número “05” es el número designado para los aserríos ubicados en el departamento de Antioquia, “033” es el número asignado a la empresa Aserrío Cuivá S.A. Lo anterior para que cualquiera pueda identificar la proveniencia de la madera. Los números y siglas ubicados en la parte inferior del sello indican el tipo de sanetizado aplicado a la madera. Cuando la madera ha recibido un Tratamiento Térmico se identifica con las siglas HT; DB se refiere que la madera ha sido previamente descortezada. Lo anterior se realiza dando cumplimiento a las normas aplicables a los embalajes de madera que se usan para la exportación de productos. (ICA - Instituto Colombiano Agropecuario, 2005)

4.1.6 Proceso de fabricación de los huacales

En la Ilustración 16 se observa el diagrama de flujo del proceso de fabricación de los huacales requeridos por cada ascensor fabricado en la empresa MELCO DE COLOMBIA LTDA.

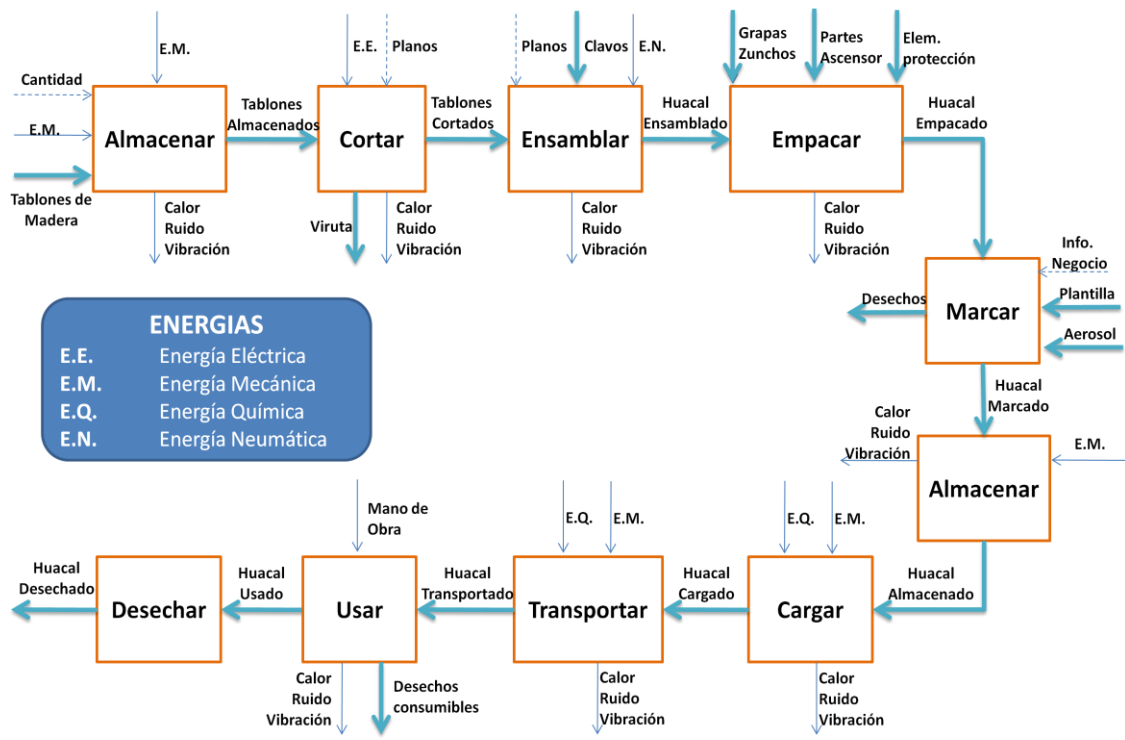


Ilustración 16. Diagrama de Flujo del Huacal en la empresa MELCO DE COLOMBIA LTDA.

Todos los huacales, sin importar su tamaño o contenido siguen el mismo flujo de proceso, difiriendo únicamente en las longitudes de corte de los tablones, según las piezas que contendrá y la cantidad de elementos de protección y sujeción requeridos según sea el caso.

En el numeral 4.3.1, se describirá en detalle cada uno de los procesos requeridos para la construcción de los huacales, los insumos y materiales.

4.1.7 Unidad Funcional de Análisis

El análisis y rediseño se aplicará enfocado principalmente a la Caja H, utilizada para empacar las puertas de Hall con JJ800 de producción nacional (ver numeral 4.1.3). Lo anterior, debido a que dicha caja es la más producida y comúnmente utilizada en la empresa.

En cada caja H se empacan actualmente 6 parejas de puertas de Hall; si el ascensor producido tiene entre 6 y 12 paradas, se requerirán dos cajas H; si tiene entre 12 y 18, se requerirán 3 Cajas H y así sucesivamente. Para el caso del resto de cajas nombradas en el numeral 4.1.3, se producirá sólo una por pedido. En la Ilustración 17 se observa un ejemplo de caja H producida en la empresa MELCO DE COLOMBIA LTDA. que contiene en su interior 6 parejas de puerta de Hall con JJ800.



Ilustración 17. Caja H para puertas de Hall con JJ800

4.2 Determinación de Factores Motivantes

El estudio y posterior determinación de los factores motivantes se realizó mediante reuniones con diferentes empleados de la compañía quienes manifestaron lo que, desde su punto de vista y su quehacer como profesionales, consideran que motivó a la gerencia de la empresa a desarrollar el proyecto de rediseño del sistema de embalaje actualmente utilizado.

Posteriormente, en una reunión con el Jefe del Departamento de Ingeniería de Producto, se prosiguió a categorizar los aspectos obtenidos en el anterior proceso de indagación, en Factores Internos y Externos, y posteriormente en las subcategorías contempladas en el numeral 3.1.1.

Del proceso anterior se obtuvieron los siguientes resultados:

4.2.1 Factores Motivantes Externos

COMPETIDORES

Contar con empaques sostenibles que cumplan con especificaciones de Ecodiseño, serviría como un aspecto innovador y diferenciador frente a la competencia.

ADMINISTRACIÓN

El control aduanero regula especificaciones de resistencia de los empaques cuando se disponen a salir del país.

4.2.2 Factores Motivantes Internos

Al realizar la categorización de los Factores Motivantes Internos se encontró necesario categorizarlos nuevamente en Primarios y Secundarios, debido a que los Secundarios, sin bien no son tan relevantes, sí se consideran como determinantes en el proceso de diseño.

4.2.2.1 Factores Motivantes Internos Primarios

CALIDAD

Se busca mejorar las características del sistema de embalaje para aumentar la protección y custodia del producto hasta la recepción por el cliente, para disminuir los defectos y faltantes en las piezas allí contenidas. Se pretende además incrementar la calidad y vida útil del huacal, ya que actualmente se maneja como un producto de "Usar y tirar".

COSTOS

Se pretende disminuir los costos que genera actualmente el embalaje del producto frente al costo total de los materiales.

4.2.2.2 Factores Motivantes Internos Secundarios

IMAGEN

El rediseño de los huacales con parámetros de Ecodiseño es consecuente con el compromiso Social y Ambiental de la empresa. Esto mejora además la imagen de la empresa en el medio.

RESPONSABILIDAD MEDIOAMBIENTAL DE GERENCIA

El presente proyecto cuenta con la aprobación y apoyo de la alta dirección de la compañía. La empresa cuenta además con una la Política Medioambiental se contemplan aspectos como “Reusar partes-piezas”, “Reducción de empaques de madera”, entre otros. (ver Ilustración 1)

Se puede observar que el presente proyecto surge por una preocupación interna de la compañía, más que como resultado de la presión ejercida por el gobierno o entes externos. Es importante resaltar que el proyecto nace como una iniciativa de mejora por parte de la gerencia, por lo tanto recibe, así mismo, apoyo y soporte continuo.

De los factores internos se obtienen también datos relevantes para el proceso de diseño, que se enfocan principalmente a la selección de materiales resistentes para soportar el peso de las piezas y los esfuerzos sufridos durante el manejo y transporte del mismo, y livianos para disminuir el consumo de combustible y los costos que esto genera.

Los factores motivantes serán considerados también en etapas posteriores en la definición de las especificaciones de diseño (PDS), así como en la selección de los conceptos de diseño propuestos, con el fin de dar una respuesta acertada a los requerimientos de la empresa.

4.3 **Análisis de Impactos Ambientales del Producto durante su Ciclo de Vida**

En la presente etapa se realizó un estudio del proceso de fabricación del huacal desde sus inicios, hasta que es desechado al final del ciclo, con el fin de obtener una perspectiva general de los aspectos del producto que generan mayores impactos ambientales. El presente análisis se realiza entonces, teniendo en cuenta los insumos, procesos y consumos energéticos requeridos en cada etapa de producción. En la Ilustración 18 se observa un cuadro general del Ciclo de Vida del huacal, desde la obtención de la materia prima por parte de Aserrío Cuivá S.A. hasta el su fin de vida, cuando es desechado al final del proceso.

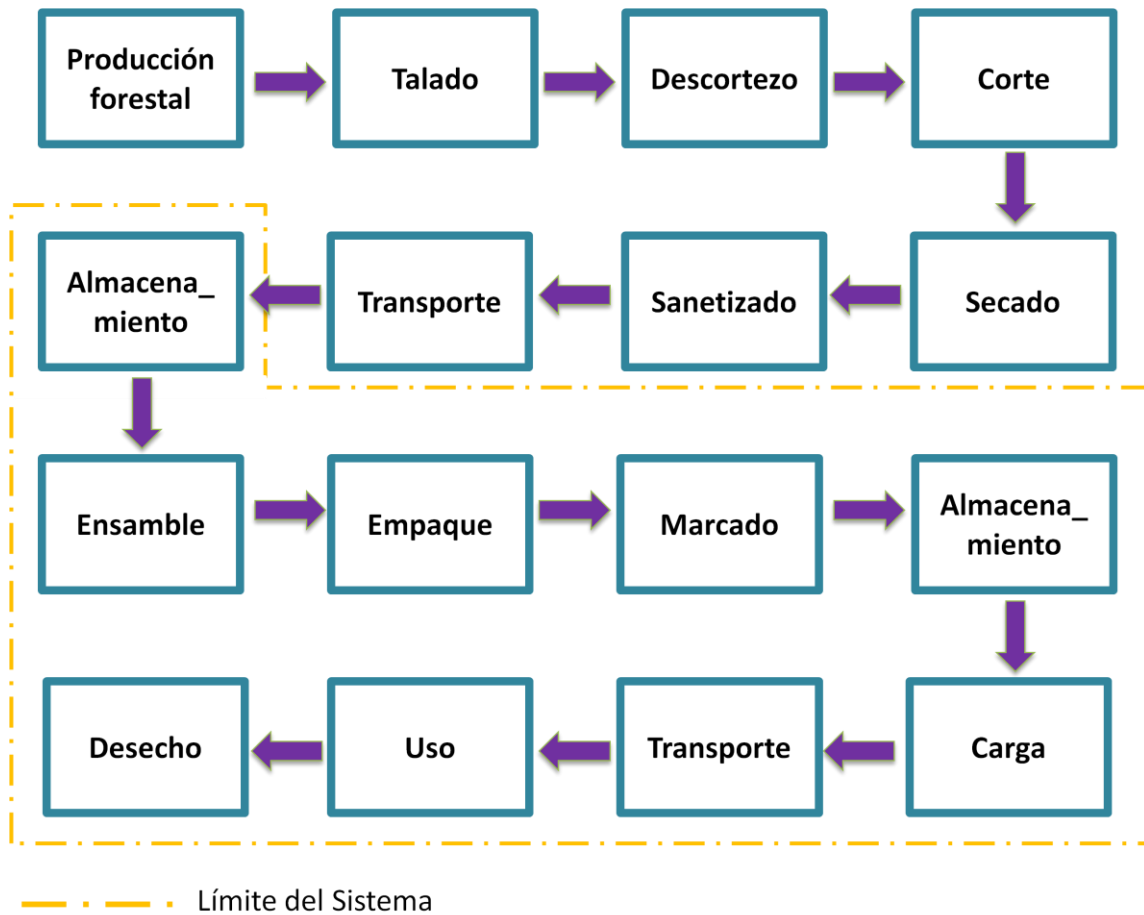


Ilustración 18. Ciclo de Vida del Producto

Para efectos de análisis, se acotaron los límites del sistema, para determinar las etapas y los impactos ambientales que serán estudiados y cuantificados en etapas posteriores.

4.3.1 Límites del Sistema

Los límites del sistema se encuentran acotados desde el almacenamiento de los tabloncillos de madera en la empresa MELCO DE COLOMBIA LTDA., hasta el momento en que se desecha el huacal (ver Ilustración 18). Quiere decir que se evaluarán los impactos generados al interior de la empresa o en los procesos donde los empleados de la misma se encuentran involucrados. Lo anterior, debido a la dificultad encontrada para cuantificar los desechos generados en etapas anteriores y la imposibilidad, al menos inmediata, de modificar e intervenir en dichas etapas.

En la Ilustración 19, se observa el diagrama de flujo del proceso de construcción actual de la unidad funcional definida en el numeral 4.1.7, indicando sólo las entradas energéticas e

insumos, y las salidas de desechos y emisiones en cada etapa. Esto, con el fin de obtener una perspectiva general de los impactos ambientales generados en cada etapa del proceso.

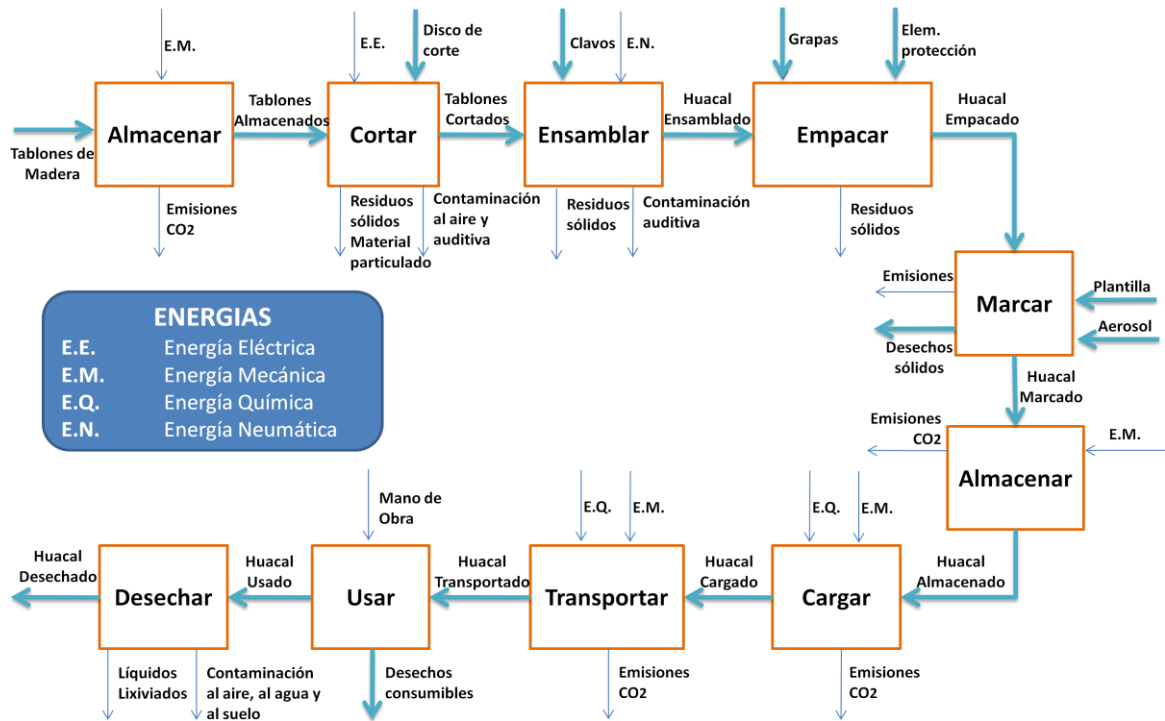


Ilustración 19. Diagrama de Flujo de construcción de Caja H

A continuación se realiza una descripción detallada del Ciclo de Vida del Producto; cada proceso; los insumos requeridos y los impactos ambientales generados en cada uno de ellos. Lo anterior para obtener una imagen más detallada del proceso de producción de los huacales de madera, teniendo en cuenta sólo los límites acotados anteriormente. Esto nos permitirá tener determinar las etapas más críticas donde hay mayores requerimientos energéticos, de insumos, donde se generan los mayores impactos ambientales y los aspectos que requieren ser tratados con mayor urgencia.

ALMACENAR



Descripción del Proceso

La madera llega a la empresa en tablones previamente cortados y sanitizados bajo la norma internacional NIMF. Los tablones se almacenan junto a la carpintería, bajo un techo que los protege de la intemperie para conservar así su forma y



características necesarias para construir los huacales.

Impactos Ambientales

En este proceso no se generan desechos ni consumos adicionales..



Descripción del Proceso

La carpintería recibe las órdenes de producción de huacales. Cortan los tablones según las medidas y especificaciones del huacal que se construirá. Después de cortados, los tablones se agrupan según el tamaño para facilitar su selección durante el proceso de ensamble.



Impactos Ambientales

El corte se realiza mediante una sierra circular, lo que genera ruido y contaminación auditiva constante. Este proceso genera además material particulado, procedente del corte de la madera, que genera contaminación al aire. Los dos impactos anteriormente nombrados, afectan directamente al operario de corte, razón por la cual éste debe hacer uso constante de elementos de protección, tales como: protección auditiva, gafas y tapabocas.



De este proceso se obtiene también aserrín y recortes de madera, que no son aprovechados en otros procesos y se desechan al final del ciclo.

ENSAMBLAR



Descripción del Proceso

Los huacales se ensamblan uniendo las tablas previamente cortadas mediante clavos de acero de 2 ½", haciendo uso de una clavadora neumática.

Inicialmente se ensambla la base, teniendo en cuenta los espacios requeridos para introducir las barras del montacargas. Posteriormente se ensamblan las cuatro caras a la base mediante clavos de acero de 3". Éste último proceso se realiza mediante un martillo.

Impactos Ambientales

El ensamble se realiza mediante clavos de acero de 2 ½" que son clavados mediante una clavadora neumática. El operario de ensamble clava dos clavos por cada unión entre chazo y larguero, para un total aproximado de 128 clavos por cada huacal ensamblado.

Cuando el huacal se encuentra ensamblado se le adiciona una capa de plástico HDPE mediante una grapadora manual.

Cada caja H completamente ensamblada pesa 80 Kg aproximadamente.

EMPACAR



Descripción del Proceso

Las piezas son empacadas una a una por el operario de empaque, teniendo especial cuidado de que los acabados no sufran daños o rayones durante el transporte o en el empaque mismo.

Impactos Ambientales

Durante el empaque de las puertas de Hall en la caja H, no se hace uso de zunchos u elementos adicionales de protección. Al terminar de introducir las puertas en la caja, se procede a ensamblar la tapa mediante 10 clavos de acero de 3”.



Descripción del Proceso

Los huacales son marcados uno a uno haciendo uso de plantillas y aerosol. Cada plantilla es fabricada a mano por los operarios. Éstas deben contener el número del negocio y del ascensor, nombre del Edificio para dónde va dirigido, nombre de la empresa, logotipo, etc.

Las cajas son marcadas también con la simbología internacional que indica los cuidados que se debe tener con el manejo del huacal, el país de origen y país o ciudad de destino, según sea el caso.

Impactos Ambientales

El marcado se realiza manualmente con las plantillas hechas en hojas de papel, plasmando la información en una lámina de cartón corrugado por medio de pintura en aerosol negra.

Posteriormente, se adiciona el cartón corrugado previamente marcado, al huacal, mediante una grapadora manual.

ALMACENAR



Descripción del Proceso

Cuando el huacal está correctamente marcado e identificado, se procede a almacenarlo en la bodega mientras se completa el pedido y puede ser enviado a obra para su instalación.

Impactos Ambientales

El huacal se traslada de la planta a la bodega haciendo uso del montacargas, debido al peso de las piezas empacadas en su interior.

CARGAR



Descripción del Proceso

Debido al peso que contiene cada huacal, se hace uso de un montacargas para desplazar los huacales y cargarlos en el camión.

Los huacales se deben distribuir en el camión de manera que éste quede balanceado, quiere decir que la carga no se concentre en un mismo sitio, evitando así el riesgo de que éste se vuelque.

Impactos Ambientales

Los impactos ambientales generados en esta etapa, se dan por el consumo de combustible del montacargas.

TRANSPORTAR



Descripción del Proceso

Cuando el camión se encuentra totalmente cargado, se procede a transportar la carga hasta la obra donde será instalado el ascensor.

Impactos Ambientales

Los impactos ambientales generados en esta etapa, se dan por el consumo de combustible requerido durante el transporte.

USAR



Descripción del Proceso

El uso del producto en sí, se refiere a la función de contener los productos en su interior mientras se almacenan en la bodega, durante la carga, el transporte y el tiempo que permanece en la obra conteniendo los productos. La apertura de los huacales en obra se realiza mediante palancas, por lo que no requiere consumos energéticos adicionales

Impactos Ambientales

La etapa de uso no genera impactos por no requerir en sí de procesos y/o insumos adicionales.

DESECHAR

Descripción del Proceso

En la actualidad, la totalidad de la madera y demás materiales utilizados para construir los huacales, son depositados en los basureros de las obras y transportados posteriormente al relleno sanitario de cada ciudad.

Impactos Ambientales



Se generan emisiones al medio ambiente por el transporte de los desechos al relleno sanitario y por el posterior proceso de descomposición de la madera. Esto contribuye además a la generación de líquidos lixiviados que contaminan a su vez el suelo y las aguas subterráneas, y contribuye a la proliferación de plagas, entre otros efectos adversos al medio ambiente.

Tabla 5. Ciclo de vida del Producto






En la Tabla 5 se observa que los mayores requerimientos de insumos y energía se centran en la construcción del huacal. Se puede observar también que al final del Ciclo de vida del mismo no se reusa o aprovecha material alguno; todos son desechados y posteriormente arrojados al relleno sanitario.

4.4 Cuantificación de los Impactos Ambientales

En el presente paso, se cuantifican los impactos ambientales generados durante el Ciclo de Vida del Producto, identificados en la etapa anterior, elaborando la matriz MET, que facilita el entendimiento de todo el proceso y la importancia de optimizar cada aspecto ambiental. Posteriormente se cuantificarán los impactos previamente identificados mediante el Software de Análisis de Ciclo de Vida Eco-It, con el fin de identificar las etapas más impactantes del proceso.

4.4.1 Matriz MET

Éste método sirve para obtener una visión global de las entradas y salidas en cada etapa del Ciclo de Vida del producto, indicando las etapas prioritarias del proceso de producción del huacal. Para la elaboración de la matriz, se requirió un proceso de investigación de campo para observar, determinar y cuantificar los insumos e impactos generados en cada etapa. En esta matriz se consideran aspectos de Materiales y uso de Energía como entradas y las Emisiones Tóxicas (emisiones, vertidos, residuos) como salidas.

	Uso de Materiales M (Entradas)	Uso de Energía E (Entradas)	Emisiones Tóxicas T (Salidas)
Obtención y consumo de materiales 	<ul style="list-style-type: none"> Producción forestal: troncos de Pino 	<ul style="list-style-type: none"> Energía Eléctrica: Talado, descortezo, corte, secado, inmunizado Transporte: consumo combustible 	<ul style="list-style-type: none"> Emisiones al Medio Ambiente Residuos Sólidos: material particulado, aserrín, recortes Residuos líquidos
Producción en Fábrica 	<ul style="list-style-type: none"> Tablones de Madera: 80Kg/huacal Clavos de acero: <ul style="list-style-type: none"> 1½": 128 unidades 3": 22 unidades Aerosol para marcado + plantillas 	<ul style="list-style-type: none"> Energía Eléctrica: Corte madera Energía Neumática: clavado para ensamble 	<ul style="list-style-type: none"> Emisiones al Medio Ambiente Residuos Sólidos Contaminación: auditiva, agua Plantillas desechadas
Transporte y Distribución 	<ul style="list-style-type: none"> Protección para las piezas: Lámina de HDPE 0,3Kg 	<ul style="list-style-type: none"> Montacarga: consumo de Gas Natural Vehicular. Camión: consumo de ACPM 	<ul style="list-style-type: none"> Emisiones CO2 Disminución de Recursos Naturales
Uso o Utilización 			<ul style="list-style-type: none"> Madera Huacal: 80K 148 Clavos de acero Elementos de Protección: Lámina HDPE 0,3Kg
Sistema de Fin de Vida 		<ul style="list-style-type: none"> Transporte al vertedero: consumo de combustible fósil 	<ul style="list-style-type: none"> Reciclaje: 0% Vertedero: 100% Contaminación del suelo y el agua debido a líquidos lixiviados


 Impactos Prioritarios

Tabla 6. Matriz MET

En la matriz MET (ver Tabla 6) se puede observar nuevamente que los impactos prioritarios se dan en la etapa de construcción del huacal, donde se concentran la mayor cantidad de materiales y consumos energéticos. Se resalta además el hecho que la totalidad de los materiales requeridos, son desechados al final del proceso.

4.4.2 Análisis de Ciclo de Vida mediante Software Eco-It

Después de identificados los consumos energéticos, los insumos requeridos y el transporte, se ingresará los datos al Software de Análisis de ciclo de Vida Eco-It, que identificará las etapas más impactantes con mayor precisión, ya que cuenta con una base de datos que incluye el inventario de consumos energéticos de cada material y determina la generación de CO₂ equivalente para cada uno de ellos.

Emisiones en la etapa de producción

En la Ilustración 20 se observan los consumos de energía y materiales durante la etapa de producción.

Item	Cantidad	Unidad	Número	Score
Huacal en Madera	1	p	1	High
└─ Tablón de Madera	1	p	1	High
└─ Wood chopping	83	kg	1	Low
└─ Sawn timber, hardwood	0,6	m3	1	High
└─ Clavos y Grapas	1	p	1	Low
└─ Electricity, Brazil	5	kWh	1	Low
└─ Steel, converter, low-alloyed	0,38	kg	1	Low
└─ Lámina de protección	1	p	1	Low
└─ HDPE	0,2	kg	1	Low
└─ Elementos de Marcado	1	p	1	Low
└─ Alkyd paint, white, 60% in solvent	0,1	kg	1	Low
└─ Whitelined chipboard	0,2	kg	1	Low

Ilustración 20. Consumos durante etapa de Producción (ECO-It, 2010)

De la etapa de producción se obtuvieron los siguientes datos (ver Ilustración 21). El material que mayores aportes de CO₂ equivalente generan en el Ciclo de Vida de Producto es la madera. El proceso total con los materiales generan 61kg de CO₂ equivalente; la madera sola genera 58kg.

De lo anterior se puede decir que la madera es el material que requiere ser sustituido con mayor urgencia, en lo posible, por un material que presente mayores especificaciones de resistencia, que permita ser reutilizado y preferiblemente reciclado al final del ciclo de vida del sistema de embalaje propuesto.

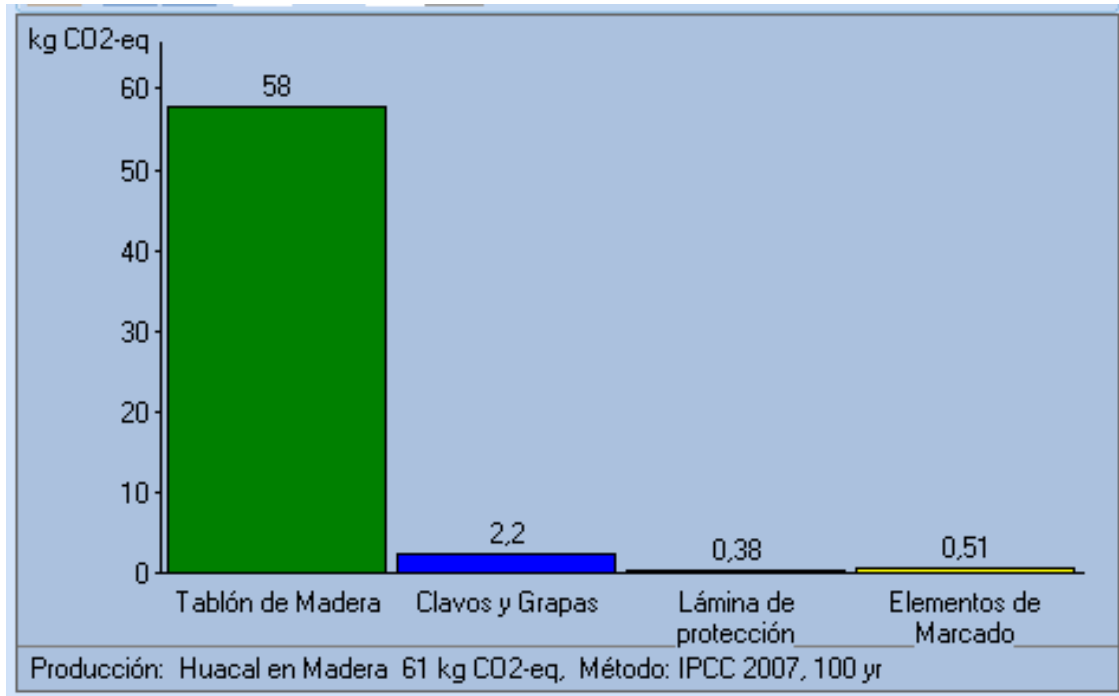


Ilustración 21. Emisiones de CO₂ equivalente en la etapa de producción (ECO-It, 2010)

De la etapa de producción se obtienen ideas de mejora ambientales que disminuyan las emisiones generadas durante esta etapa.

4.4.2.1 Emisiones en la etapa de producción

Para la etapa de uso, si bien el huacal en si no genera consumos energéticos durante su uso, se consideró el transporte desde la planta hasta la obra de destino. (ver Ilustración 22)

Ciclo de vida				
Producción	Uso	Eliminación		
Item	Cantidad	Unidad	Número	Score
● Huacal en Madera		1 p	1	
└─ Transporte		1 p	1	
└─ Transport, lorry 3.5-7.5t, EURO3		1 tkm	1	

Ilustración 22. Consumos durante etapa de Uso (ECO-It, 2010)

El transporte del huacal de madera genera 0,66Kg de CO₂ equivalente.

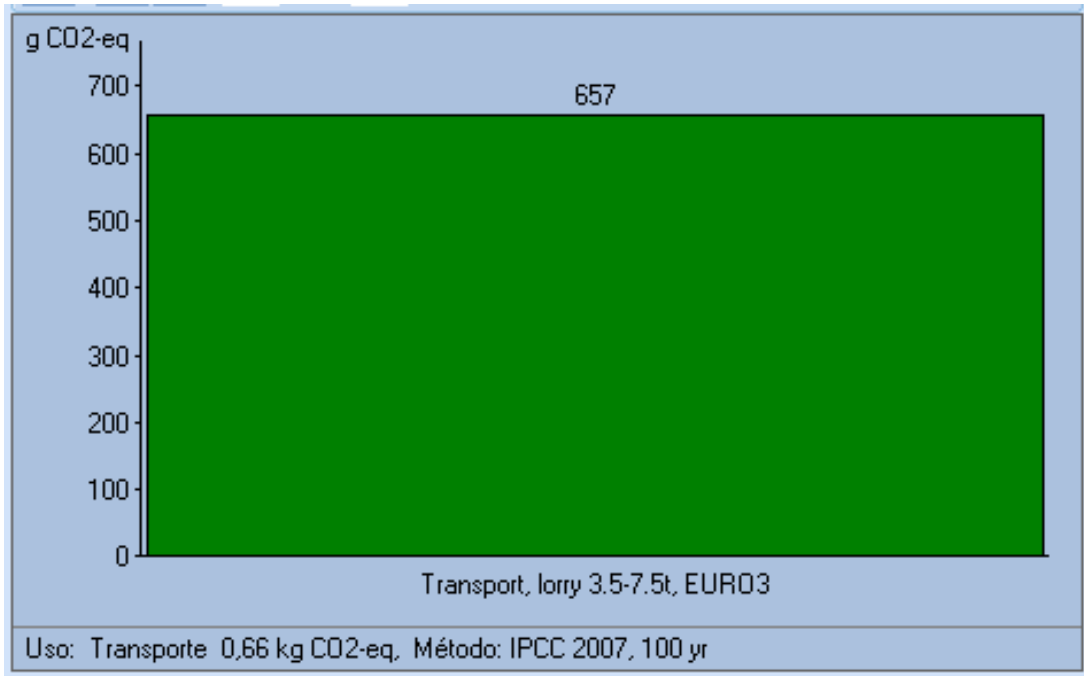


Ilustración 23. Emisiones de CO₂ equivalente en la etapa de uso (ECO-It, 2010)

4.4.2.2 Emisiones en la etapa de eliminación

En la etapa de eliminación se determinó que todos los desechos son depositados en el vertedero. (ver Ilustración 24)

Ciclo de vida						
	Producción	Uso	Eliminación			
Item	Municipal	Casa	Reciclaje	Incineración	Vertedero	Score
[-] Huacal en Madera	0 %	0 %#	0 %	0 %	100 %	#
[-] Tablón de Madera	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	#
[-] Sawn timber, hardwood	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	#
[-] Clavos y Grapas	0 %	0 %#	0 %	0 %	100 %	#
[-] Steel, converter, low-alloyed	0 %	#	0 %	0 %	100 %	#
[-] Lámina de protección	0 %	0 %#	0 %	0 %	100 %	#
[-] HDPE	0 %	#	0 %	0 %	100 %	#
[-] Elementos de Marcado	0 %	0 %#	0 %	0 %	100 %	#
[-] Alkyd paint, white, 60% in solvent	0 %	#	0 %	0 %	100 %	#
[-] Whitelined chipboard	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	#

Ilustración 24. Emisiones durante etapa de eliminación (ECO-It, 2010)

De la etapa de eliminación, se obtuvo que los mayores impactos se generan por la eliminación de los elementos de marcado, que incluyen la pintura en aerosol y las plantillas, seguido por la eliminación de la madera. La etapa de eliminación genera en total 0,31kg de CO₂ equivalente.

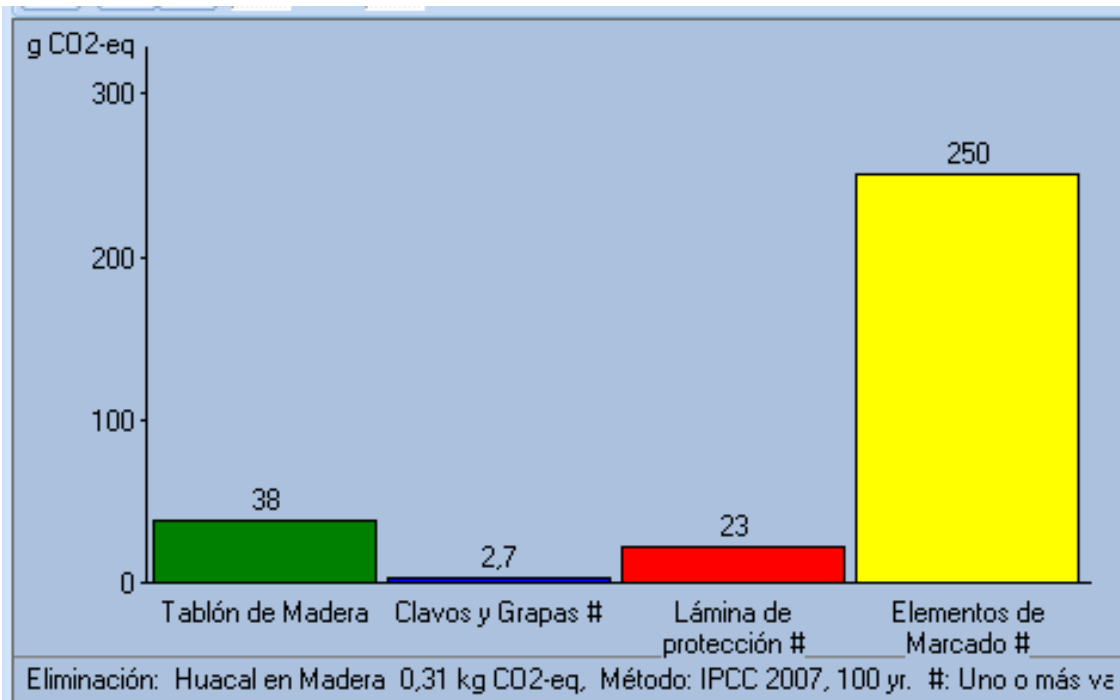


Ilustración 25. Emisiones de CO₂ equivalente en la etapa de eliminación (ECO-It, 2010)

De las emisiones generadas durante la eliminación del producto se obtiene que el sistema de marcado de los huacales debe ser reemplazado por uno menos impactante, ya que la pintura en aerosol utilizado actualmente genera altos impactos ambientales.

4.4.2.3 Emisiones durante el Ciclo de Vida del Producto

En la Ilustración 26 se observan las emisiones de CO₂ equivalente generados durante el Ciclo de Vida del producto, considerando la etapa de producción, Uso y eliminación al final del ciclo de vida. En este análisis se suman las emisiones generadas en cada etapa para determinar las emisiones de CO₂ equivalente generado por el producto. Se puede identificar también la etapa donde se concentran las mayores emisiones para determinar así la etapa que requiere ser intervenida con mayor urgencia.

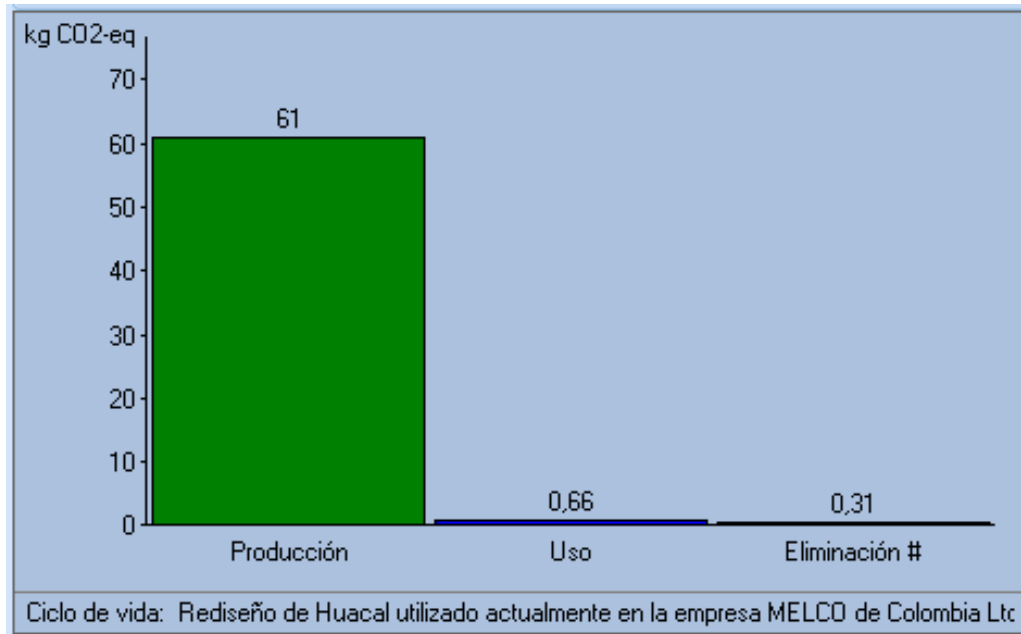


Ilustración 26. Emisiones de CO₂ equivalente durante ciclo de vida del producto (ECO-It, 2010)

Las mayores emisiones se dan en la etapa de producción, debido a que es donde se presenta el mayor consumo de materiales y energía. Se debe entonces procurar disminuir dichos impactos seleccionando materiales resistentes y generando un producto retornable y reutilizable para evitar consumos energéticos al comienzo de la vida del producto.

Del análisis del Ciclo de Vida del huacal se obtuvieron ideas de mejora que no se habían identificado en el desarrollo de los pasos anteriores de la metodología.

4.5 Generación y priorización de Ideas de mejora para el Producto

Para la generación y priorización de ideas de mejora del producto, se realizó una sesión de Tormenta de Ideas, con la participación de diferentes empleados de la empresa MELCO DE COLOMBIA LTDA, involucrados en el proceso de embalaje de los productos. En dicha reunión, todos los participantes aportaron sus ideas de mejora del producto, el proceso y el sistema de embalaje y envío utilizado actualmente. Todas las ideas fueron tomadas en cuenta, sin importar su factibilidad.

Posteriormente, se clasificaron las ideas obtenidas previamente según las estrategias de Ecodiseño mencionadas en el numeral 3.1.4. Al poner en conocimiento dichas estrategias, surgieron nuevas propuestas que fueron sumadas a la tabla de ideas de mejora. De dicha clasificación se obtuvieron los siguientes resultados (ver Tabla 7):

Estrategias de Ecodiseño	
<p>Materiales de Bajo Impacto</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Material reciclado y/o reciclable</u> (madera plástica, Tetra Pack reciclado) • Material biodegradable • Material compostable • Materiales a partir de desechos • Aprovechar retales y chatarra de la planta 	<p>Reducir uso de Materiales</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Disminuir material requerido</u> • <u>Aumentar resistencia</u> • Fabricar el producto en uno, máximo dos materiales. • Disminuir cantidad de piezas a empacar (empacar ensambles y/o subensambles) • Cambiar sistema de contenedor • Rediseñar ascensor: no requiere empaque
<p>Técnicas de Producción Ambientalmente Eficientes</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Disminuir consumos energéticos</u> • Disminuir RE-producción de empaques • <u>Fácil ensamble (sencillo, rápido)</u> • <u>Fácil manufactura</u> 	<p>Formas de Distribución Ambientalmente Eficientes</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Disminución de peso: disminuye consumo de combustible</u> • <u>Optimización de espacio: mayor cantidad de carga por viaje.</u> • Disminuir piezas a empacar • Disminuir volumen total del producto.
<p>Reducir impacto en Fase de Utilización</p> <p>Se encontró que la fase de utilización como tal no genera impactos, ya que su función principal es contener.</p>	<p>Optimizar Ciclo de Vida</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Empaque reutilizable</u> • <u>Empaque retornable</u> • Empaque reciclable • Construcción modular: retornable y reutilizable
<p>Optimizar Sistema de Fin de Vida</p> <ul style="list-style-type: none"> • Empaque retornable • Empaque reutilizable • Materiales reciclables 	<p>Optimizar la Función</p> <ul style="list-style-type: none"> • Que el producto preste otras funciones en obra (instalación): banco, soporte, etc.

Tabla 7. Ideas de mejora según Estrategias de Ecodiseño

Después de la generación de las ideas de mejora del producto, se seleccionaron por votación las 10 ideas de mejora más relevantes, según la perspectiva de los participantes. Para dicha selección, se tuvo en cuenta la factibilidad técnica y financiera de cada propuesta, así como el cumplimiento de los motivantes internos y externos de la compañía. Posteriormente se organizaron de la más a la menos relevante, siendo 1 la propuesta más relevante y 10 la menos relevante.

Relevancia	Propuesta	Descripción
1	Aumentar resistencia	Aumentar la resistencia del material y la estructura para evitar fallas en el producto y su contenido.
2	Fácil ensamble: sencillo y rápido	El ensamble del producto final es sencillo y se realiza en poco tiempo.
3	Fácil manufactura	Los procesos de manufactura requeridos son sencillos y están disponibles.
4	Disminución de material requerido	Disminuir tanto la cantidad, como la variedad de materiales requeridos para la fabricación.
5	Optimización de espacio: mayor cantidad de carga por viaje.	Optimizar al máximo el espacio disponible en el camión, requiriendo así menos viajes.
6	Disminución de peso: disminuye consumo de combustible.	Disminuir el peso de los materiales y el peso total del producto.
7	Reutilizable	Que el producto se pueda volver a utilizar al final de cada ciclo.
8	Disminución de costos energéticos.	Disminuir los consumos energéticos requeridos por la producción del nuevo producto, los reprocesos, etc.
9	Material reciclado y/o reciclable	El material utilizado para la producción es reciclable y preferiblemente también reciclado.
10	Retornable	El producto final permite ser retornado a la planta al final de cada ciclo y posteriormente,

reutilizado.

Tabla 8. Ideas de mejora más relevantes

Se estableció que las ideas de mejora seleccionadas son aplicables a mediano plazo y que se deben desarrollar en paralelo para la introducción del sistema de embalaje a la producción en la planta. Se deben establecer inicialmente los proveedores de los materiales y piezas seleccionados para que éstos estén disponibles al momento de la fabricación.

De las ideas de mejora más relevantes se puede decir que van en consecuencia con los motivantes internos de la compañía y su necesidad de disminuir los costos generados en el sistema y aumentar la calidad del embalaje para proteger la integridad del producto.

Las ideas de mejora seleccionadas, mencionadas en la Tabla 8, serán consideradas en la definición de las especificaciones de diseño del producto

4.6 Definición de PDS y generación de alternativas conceptuales del producto

4.6.1 Especificaciones de diseño de Producto PDS

Para la generación de las especificaciones del producto, se tuvieron en cuenta aspectos como los Motivantes Internos y Externos de la compañía, la identificación de los impactos ambientales más relevantes, los datos obtenidos mediante el software de análisis de ciclo de vida del huacal y la priorización de ideas de mejora obtenidas en el paso anterior.

Además de las especificaciones ambientales, se tuvieron también en cuenta especificaciones tradicionales del producto tales como: técnicas, ergonómicas, comerciales y económicas. Dichas especificaciones surgieron del proceso de indagación y requerimientos específicos de los involucrados. Las especificaciones de diseño de producto serán tenidas en cuenta en el rediseño del sistema de embalaje, en miras a satisfacer las necesidades de la empresa.

	NECESIDAD	REQUERIMIENTO	METRICA	IMP	UNIDAD DE MÉTRICA	VALOR DE MÉTRICA	D/d
SEGURIDA	Que no me lastime cuando la esté manipulando	El producto tiene aristas redondeadas	Radio de redondeo	4	Radio en mm	>0.5	D

VIDA ÚTIL	Que el usuario no corra peligro mientras está interactuando con el producto	Los materiales que están en contacto con el usuario son de baja conductividad térmica y eléctrica	Materiales	4	Materiales	Materiales poliméricos	D
	Que no se deteriore rápidamente	El producto está fabricado con materiales resistentes al impacto y el desgaste	Materiales resistentes al impacto y desgaste	5	Materiales	Polímeros Metales	D
ERGONOMÍA	Que las piezas sean resistentes y de buena calidad	Las piezas tienen un ciclo de vida considerable de acuerdo a su función	Ciclo de vida	4	Años	>1	D
	Que las piezas no sean pesadas	Los componentes son livianos	Peso componentes	3	Kilogramo	<5	d
	Que sea fácil de ensamblar	El operario se demora poco tiempo ensamblando el producto	Tiempo	4	Minutos	<40	d
COSTOS	Que pueda reconocer y diferenciar fácilmente los componentes	Uso de señales visuales en las piezas	Cantidad	4	Unidades/pieza	>1	d
	Que le salga más barato a la empresa	El uso del nuevo producto disminuye los costos del sistema	Disminución de costos	5	%	>20%	D

		de Embalaje					
	Que los repuestos sean baratos	La mayoría de los repuestos son económicos	\$ COP (Dinero)	3	Pesos	>100.000	D
	Que al hacerle mantenimiento no me salga muy caro	El proceso de mantenimiento del producto requiere pocos insumos	Insumos	3	Unidades	<5	d
DESEMPEÑO	Que sea fácil de ensamblar	El producto requiere de pocos elementos de sujeción	Elementos de sujeción	3	Elementos/pieza	<10	d
	Que no se demoren ensamblándolo	El operario toma poco tiempo ensamblando el producto	Tiempo	4	Minutos	<40	d
	Que no gaste mucha energía	Requiere poca energía eléctrica para su ensamble	Energía	4	Watts	<10.000 /mes	d
	Que lo pueda trasportar en los montacargas disponibles	El producto cuenta con espacio para introducir herramienta de montacargas	Espacio para montacargas	5	Cantidad	>1	D
	Que sea estable y no cojee	El producto tiene suficientes puntos de apoyo	Puntos de apoyo	5	Unidades	>3	D
	Que proteja las piezas que contiene	El producto está fabricado con materiales resistentes a la corrosión	Materiales	4	Materiales	Polímericos cerámicos	D

	Que pueda reconocer y diferenciar fácilmente la función de cada parte	Cada componente del producto tiene una comunicación lógica de la función que cumple (color, forma, etc.)	Número de señales indicativas	3	Cant.	Mínimo 1 por componente	d
ESTÉTICA	Que se vea bien en la planta	Diseño acorde al contexto de uso	Formas lineales	3	N/A	-	d
	Que no sea muy colorido	Colores utilizados acordes al contexto de uso	Colores	4	Pantones	-	d
MANTENIMIENTO	Que no haya que hacerle mantenimiento con mucha frecuencia	Requiere poco mantenimiento preventivo según su uso	Mantenimiento	3	Cantidad/año	<3	d
	Que sea fácil de desensamblar	Requiere pocos elementos de sujeción	Elementos de sujeción por pieza	3	Unidades	<10	d
	Que los repuestos sean fáciles de conseguir	Los componentes son estándar y de fabricación nacional	Porcentaje de componentes de fabricación nacional	4	%	>60	d
MATERIALES	Que no tenga elementos que se dañen fácilmente	El producto está fabricado con materiales resistentes al impacto	Resistencia de materiales al impacto	3	Materiales	-	d
	Que la superficie no se raye fácilmente con el uso	El producto está fabricado con materiales resistentes al rayado	Resistencia de materiales al rayado	3	Materiales	-	d

	Que no esté fabricado con materiales que se oxiden	El producto está fabricado con materiales resistentes a la corrosión	Resistencia de materiales a la corrosión	3	Materiales	-	d
	Que los materiales puedan ser conseguidos fácilmente	Materiales de fabricación nacional	Porcentaje de materiales nacionales	3	%	>70	d
MANUFACTURA	Que el producto no se desarme con el uso	Los componentes están bien ensamblados	Tolerancias dimensionales	5	mm	+/- 0.5	d
	Que las piezas puedan ser fabricadas fácilmente	Materiales que involucren procesos de manufactura nacional	Porcentaje de procesos nacionales	4	%	>60	d
AMBIENTAL	Que no afecte el medio ambiente	Los procesos de manufactura no afectan el medio ambiente	Porcentaje de residuos por pieza	4	%	<50	D
	Que se pueda volver a usar	El producto debe tener piezas reciclables	Porcentaje de materiales reciclables	4	%	>50	d
		El producto debe tener piezas reutilizables	Porcentaje de piezas reutilizables	4	%	>50	d

Tabla 9. PDS Especificaciones de Diseño del Producto

El PDS observado en la Tabla 9 fue sometido a evaluación y aprobación por parte del jefe de Ingeniería de Producto de la empresa MELCO DE Colombia LTDA, con el fin de asegurar que las especificaciones allí contenidas cumplan los requerimientos y necesidades de la empresa.

4.6.2 Generación de alternativas Conceptuales

Para la generación de las alternativas de rediseño del producto, se desarrolló la metodología de Diseño Conceptual que puede resumirse en las propuestas por autores como “Ulrich y Eppinger”, “Cross” y “Pahl y Beitz”.

4.6.2.1 Análisis del Usuario

Los huacales tienen dos tipos de usuarios; un usuario directo y otro indirecto. El usuario directo es la empresa MELCO DE COLOMBIA LTDA, quien requiere hacer uso de los huacales para almacenar y transportar sus productos hasta las obras. El usuario indirecto es la constructora o empresa que compra los productos de la empresa y los recibe en la obra.

Se debe tener en cuenta también el operario de corte, ensamble, empaque y del montacargas que están en contacto directo con el producto. Los operarios contratados en la empresa son principalmente hombres entre los 20-50 años. Tienen nivel de educación media y en algunos casos alcanzan nivel técnico. (ver Ilustración 27)



Ilustración 27. Definición del usuario

Este tipo de usuario valora la facilidad y rapidez de ensamble de los huacales, ya que este aspecto mejora las condiciones de trabajo al evitar movimientos ociosos que disminuyen el desgaste físico y mejoran su relación con el producto. Para los operarios es importante además que las piezas del huacal no sean muy pesadas, debido a que este aspecto evita problemas en la salud de los usuarios y mejora el manejo y ensamble de las mismas.

En cuanto a las formas y funciones del producto, éstas deben ser sencillas; las funciones indicativas deben evidenciarse claramente para facilitar el proceso de ensamble.

4.6.2.2 *Análisis del Contexto*

El uso de estos huacales está distribuido en tres lugares principales. El primero es la empresa donde se construyen, se empaquetan las piezas y se disponen para empacarlos en los camiones y contenedores. El segundo, es durante su transporte, que se puede dar en tracto camión (vía terrestre), en caso de dirigirse a una ciudad dentro de Colombia, o en barco, cuando se envía a otro país de Suramérica o el Caribe (vía marítima). El tercer lugar de uso, es finalmente, la obra a la cual va dirigido el producto, donde se encarga de almacenar las piezas durante la instalación para ser desechados posteriormente. El mayor tiempo de uso de estos huacales se realiza en la empresa, ya que es allí donde se construyen y donde son utilizados para el almacenamiento de las piezas.



Ilustración 28. Contexto de Uso

Los tres contextos de uso de los huacales son primordialmente de tipo industrial, donde no importa tanto la estética o los colores, sino la resistencia y la funcionalidad de los productos. El aspecto del nuevo sistema de embalaje, debe ser por lo tanto coherente con su entorno. Los colores deben tonos oscuros marrones, grises, verdes, que no se ensucien fácilmente. En la Ilustración 29 se observan algunos Pantones que representan los colores que se podrían utilizar en el producto.



Ilustración 29. Paleta de Colores - Pantones

4.6.2.3 Propuestas de mejora

Si bien el Sistema de Embalaje utilizado actualmente se centra en el uso de cajas o huacales, no es el único sistema disponible, razón por la cual se analizarán diferentes posibilidades que podrían resultar viables y cumplir con las especificaciones de diseño propuestas en el PDS.

En la Ilustración 30 se observan las ideas de mejora propuestas y posteriormente, en la Tabla 10 se describirá cada propuesta y las ventajas y desventajas que podían presentar en caso de ser aplicadas como remplazo del sistema de embalaje utilizado actualmente.

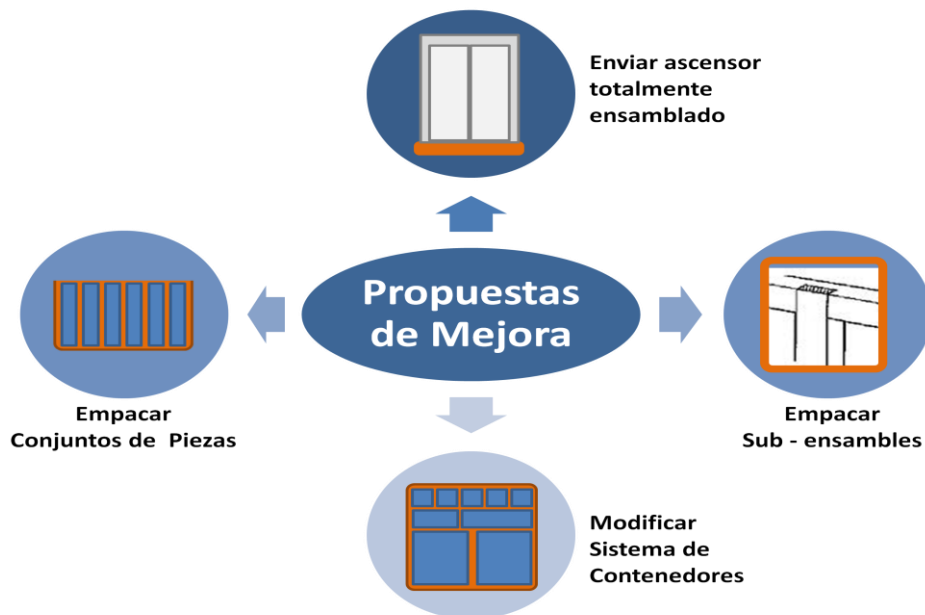
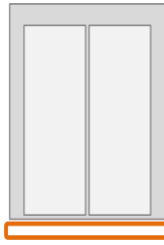


Ilustración 30. Propuestas de mejora

PROPUESTA 1: Enviar ascensor completamente ensamblado a obra



DESCRIPCIÓN: se pretende lograr un cambio radical en el sistema de embalaje, al enviar el ascensor completamente ensamblado sobre una única unidad de carga, a la obra donde será instalado. Cada ascensor sería ensamblado individualmente en la planta y se enviaría a la obra como una única pieza y no en empaque individuales como se realiza actualmente.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none">• Se disminuye notablemente el uso de embalajes.• Se disminuye el consumo energético por fabricación de empaques.• Se disminuye el tiempo de instalación.	<ul style="list-style-type: none">• Si el producto recibiera eventualmente un golpe, el reemplazo y reproceso resultaría complicado, ya que se tendría que desensamblar parte del ascensor.• Riesgo de volcadura durante el transporte y manejo del ascensor por altura total del mismo.• Dificultad para ingresar el ascensor ensamblado a la obra y posteriormente al pozo.• Se requerirían operarios de ensamble en planta y obra.• Si el empaque falla hay más riesgo que se afecte todo el ascensor y no sólo algunas piezas como ocurre actualmente.

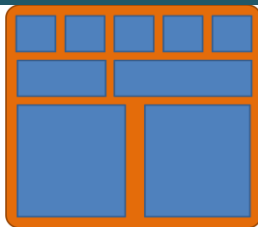
PROPUESTA 2: Empacar piezas sub-ensambladas



DESCRIPCIÓN: se pretende enviar a la obra sub-ensambles y no piezas individuales como se maneja actualmente.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Se facilita el ensamble e instalación de las piezas en la obra. • Se disminuye el tiempo de instalación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Si el embalaje recibiera eventualmente un golpe, el reemplazo y reproceso resultaría complicado, ya que se tendrían que volver desensamblar las piezas para ensamblarlas de nuevo posteriormente. • Se requerirían operarios de ensamble en planta y obra. • Si el empaque falla hay más riesgo de que más piezas se vean afectadas y no sólo algunas piezas como ocurre actualmente. • No se disminuye necesariamente la cantidad de empaques. • El manejo de piezas sub-ensambladas requiere más cuidado.

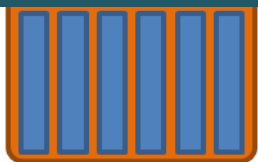
PROPUESTA: Cambiar sistema de contenedor



DESCRIPCIÓN: se propone que los contenedores y camiones donde se transportarán las piezas de los ascensores cuenten con compartimentos internos donde eventualmente se depositarían las piezas para su transporte.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Se disminuye notablemente el uso de embalajes. • Se disminuye el consumo energético por fabricación de empaques. • Se trataría de una única modificación a los camiones y contenedores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conlleva a cambios drásticos al interior de la empresa. • Tendrían que adquirir los contenedores para poder modificarlos.

PROPUESTA 4: Empacar conjuntos de piezas individuales



DESCRIPCIÓN: las piezas se empaacan en conjuntos de piezas similares. Describe el sistema de embalaje utilizado actualmente.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Experiencia previa en el empaque y distribución de las piezas en la caja. • Tamaños de embalaje previamente definido y normalizado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inconvenientes presentados con el sistema utilizado en la actualidad.

Tabla 10. Propuesta de Mejora

Si se observa comparativamente, las propuesta 1, 2 y 3 presentan más desventajas que ventajas para la empresa. Aunque que eventualmente podrían funcionar, se consideró que la aplicación de algunas de estas alternativas podrían requerir cambios significativos en la estructura de la empresa y repercutiría en altos costos para la compañía. Se determinó que la aplicación de las Propuestas 1, 2 y 3 podrían ser realizables sólo a largo plazo sin la certeza de la obtención de resultados favorables. Se consideró también la necesidad latente de rediseñar el sistema de embalaje actualmente utilizado, por lo que las soluciones a largo plazo, que no generan seguridad no serán tenidas en cuenta como propuestas de mejora del sistema de embalaje actual.

Las propuestas descritas en la Tabla 10 se presentaron a las personas de la empresa involucrados con el sistema de embalaje de los productos quienes seleccionaron por unanimidad, la que consideraron como la propuesta más viable. Por las razones citadas anteriormente y por la experiencia previa que se ha obtenido con la construcción de las cajas, se determinó que la mejor opción para el embalaje de las piezas en la empresa MELCO DE Colombia LTDA. es empaacarlas conjuntos de piezas similares.

4.6.2.4 Caja Negra

La función principal de los sistemas de embalaje es la de contener cierta cantidad de producto para su transporte. La caja negra del sistema de embalaje actual se observa en la Ilustración 31. Actualmente los huacales cumplen la función de contener piezas de ascensores que serán instalados en obra y los elementos de protección y sujeción correspondientes, que al final del ciclo salen como desechos.

La energía utilizada para la fabricación de los huacales se puede considerar también como un desecho, ya que sin importar los consumos energéticos requeridos para la fabricación de las piezas, éstas serán desechadas al final del ciclo, sin un aprovechamiento total o parcial de las piezas fabricadas.

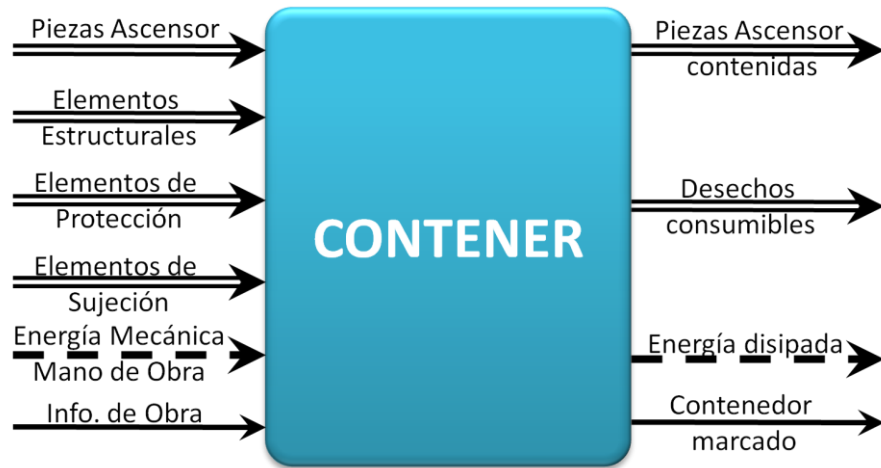


Ilustración 31. Caja Negra actual

La caja negra deseable del sistema de embalaje actual se puede observar en la Ilustración 32, donde los materiales requeridos para la fabricación del mismo no salen al final del ciclo como desechos, sino como una estructura que se pueda reutilizar. Ya sea porque es reciclable, se le puede dar otro uso o retorna a la empresa para cumplir de nuevo la función de contener las piezas de ascensor fabricadas.

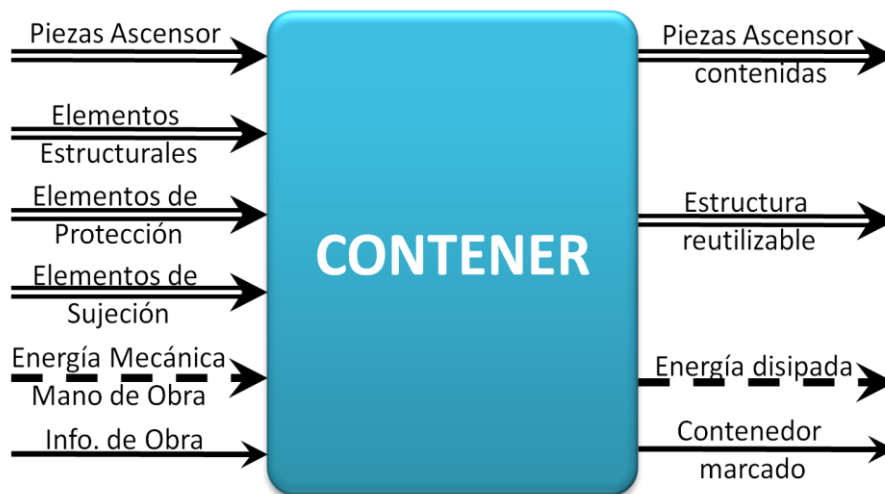


Ilustración 32. Caja negra deseable

4.6.2.5 Estructura Funcional

Si bien, los sistemas de embalaje no generan procesos en su interior, como por ejemplo las máquinas o electrodomésticos, si deben efectuar dos funciones principales para cumplir con la función principal de CONTENER las piezas en su interior: se deben presentar piezas que estructuren el producto y se deben presentar otras piezas o productos que generen las uniones entre las piezas estructurales. En la Ilustración 33, se observa la estructura funcional de un sistema de embalaje donde se agrupan las funciones de Estructurar y Unir en la función principal de CONTENER las piezas y productos.

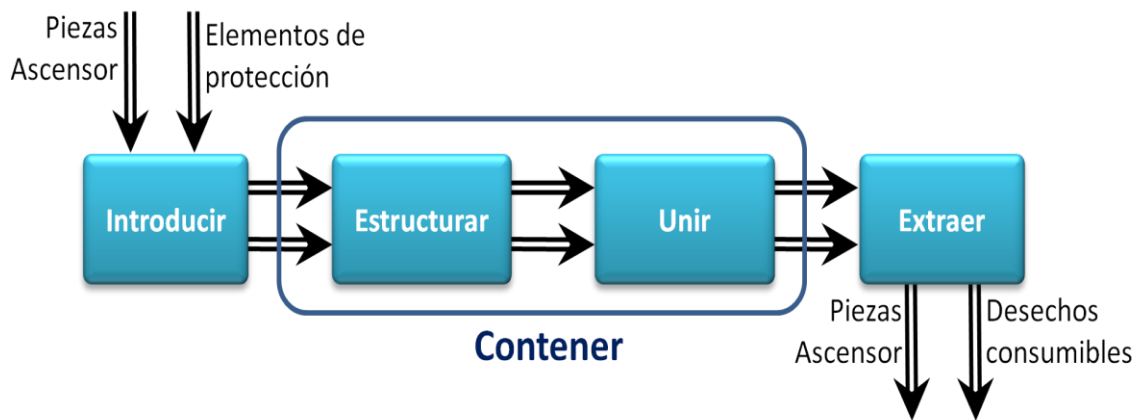


Ilustración 33. Estructura Funcional

4.6.2.6 Matriz Morfológica

Teniendo en cuenta la estructura funcional del sistema de embalaje (ver Ilustración 33), se genera una matriz morfológica con portadores de función que cumplan las funciones de Estructurar, Unir e Identificar con el fin de llegar a una propuesta que cumpla la función general de contener.

Una Matriz Morfológica, es una aproximación sistemática a la solución del problema, agrupando una serie de portadores de función que cumplirían las funciones principales. Cada portador de función es una solución parcial al problema total y se busca que al mezclar una serie de soluciones parciales, se obtenga una aproximación a la solución general del problema. (Cross, 2008)

FUNCIÓN PORTADOR	ESTRUCTURAR	UNIR
1.	 <p>LARGUEROS</p>	 <p>UNIÓN MECÁNICA</p>
2.	 <p>PIEZAS MODULARES</p>	 <p>COLA DE MILANO</p>
3.	 <p>PIEZAS PLEGABLES</p>	 <p>SNAP FIT</p>
4.	 <p>PIEZAS DESMONTABLES</p>	 <p>CIERRE A TRACCIÓN</p>

Tabla 11. Matriz Morfológica

4.6.2.7 Justificación de Portadores

En la Tabla 12 se realiza una descripción general de cada portador de función incluido dentro de la Matriz Morfológica, para obtener una visión más precisa de cómo cada portador cumpliría la función asignada dentro del sistema de embalaje. Se pueden observar también las ventajas y desventajas que eventualmente presentarían de ser seleccionados para el desarrollo de la alternativa final.

Esto otorgará un acercamiento a las posibilidades de diseño que cada uno de los portadores de función le aporta a las propuestas de Alternativas Conceptuales y cómo se podría hacer la mezcla de portador por función.

Portador de Función: Larguero



DESCRIPCIÓN: Los largueros, independientemente del material, se refiere a los palos que se ponen a lo largo de la construcción de un objeto. En el caso de los huacales, es la solución más comúnmente utilizada.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Permite obtener tablas de cualquier longitud deseada. • Facilidad de corte. • Facilidad de ensamble. 	<ul style="list-style-type: none"> • Después de cortado, no se puede cambiar su longitud. • Según su longitud, puede no ser reutilizable.

Portador de Función: Piezas Modulares



DESCRIPCIÓN: Las piezas modulares permiten armar diferentes formas y estructuras mediante una serie de piezas, ofreciendo versatilidad en la construcción de las piezas y los diseños.

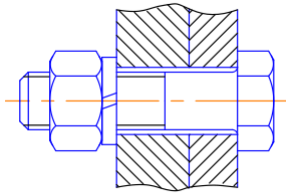
VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Permite obtener diferentes tamaños a partir de una serie de piezas. • Provee versatilidad de ensamble. 	<ul style="list-style-type: none"> • Puede resultar complejo la construcción del producto final. • Manejo y control de piezas independientes.

Portador de Función: Piezas Plegables

DESCRIPCIÓN: Se refiere a la construcción de un producto cuyas piezas sean plegables o abatibles para lograr que el volumen final de producto sea menor al inicial.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • El volumen final es menor que el inicial • Facilita retorno del producto. • Facilita manejo y apilamiento de cierta cantidad de productos plegados. 	<ul style="list-style-type: none"> • El ensamble puede resultar complejo.

Portador de Función: Uniones Mecánicas



DESCRIPCIÓN: elementos cilíndricos que cumplen una función mecánica de unión entre dos o más piezas, al introducirlas en un agujero a su medida, atravesarlas y unir las mecánicamente. Son fabricados generalmente en metal, aunque pueden ser de madera, plástico u otro material. En esta categoría se pueden incluir los tornillos, remaches, clavos, entre otros.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Permite que las piezas sujetas puedan ser desmontadas cuando se requiera. • Pueden ser reemplazados por otros en caso de pérdida o falla. • Fácil consecución. 	<ul style="list-style-type: none"> • El manejo y control de piezas pequeñas en la planta y la obra. • Se puede perder fácilmente.

Portador de Función: Cola de Milano



DESCRIPCIÓN: Es un tipo de unión en la que dos piezas tienen mortajas y espigas en ángulo, cortadas para que encajen unas en otras perpendicularmente.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Es una unión sólida. • Fácil ensamble 	<ul style="list-style-type: none"> • Manufactura compleja • No es recomendable para soportar

<ul style="list-style-type: none"> No requiere de elementos de sujeción adicionales. 	peso.
---	-------

Portador de Función: Cierre a Tracción



DESCRIPCIÓN: Se refiere a los cierres o bridas que utilizan la tracción para conservar dos piezas unidas y fijas.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> Fácil ensamble Fácil manipulación y manejo 	<ul style="list-style-type: none"> Utilización de varios materiales que dificulta disposición final.

Portador de Función: Snap Fit



DESCRIPCIÓN: el *Snap Fit* o ensamble a presión, como lo dice su nombre, se trata de la unión de dos o más piezas que tienen los elementos macho - hembra dispuestos para ser unidos mediante presión.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> Fácil ensamble Ensamble resistente 	<ul style="list-style-type: none"> Manufactura difícil y costosa El desensamble puede resultar complicado Las piezas pueden fallar durante el desensamble

Tabla 12. Justificación de Portadores de Función

4.6.2.8 Referente de Diseño

El referente de diseño determinado para el rediseño del sistema de embalaje es la molécula. Para tener una imagen más clara de los motivos para la selección de dicho referente, se tiene que la definición de la molécula es la siguiente: Partícula más pequeña de una sustancia que tiene todas las propiedades físicas y químicas de esa sustancia. Las moléculas están compuestas por uno o más átomos. Si contienen más de un átomo, los átomos pueden ser iguales o distintos (Instituto Nacional del Cáncer, 2008)

La molécula se puede utilizar como referente para los sistemas de embalaje, debido a que con diferentes átomos y enlaces, se pueden construir estructuras tan simples o tan complejas como se desee. Para el caso de los sistemas de embalaje, se puede pensar en piezas modulares que, a partir de de diferentes enlaces, se unan para formar una estructura de diferentes tamaños y características.

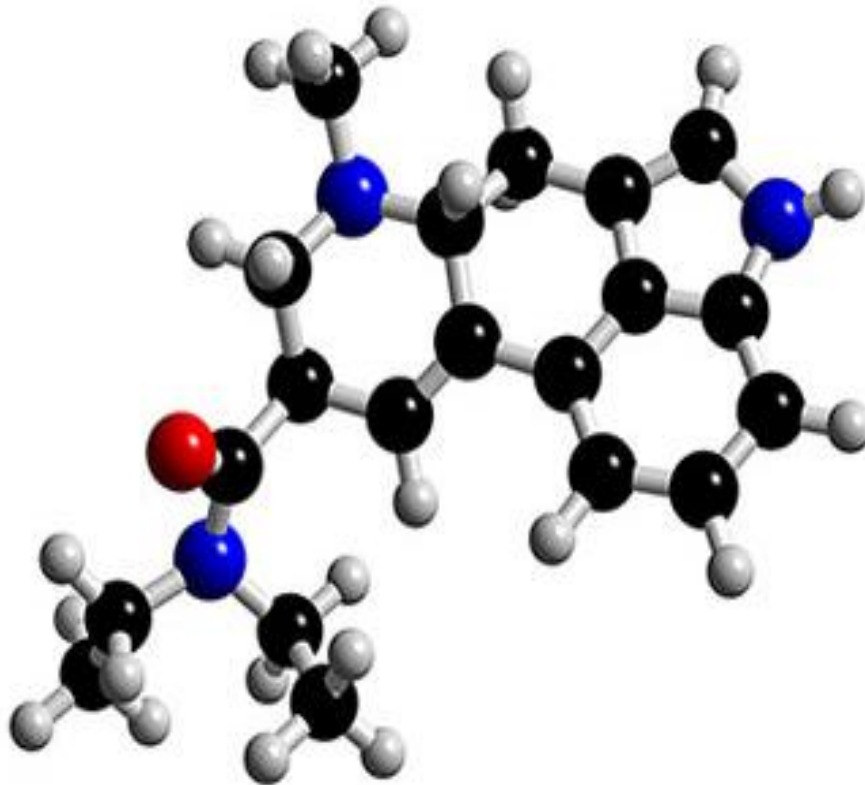


Ilustración 34. Molécula: Referente de diseño

En la Ilustración 34 se observa una molécula de LSD que se presenta en los hongos de los cereales. Si se cambiaran algunos de átomos de la estructura del LSD por otros, se obtendría una molécula diferente pero seguiría siendo en esencia una molécula. En el caso de los sistemas de embalaje, se podría pensar en la unión de piezas modulares con diferentes enlaces para generar diferentes tamaños y formas de cajas. Aunque se cambien las formas o tamaños de las cajas su función principal seguirá siendo la de contener cierta cantidad de piezas. Se puede pensar entonces en la generación de una serie de nodos de unión que forman la estructura del sistema de embalaje.

4.6.2.9 Alternativas Conceptuales

Las alternativas conceptuales se generaron haciendo combinaciones entre los portadores de función ilustrados en la Matriz Morfológica (ver Tabla 11) y las formas resultantes del referente de diseño seleccionado. Posteriormente se evaluarán el cumplimiento de las especificaciones de diseño más relevantes del PDS de cada alternativa conceptual para seleccionar al final de esta etapa la alternativa que cumpla en mayor medida los requisitos ambientales y tradicionales del PDS. De esta manera se llega a una idea no sólo de cuál es el mejor de los conceptos desde el punto de vista ambiental, sino también de si es mejor que el producto utilizado previamente.

4.6.2.9.1 Alternativa Conceptual No. 1

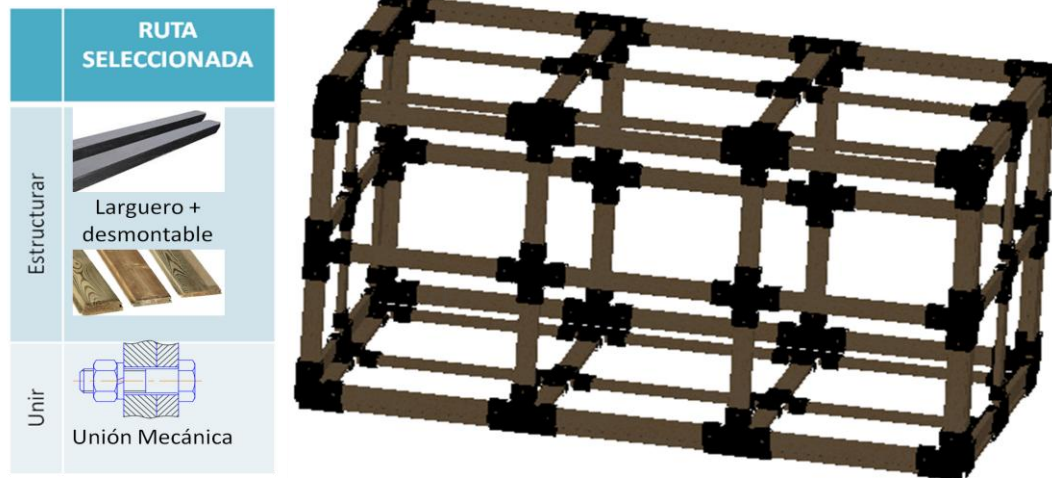


Ilustración 35. Alternativa Conceptual No. 1

Descripción de la Alternativa

La Alternativa Conceptual No. 1 observada en la Ilustración 35 se compone de secciones de tablas de material reciclado unidas mediante tres nodos de unión de formas básicas. Las tablas se introducen en los nodos y se aseguran mediante tornillos pasantes y tuercas. El sistema de unión mediante los nodos permite generar tamaños y estructuras variados al cambiar la longitud de los tablonés.

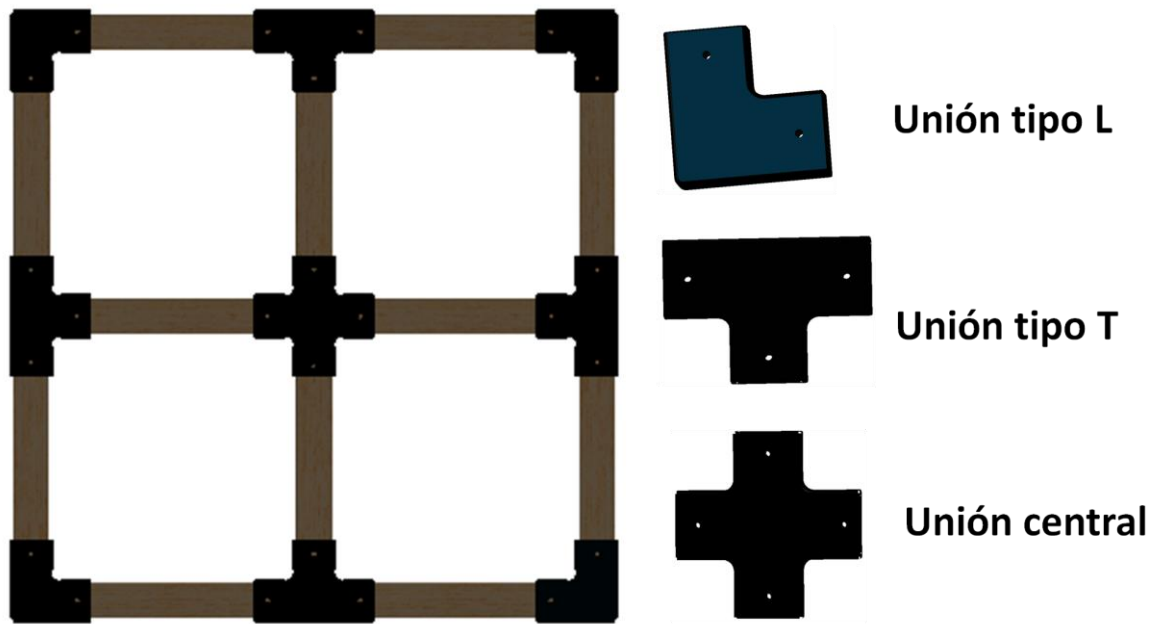


Ilustración 36. Nodos de Unión

Se diseñaron tres propuestas de nodos de unión (ver Ilustración 36) para unir las piezas. La Unión tipo L permite las uniones en las esquinas; la Unión tipo T permite las uniones superiores, inferiores y laterales de tres elementos simultáneamente; la Unión central permite la unión de cuatro elementos simultáneamente.

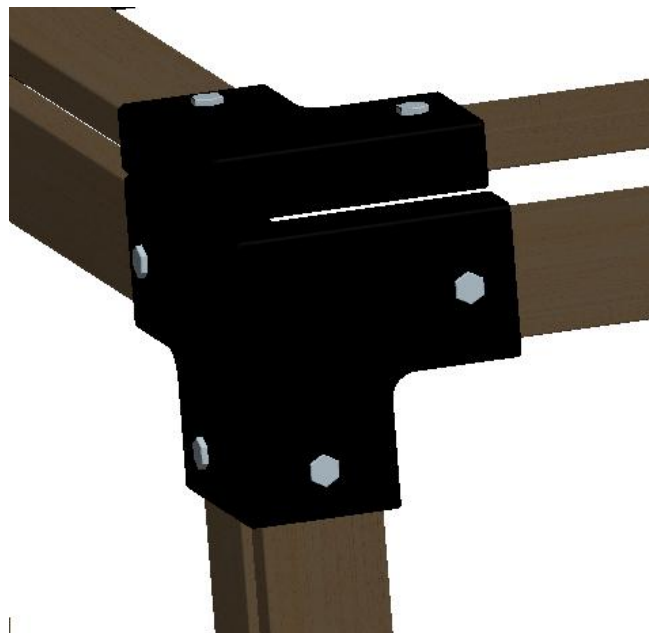


Ilustración 37. Unión larguero – Elemento de unión

Como se observa en la Ilustración 37 las uniones entre los nodos de unión y los largueros se genera mediante tornillos y tuercas, para generar resistencia y estabilidad en las uniones.

4.6.2.9.2 Alternativa Conceptual No. 2

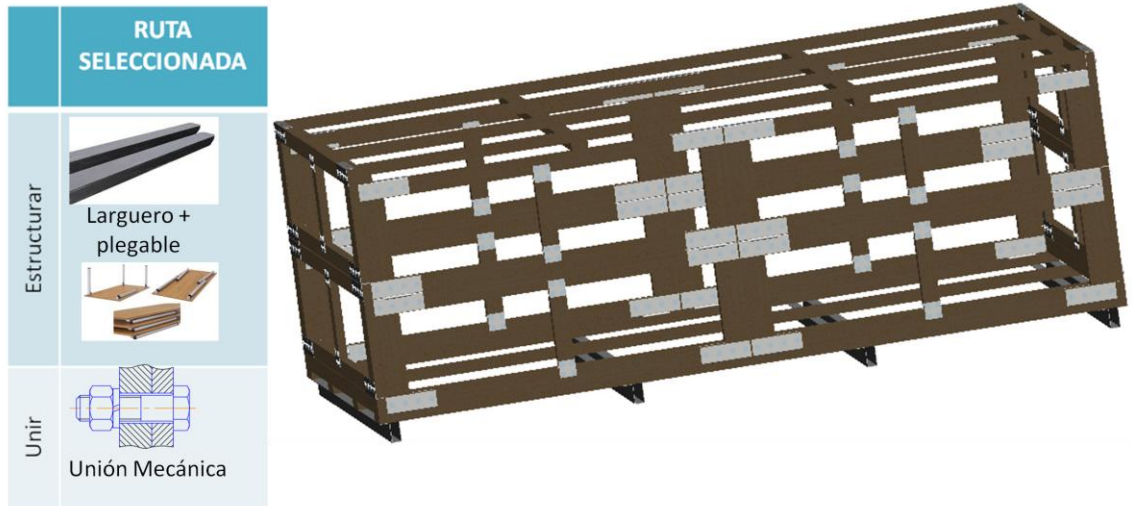


Ilustración 38. Alternativa conceptual No. 2

Descripción de la alternativa

La Alternativa Conceptual No. 2 que se observa en la Ilustración 38 consiste en la unión de secciones de largueros de material reciclado mediante retales de láminas generados en la empresa MELCO DE Colombia LTDA, que forman un marco modular.

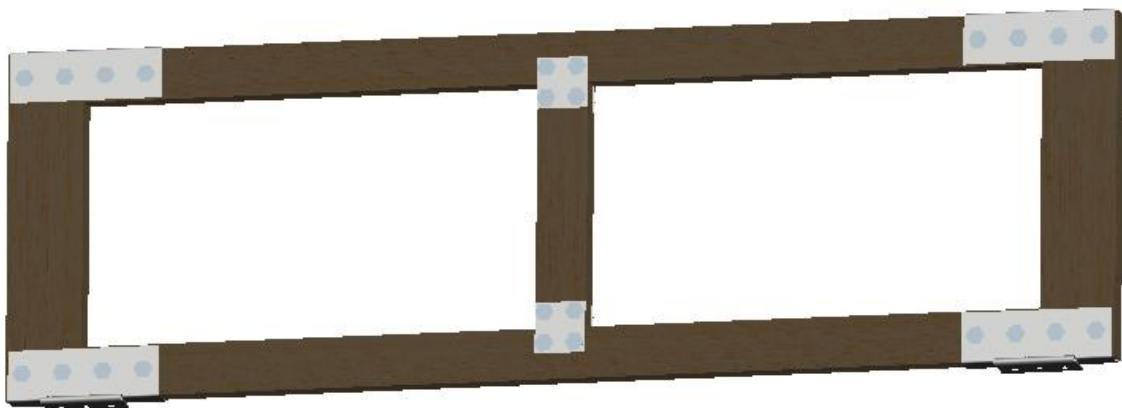


Ilustración 39. Marco Modular

Dicho marco (ver Ilustración 39) sirve para estructurar todas las paredes laterales del sistema de embalaje. Las uniones entre los marcos modulares se realizan mediante bisagras que

permiten que las paredes se plieguen sobre la base como se observa en la Ilustración 40. Los soportes de la estructura se fabrican también con retales de lámina de acero HR de 1,6mm generados de la producción de las piezas de los ascensores en la planta.

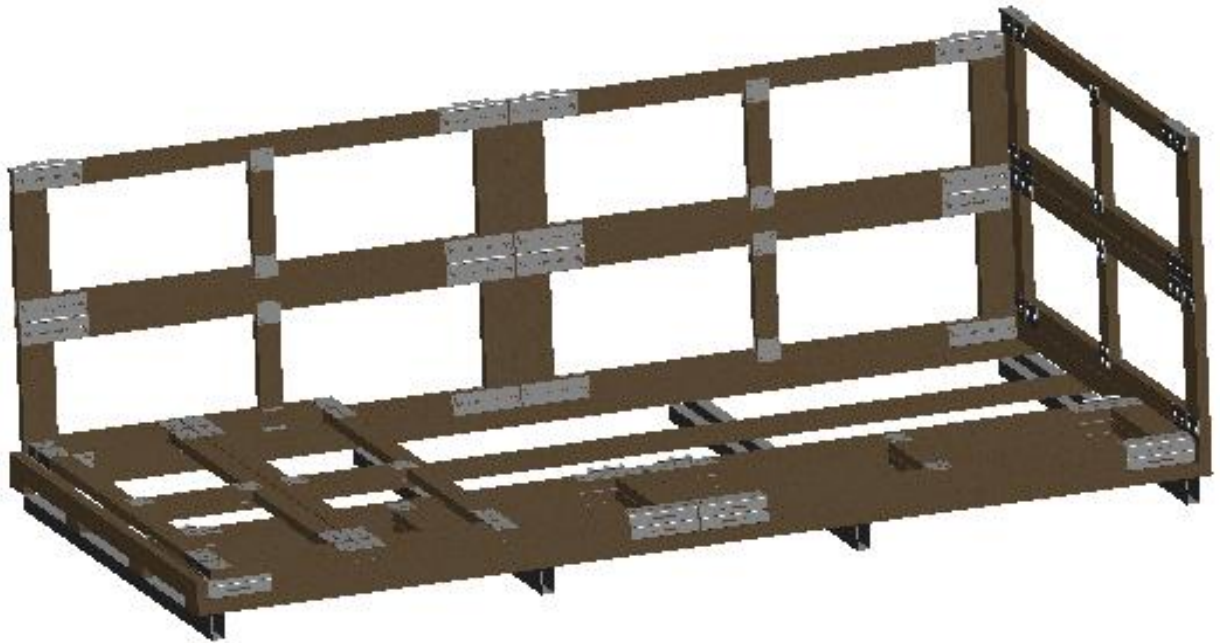


Ilustración 40. Embalaje Plegado

4.6.2.9.3 Alternativa Conceptual No. 3

RUTA SELECCIONADA	
Estructural	 Larguero
Unir	 Cola de Milano

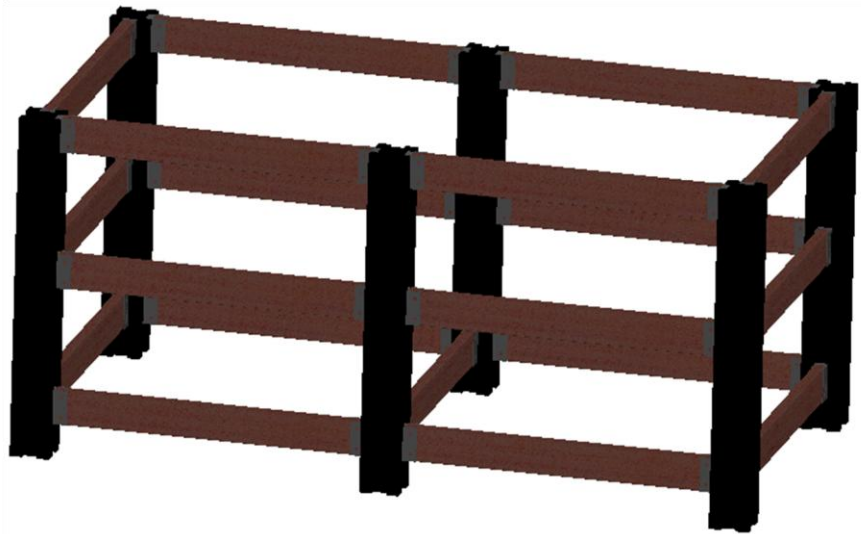


Ilustración 41. Alternativa Conceptual No. 3

Descripción de la alternativa

La Alternativa Conceptual No. 3 que se observa en la Ilustración 41 consta de la disposición de postes con ranuras tipo Cola de Milano donde se ensamblan una serie de largueros de material reciclado con aditivos que encajan en las ranuras del poste como se observa en la Ilustración 42.

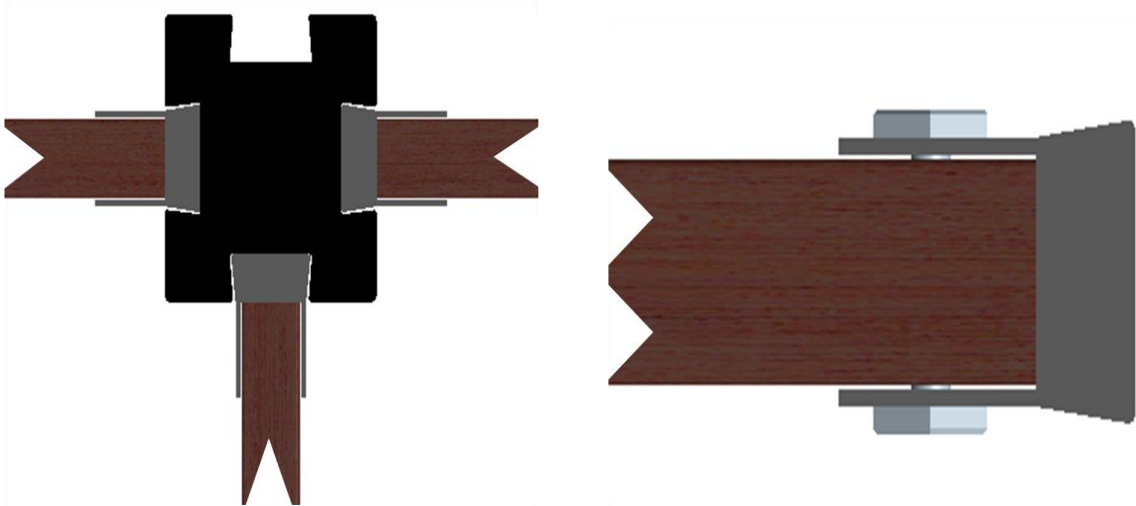


Ilustración 42. Ensamble con Cola de Milano

Cada sección de tabla posee dos aditivos en forma de cola de milano que impide que los elementos se desplacen en sentido horizontal. Para restringir el movimiento vertical de las piezas se hace uso de pines que evitan que la pieza se desplace.

4.6.2.9.4 Alternativa Conceptual No. 4

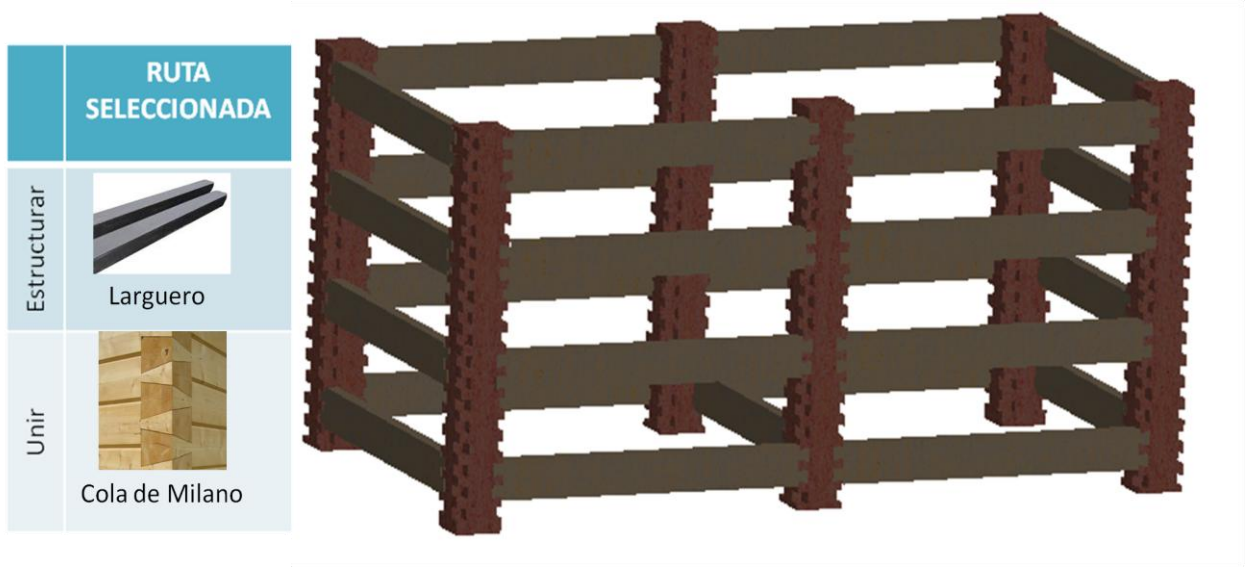


Ilustración 43. Alternativa Conceptual No. 4.

Descripción de la alternativa

La Alternativa conceptual No. 4 observada en la Ilustración 43 consiste en la distribución de postes con la forma de la Cola de Milano dispuesta verticalmente a lo largo del mismo.



Ilustración 44. Uniones con Cola Milano

Como se observa en la Ilustración 44, el ensamble se realiza insertando las espigas del larguero fabricado en madera material reciclado en las ranuras del poste, fabricado con el mismo material.

4.6.2.10 Selección de Alternativa

Para la selección de la alternativa más viable se tomó el PDS, donde están compiladas todas las especificaciones de diseño encontradas a lo largo del desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta desde los Motivantes Internos y Externos de la Compañía, pasando por la Matriz MET y el Análisis de Ciclo de Vida del Producto realizado mediante el Software Eco-It.

Se evaluó el cumplimiento de las especificaciones para cada alternativa. Si se consideró que la propuesta cumplía con las especificación, se le asignó un signo “+”; si por el contrario no cumple, se le asignó un signo “-.”

Posteriormente se le asignó un valor positivo o negativo, según el nivel de importancia determinado para cada requerimiento. No fueron tenidos en cuenta los requerimientos donde todas las alternativas sumaban puntos positivos o negativos simultáneamente, ya que en la totalización de los puntajes no sumaría ni restaría. Los resultados de la puntuación de las alternativas se puede observar en la Tabla 13.

REQUERIMIENTO	IMP	Alternativa Conceptual No. 1		Alternativa Conceptual No. 2		Alternativa Conceptual No. 3		Alternativa Conceptual No. 4	
El uso del nuevo producto disminuye los costos del sistema de Embalaje	5	+	+5	+	+5	-	-5	-	-5
La mayoría de los repuestos son económicos	4	+	+4	+	+4	+	+4	-	-4
El producto requiere de pocos elementos de sujeción	3	+	+3	-	-3	+	+3	+	+3
El producto ocupa poco espacio de almacenamiento	4	-	-4	+	+4	-	-4	-	-4
Requiere poca energía para su ensamble	4	+	+4	-	-4	+	+4	+	+4
Requiere poco mantenimiento preventivo según su uso	4	+	+4	-	-4	-	-4	+	+4
Los componentes son estándar y de fabricación nacional	3	-	-3	+	+3	+	+3	+	+3
Materiales que involucren procesos de manufactura nacional	3	+	+3	+	+3	+	+3	+	+3
Los procesos de manufactura no afectan el medio ambiente	4	-	-3	+	+3	+	+3	-	-3
TOTAL			13		15		7		1

Tabla 13. Selección de alternativa de mejora

De la evaluación de las Alternativas Conceptuales propuestas con respecto a las especificaciones de diseño del PDS, se obtuvo que las alternativas 1 y 2 cumplen en mayor medida dichos requerimientos.

Debido a que dos de las alternativas conceptuales propuestas cumplen con la mayoría de las especificaciones de diseño, se generará una mezcla entre dichas alternativas para generar una propuesta de diseño final (ver numeral 4.7.2).

4.7 Diseño de Detalle del Concepto

4.7.1 Materiales para el diseño

Antes de entrar a realizar el diseño final del sistema de embalaje, se debe comenzar por definir el material con el que será fabricado, lo anterior con el fin de determinar aspectos como resistencia, reciclabilidad, procesos de construcción, etc. Características que van en pro del cumplimiento de las especificaciones de diseño descritas en el PDS (ver Tabla 9).

Inicialmente se realizó una búsqueda de materiales con conceptos de Ecodiseño, que generaran bajos impactos ambientales, que fueran reciclados y/o reciclables, para determinar luego sus ventajas y desventajas y poder entonces seleccionar el material más adecuado y que cumpla con las condiciones de resistencia esperadas del rediseño del sistema de embalaje.

Material: **MDF**

Presentación: **Lámina 1,22 x 2,44**



DESCRIPCIÓN: Tablero fabricado a partir de la aglomeración de fibras de madera recuperada mediante adhesivo (urea-formaldehído). Ambos elemento se unen mediante altas presiones y temperaturas. (MASISA S.A., 2008)

Material: **OSB**

Presentación: **Lámina 1,22 x 2,44**



DESCRIPCIÓN: Tablero fabricado a partir de la aglomeración de astillas o virutas de madera orientadas en forma de capas cruzadas para aumentar su fortaleza y rigidez. La unión se realiza mediante adhesivo (resina fenólica) mediante altas presiones y temperaturas. (MASISA S.A., 2008)

Material: **Madera Plástica**

Presentación: **Diferentes Perfiles**



DESCRIPCIÓN: Material 100% obtenido a partir de la recuperación de desechos post-industriales de Polipropileno. (Plastipol S.A., 2010)



DESCRIPCIÓN: es considerada una madera sintética obtenida 100% a partir de la recuperación de desechos de *Tetra-Pack* y *Tetra-Brick*. (Representaciones Industriales Orión S.A., 2007)

Tabla 14. Materiales Ecológicos

A partir de la información contenida en la Tabla 14, se determinaron los procesos requeridos para la transformación de los materiales, los impactos ambientales que genera cada uno de ellos al ambiente y las ventajas y desventajas que presentan, para seleccionar el material más propicio para la fabricación del sistema de embalaje propuesto.

MATERIAL	Proceso de Manufactura	Ventajas	Desventajas	Impacto Ambiental
MDF	Corte con sierra Taladrado	<ul style="list-style-type: none"> - Bajo costo - Fácil ensamble y manufactura - Fácil consecución 	<ul style="list-style-type: none"> - No apto para exteriores - Baja resistencia a la humedad - Requiere adhesivos muy impactantes para su fabricación - Baja resistencia mecánica - Viene sólo en láminas 	---
OSB	Corte con sierra Taladrado	<ul style="list-style-type: none"> - Alta resistencia mecánica - Fácil consecución 	<ul style="list-style-type: none"> - Requiere adhesivos muy impactantes para su fabricación - Viene sólo en láminas 	---

Madera Plástica	Corte con sierra Taladrado	- Fabricación local - No requiere sustancias adicionales para su fabricación - Alta resistencia mecánica y a la humedad - Alta durabilidad	- Viene sólo en perfiles (largueros)	-
Eco-Plack	Corte con sierra Taladrado	- No requiere sustancias adicionales para su fabricación	- Viene sólo en láminas - Se fabrica sólo en Bogotá	-
- Impacto medio		- - Impacto negativo		- - - Impacto muy negativo

Tabla 15. Tabla comparativa de Materiales Ecológicos

De la información obtenida en la Tabla 15 se puede decir que, aunque todos los materiales allí descritos provienen de material recuperado, el MDF y OSB generan altos impactos en el ambiente durante el proceso de fabricación. Lo anterior debido a que requieren de adhesivos como resina fenólica y urea-formaldeído para poder aglutinar las partículas y proveerles una mayor resistencia.

Por tal motivo se considera que los materiales más aptos para la construcción del sistema de embalaje son la madera plástica o el Eco-Plack, debido a que ninguno de ellos requiere de sustancias adicionales para su fabricación; provienen 100% de material recuperado.

Ahora, si se tiene en cuenta la estructura propuesta en la Alternativa Conceptual 1 y 2 elegidas (ver Ilustración 35 e Ilustración 38) se puede decir que el material más propicio para su fabricación es la madera plástica, debido a que viene en perfiles de diferentes tamaños, además de ser un material de consecución local.

4.7.1.1 Madera Plástica

Debido a que la madera plástica es el material seleccionado para la fabricación del sistema de embalaje, se contactó al proveedor Plastipol S.A. ubicado en el municipio de Itagüí, cercanías con el municipio de Medellín para solicitarle información sobre el material.

El proveedor otorgó datos sobre las características y beneficios que brinda el uso de la madera plástica (ver Tabla 16).

CARACTERÍSTICAS	BENEFICIOS
Elaborada en Polipropileno recuperado	Sus pruebas física poseen excelentes características en resistencia a la flexión, compresión, tracción y otras
Ecológica	Disminuye la tala de bosques, contribuyendo de esta manera a la protección del medio ambiente: producto 100% reciclable
Higiénica	Permite un lavado continuo, aún con detergentes fuertes, logrando una mejor limpieza, disminuyendo así la presencia de insectos, roedores y microorganismo generadores de olores.
Atóxica	Brinda seguridad ya que no contamina
No se astilla	Disminuye el riesgo de producir heridas, en la manipulación y rotura de empaques.
Aislante	Térmico y eléctrico
Fabricación o ensambles	Ensamblado con tornillería evitando así que los empaques, cajas de cartón y otros se rompan. Si diseño permite el ensamble por partes.
Colores	No requiere colorantes ni acabados superficiales adicionales.

Tabla 16. Características y beneficios de la madera plástica (Plastipol S.A., 2010)

De la Tabla 16 se puede decir que las características del material cumple con varios de los requerimientos de diseño incluidos en el PDS (ver Tabla 9) tales como:

- Los materiales que están en contacto con el usuario son de baja conductividad térmica y eléctrica
- El producto está fabricado con materiales resistentes al impacto y el desgaste

- El producto está fabricado con materiales resistentes la corrosión
- Requiere poco mantenimiento preventivo según su uso
- Los componentes son estándar y de fabricación nacional
- El producto está fabricado con materiales resistentes al impacto
- El producto está fabricado con materiales resistentes al rayado
- El producto está fabricado con materiales resistentes a la corrosión
- Materiales de fabricación nacional
- Materiales que involucren procesos de manufactura nacional
- El producto debe tener piezas reciclables
- El producto debe tener piezas reutilizables

Lo anterior indica que la selección del material es acertada y va en consecuencia con las especificaciones de diseño requeridas.

4.7.2 Sistema de embalaje propuesto

En la Tabla 17 se observan las características de las Alternativas conceptuales 1 y 2 que más aportan al cumplimiento de las especificaciones del PDS y que serán mezcladas en la generación de la propuesta final del sistema de embalaje.

Alternativa Conceptual 1	Alternativa Conceptual 2
<ul style="list-style-type: none"> • Nodos de unión para generar diferentes estructuras. • Largueros de diferentes longitudes para obtener diferentes tamaños. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aprovechamiento de retales de acero generados en la empresa para fabricar piezas • Soporte inferiores en retales de acero. • Paredes plegables para disminuir el volumen cuando se encuentra vacío.

Tabla 17. Mezcla de Alternativas Conceptuales

Al generar la mezcla de las especificaciones recientemente mencionadas se obtuvo el sistema de embalaje observado en la Ilustración 45. El producto está fabricado en secciones de perfiles de madera plástica, unidos mediante tres nodos de unión básicos que generan diferentes estructuras y longitudes. Los nodos de unión se encuentran fabricados a partir de retal de

lámina de acero HR de calibre 1,6mm generado de la fabricación de las piezas de ascensor en la planta. Dicho retal es el que más se genera en la planta y es comúnmente vendido como chatarra a un muy bajo costo, debido a que no se le encuentra otro uso.

Al aprovechar dicho retal en la fabricación de los nodos de unión, se espera que las piezas sean programadas dentro de los espacios sobrantes de las láminas y no se requiera así programar la punzonadora de control numérico TPP y dobladora sólo con ese fin, ahorrando tiempo, energía y dinero. De esta manera, las uniones mantendrían el flujo normal de producción de piezas de ascensor y no se requeriría parar la producción normal para fabricar dichas piezas.

Al utilizar este material, no sólo se disminuirán los desechos generados en la planta, sino que también se aumentará la resistencia del producto; uno de los requerimientos más importantes en el sistema de embalaje. Los retales serán utilizados también para la fabricación de las bases del sistema de embalaje, para darle mayor soporte y estructura.

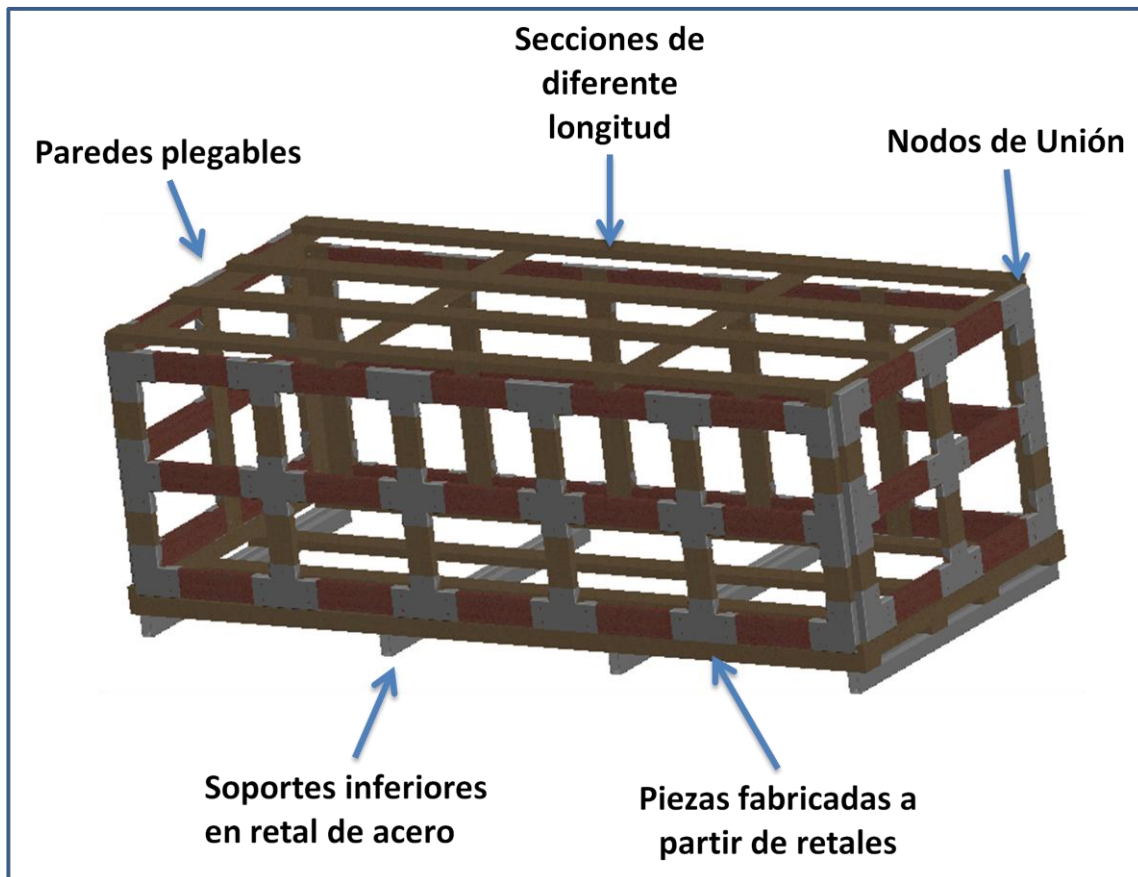


Ilustración 45. Diseño Final del Sistema de Embalaje

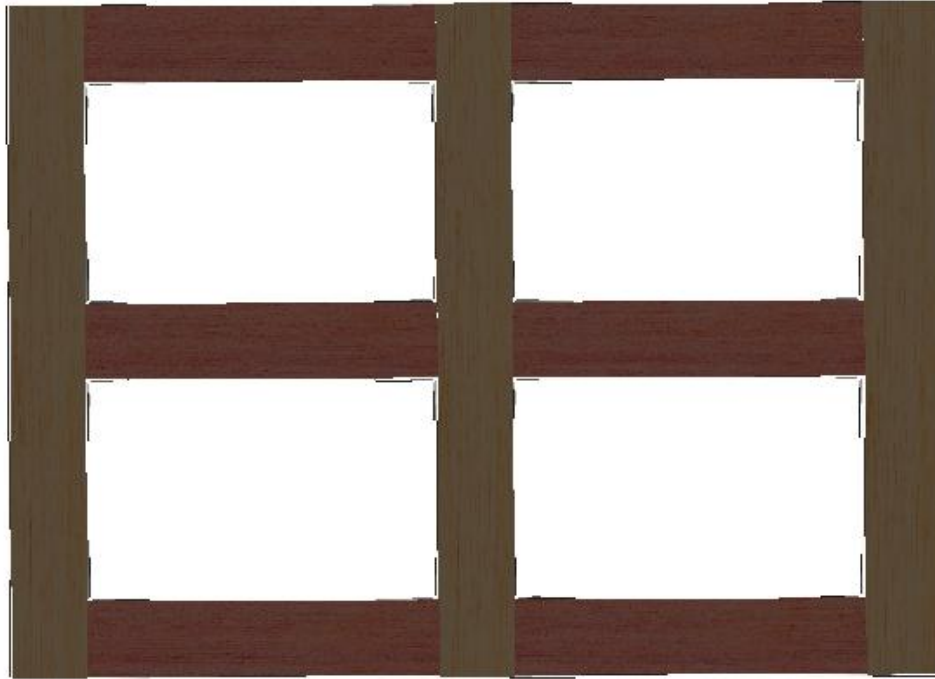


Ilustración 46. Estructura de Ensamble

Como se observa en la Ilustración 46, los parales verticales que soportarán los mayores esfuerzos en la estructura, se generarán a partir de una sección completa de madera reciclada, las secciones verticales, se unirán a los parales verticales mediante los nodos de unión (ver Ilustración 47) y remaches (ver Ilustración 48); lo anterior para darle resistencia a la estructura.

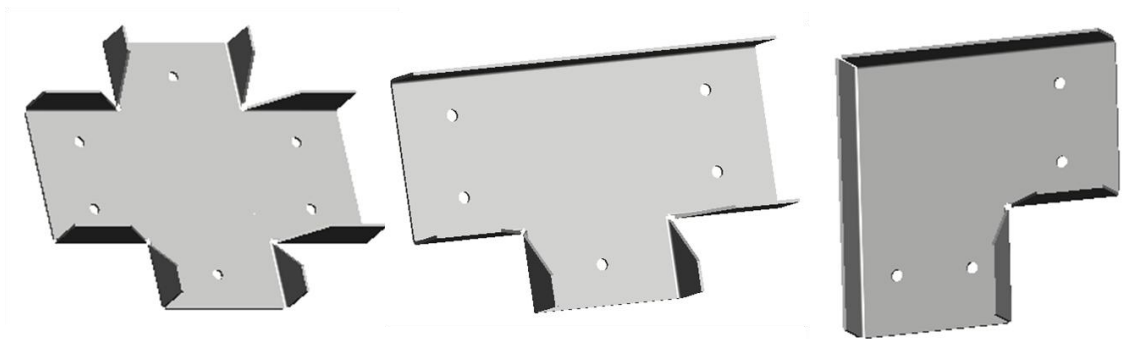


Ilustración 47. Nodos de Unión

La ventaja que presenta el uso de remaches frente a otras uniones mecánicas se debe a que éstos generan uniones sólidas y fijas, no requiere de piezas adicionales, como tuercas, arandelas, etc. que eventualmente se podrían perder en las obras, además que pueden ser retirados y reemplazados en caso de que se presente un daño.



**Acero Inoxidable
75*75*2mm**



**Diámetro 6mm
Longitud 40mm**

Ilustración 48. Elementos de Unión (Casa Ferretera S.A., 2010)

Para lograr que el sistema de embalaje sea plegable, se unirán las paredes del mismo a la base mediante bisagras de tipo comercial (ver Ilustración 48). La bisagra seleccionada es fabricada en acero inoxidable, con el fin de que resista la intemperie y no se corroa por efectos de la humedad.

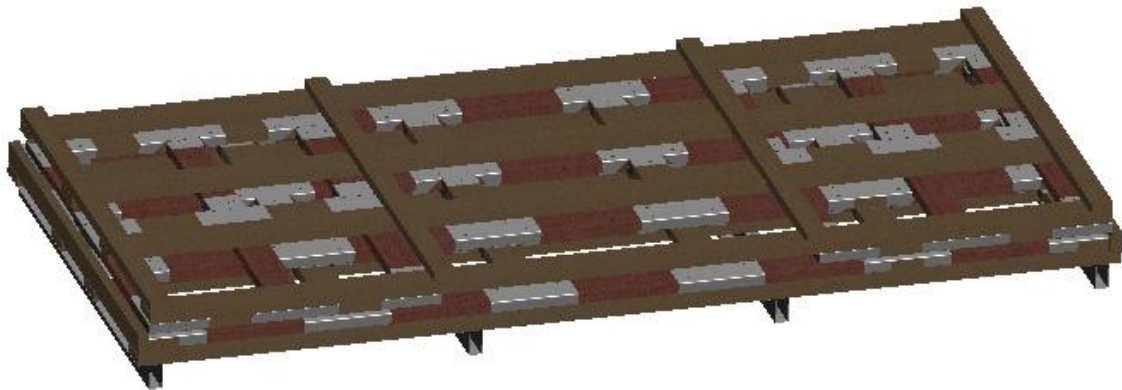


Ilustración 49. Sistema de Embalaje Plegado

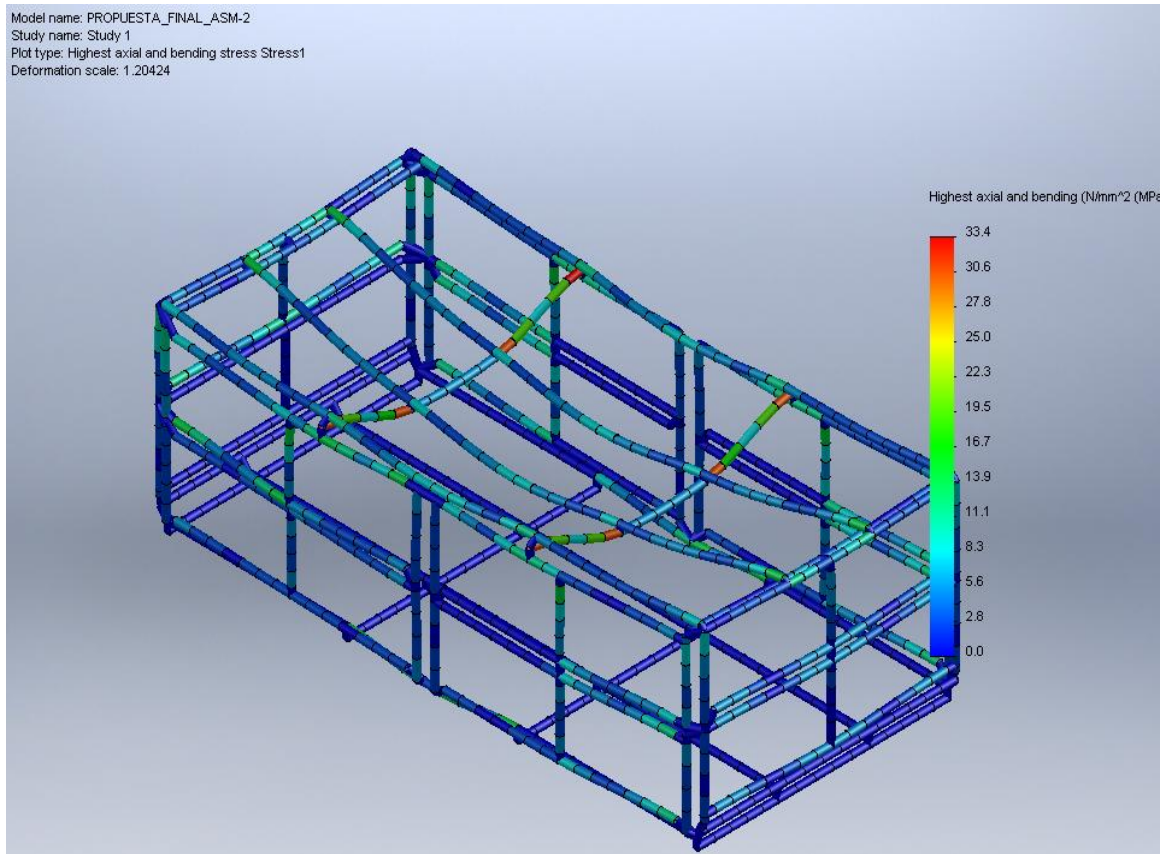
En la Ilustración 49 se observa el huacal completamente plegado. Si se tiene en cuenta que el sistema de embalaje completamente armado ocupa $1,82\text{m}^3$ y el mismo sistema ocupa $0,46\text{m}^3$, se está hablando de una reducción en el volumen total del 75%. Este aspecto disminuirá notablemente el costo de retorno del sistema de embalaje a la empresa, ya que MELCO DE COLOMBIA LTDA paga actualmente por el volumen ocupado dentro del contenedor y no por el peso allí contenido.

4.7.3 Pruebas de Resistencia mediante Sistema de Elementos Finitos

Se realizaron pruebas de Elementos Finitos a la estructura del sistema de embalaje para determinar las posibles fallas que este podría presentar al ser sometido a cierta carga. Para la caracterización del material en el software de Elementos Finitos “Solid Works”, se utilizaron los datos contenidos en la Tabla 18, para que los resultados fueran lo más cercanos a la realidad posible.

FICHA TÉCNICA		
Laboratorio Universidad de Antioquia		
Composición: Polipropileno (PP)		
Propiedades	Unidades	Valor
Medición Índice de Fluidez MFI	gr/10min	3,763
Densidad fundido	gr/ cm ³	0,828
Temperatura de flexión bajo carga HDI	°C	103,76
Fuerza máxima de flexión	KN	39
Resistencia a flexión	Mpa	15,34
Dureza	Shore D	47,1
Impacto charpy	Joule (J)	0,954
Fuerza máxima a tracción	KN	16,6
Resistencia a tracción	Mpa	9,13

Tabla 18.Ficha Técnica de la madera plástica (Plastipol S.A., 2010)



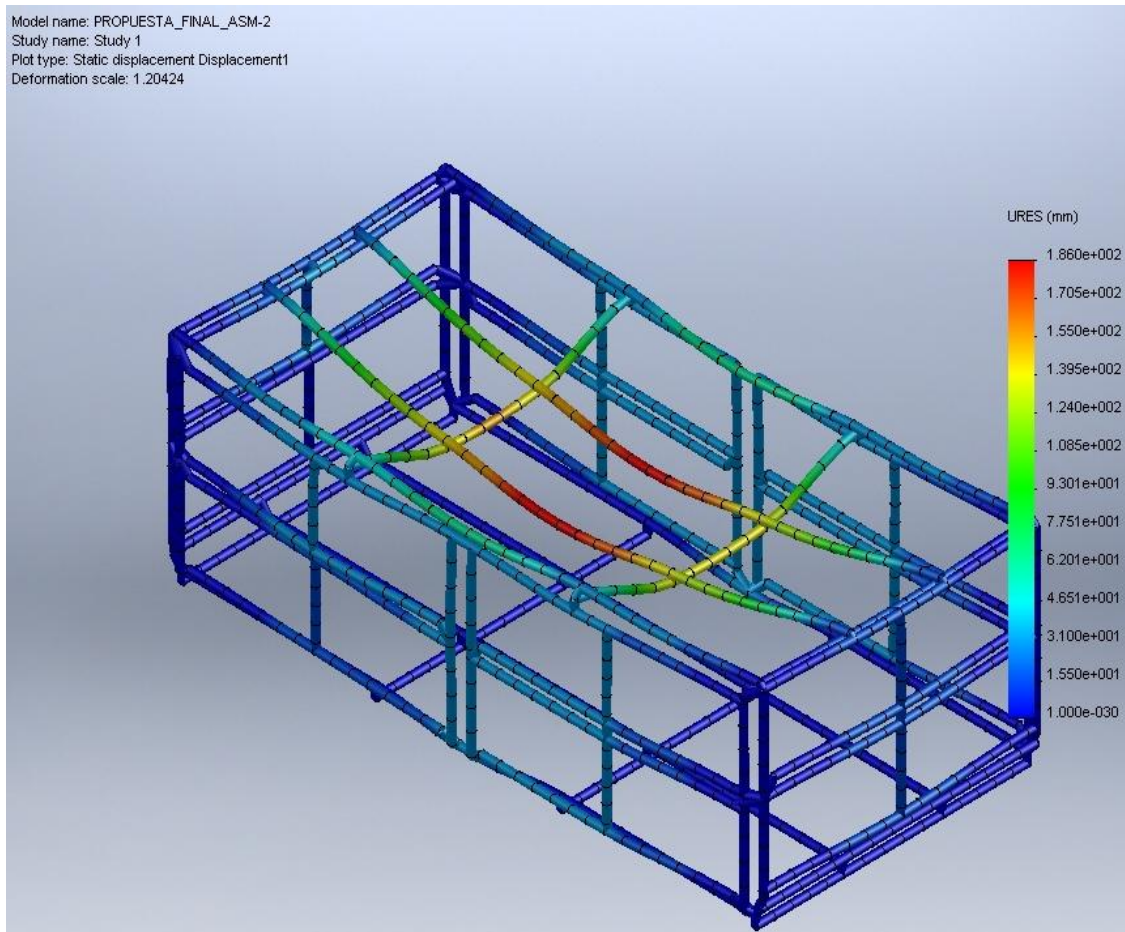
Nombre	Type	Mínimo	Máximo
Esfuerzo	TXY: Cortante en dirección Y en el plano YZ	0 N/mm ² (MPa)	33.3905 N/mm ² (MPa)

Ilustración 50. Prueba de compresión por Sistema de Elementos Finitos

En la Ilustración 50 se observan los puntos por donde podría fallar la estructura (secciones en rojo) en caso de ser sometida a una carga máxima de 33 MPa. Si tenemos en cuenta que los huacales se apilan máximo de a dos y que cada huacal cargado pesa 300 kilos aproximadamente, se puede decir que la estructura no fallará por efectos del esfuerzo ejercido debido al peso del huacal.

En la Ilustración 51 se observan los desplazamientos máximos que se presentarían en la tapa por efectos de una fuerza ejercida perpendicularmente. Según los datos obtenidos en el software de Elementos Finitos la sección que se encuentra en rojo de la tapa se desplazaría 186mm antes de fracturarse. Si esto llegase a suceder, el contenido del sistema de embalaje se vería afectado, pero teniendo en cuenta que se requerirían 33MPa para generar dicho desplazamiento, no es realmente un dato alarmante. En el Anexo 1 se puede observar el

análisis completo realizado a la estructura del sistema de embalaje propuesto, evaluando la resistencia de cada uno de los elementos, las condiciones de frontera definidas para el análisis, entre otros.



Nombre	Tipo	Mínimo	Máximo
Desplazamiento	URES: Desplazamiento Resultante	0 mm	186.023 mm

Ilustración 51. Desplazamiento máximo del material

Del análisis de elementos finitos realizado a la estructura del sistema propuesto, se puede decir que la estructura resistirá los esfuerzos a los que será sometido durante su ciclo de vida sin fallar, garantizando así la integridad de las piezas y cumpliendo los requerimientos principales de la empresa MELCO DE COLOMBIA LTDA.

4.7.4 Construcción de modelo funcional del sistema de embalaje

Para la fecha de la entrega del presente informe, el modelo funcional del sistema de embalaje se encontraba en construcción en la empresa MELCO DE COLOMBIA LTDA.

4.8 Evaluación de Resultados

La evaluación de resultados del proyecto se realizará con respecto al cumplimiento de los Motivantes Internos y Externos de la compañía (ver numeral 4.2), las Estrategias de Ecodiseño (ver numeral 3.1.4) y las especificaciones de diseño del PDS (ver numeral 4.6.1)

4.8.1 Cumplimiento de Motivantes Internos y Externos de la Compañía

La evaluación de resultados se realizará con respecto al cumplimiento de los Motivantes Internos y Externos de la compañía y las Estrategias de Ecodiseño descritas en el numeral 3.1.4.

4.8.1.1 Motivantes Externos

COMPETIDORES

Contar con empaques sostenibles que cumplan con especificaciones de Ecodiseño, serviría como un aspecto innovador y diferenciador frente a la competencia.

En la actualidad, la competencia más directa de MELCO DE COLOMBIA LTDA., Ascensores ANDINO, empaca las piezas de sus ascensores en huacales de madera. Con la implementación del sistema de empaque retornable con conceptos de Ecodiseño, los clientes valorarían el esfuerzo de la empresa por la reducción de impactos ambientales y lo considerarían como un aspecto diferenciador que influiría eventualmente en su decisión de compra.

ADMINISTRACIÓN

El control aduanero regula especificaciones de resistencia de los empaques cuando se disponen a salir del país.

El sistema de embalaje propuesto es considerablemente más resistente que el huacal de madera comúnmente usado, disminuyendo así los requisitos para salir del país. El control aduanero es también el encargado de realizar la inspección de los sellos de la norma NIMF (ver numeral 4.1.5) aplicados a la madera para controlar la salida de y entrada de plagas al país. Al reemplazar la madera por Madera Plástica se exime también el sistema de embalaje de dicho control.

Motivantes Internos

CALIDAD

Se busca mejorar las características del sistema de embalaje para aumentar la protección y custodia del producto hasta la recepción por el cliente, para disminuir los defectos y faltantes en las piezas allí contenidas. Se pretende además incrementar la calidad y vida útil del huacal, ya que actualmente se maneja como un producto de “Usar y tirar”.

Los materiales y estructura seleccionados para la fabricación del sistema de embalaje propuesto son considerablemente más resistentes, que la estructura de madera utilizada actualmente, lo que aumenta garantiza la protección de las piezas hasta la recepción por el cliente. Debido a que el sistema de embalaje propuesto es retornable y reutilizable, el producto deja de ser considerado como de “usar y tirar”.

COSTOS

Se pretende disminuir los costos que genera actualmente el embalaje del producto frente al costo total de los materiales.

4.8.2 Cumplimiento de Estrategias de Ecodiseño

En la Ilustración 52 se observa la relación entre la aplicación de las Estrategias de Ecodiseño aplicadas al huacal de madera y la propuesta de rediseño del sistema de embalaje.

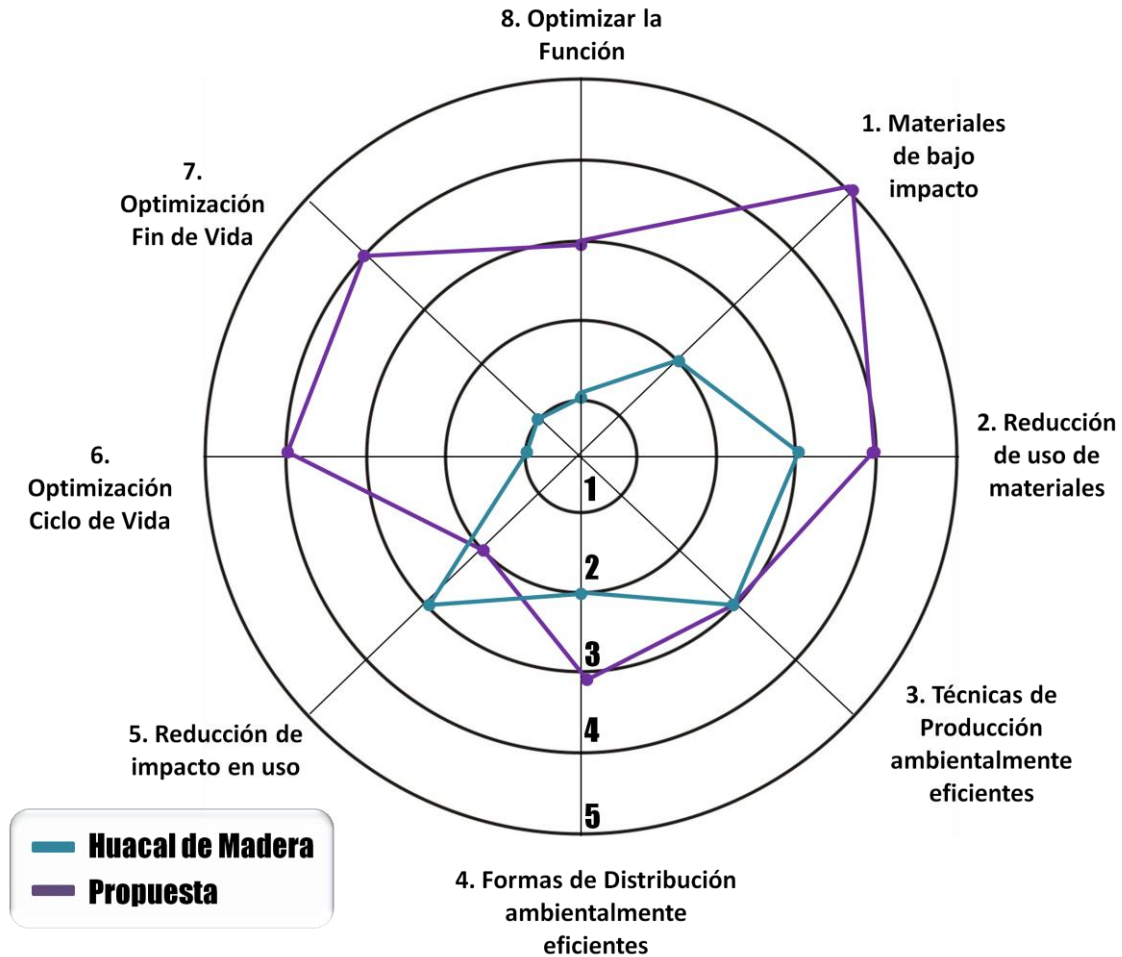


Ilustración 52. Rueda LiDS de las Estrategias de Ecodiseño

4.8.2.1 *Seleccionar materiales de bajo impacto*

La selección de madera plástica como material para la fabricación del sistema de embalaje se traduce en una disminución importante en la etapa de obtención y consumo de materiales, debido a que está compuesto en su totalidad por material recuperado.

Quiere decir que la fabricación del nuevo sistema de embalaje no influye, al menos no directamente, en la explotación de recursos naturales. La obtención de la materia prima (desechos de PP) para la fabricación de la madera plástica no está ligada a la construcción del sistema de embalaje; quiere decir que está se generará de todas formas.

La integración de los retales de lámina de acero HR en la fabricación de los soportes y uniones del sistema de embalaje, supone una solución integral al problema que estaba generando la fabricación de los huacales de madera de pino. Con la implementación del sistema de embalaje

propuesto se disminuirá no sólo la generación de residuos por el desecho de los huacales de madera, sino también la disminución de chatarra por parte de la empresa MELCO DE COLOMBIA LTDA.; material que nuevamente, independientemente de la fabricación del nuevo sistema de embalaje, se estaba generando.

Si se miran entonces los materiales seleccionados en perspectiva se puede decir que los únicos impactos que generarían en el ciclo de vida del producto, sería el correspondiente al proceso de transformación (extrusión para la madera plástica, doblado para la lámina de acero HR), debido a que no es necesario extraer los materiales vírgenes directamente desde su fuente.

Cabe agregar que ambos materiales, los retales de lámina de acero HR y la Madera Plástica, son además de recuperados, son también eventualmente, reciclables. Este aspecto disminuye las posibilidades de que sean depositados en el vertedero al final del ciclo de vida del producto.

4.8.2.2 Reducir el uso de materiales

Por ser un sistema de embalaje retornable y reutilizable, no es necesario consumir materiales cada vez al iniciar el ciclo del producto, reduciendo así notablemente el consumo de materiales. Este consumo se genera una vez, cuando se construye el sistema de embalaje propuesto y puede ser reutilizado de manera indefinida. Es posible que los elementos de sujeción como tornillos, remaches, bisagras y las láminas dobladas requieran ser sustituidas en caso de daño o pérdida, pero la estructura en sí es altamente durable y resistente. El fabricante de la madera plástica Plastipol S.A. ofrece una garantía en sus productos hasta por 20 años.

4.8.2.3 Seleccionar técnicas de producción ambientalmente eficientes

La construcción del sistema de embalaje propuesto requiere sólo de procesos de corte de la madera, taladrado para insertar los tornillos y atornillado para el ensamble. Para el caso de las piezas metálicas, se propone incluir las piezas en los lugares de la lámina donde por programación quedarían espacios en desuso y que el proceso de doblado recorra el flujo normal de producción. Lo anterior con el fin de no requerir de procesos independientes para la fabricación de dichas piezas y no generar tropiezos en la producción de las piezas de los ascensores.

Esta técnica disminuye además los consumos energéticos y tiempos en la planta, ya que no se requerirá programar la máquina de TPP y dobladora para fabricar sólo las piezas requeridas para la construcción de las uniones del sistema de embalaje.

4.8.2.4 Seleccionar formas de distribución ambientalmente eficientes

Por ser un sistema de embalaje retornable, se supone de un viaje adicional para retornar los embalajes a planta. Sin embargo, por ser además un sistema plegable se logra que el volumen inicial de las cajas cuando están llenas, sea menor al volumen de las cajas vacías y plegadas. Por tal motivo se debe optimizar el uso de los camiones y disminuir a su vez los consumos de combustible

4.8.2.5 Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización

Como se ha mencionado anteriormente, el sistema de embalaje no genera impactos ambientales durante la etapa de utilización. El sistema de embalaje propuesto no genera tampoco impactos en esta fase, debido a que el sistema no requiere de procesos adicionales para contener las piezas de ascensores.

4.8.2.6 Optimizar el Ciclo de Vida

Por ser un sistema de embalaje retornable y reutilizable se ha optimizado al máximo el ciclo de vida del producto. En el sistema de embalaje anteriormente utilizado, el ciclo de vida del producto terminaba cuando las piezas llegaban a obra y el huacal de madera se desechaba. Con el sistema de embalaje propuesto, el ciclo de vida se alarga, ya que este se retorna a la empresa y puede volver a ser empacado y cumplir la misma función. Podría requerir mantenimiento y eventualmente la sustitución de algunos de los componentes de unión, pero la integridad y función del producto se mantendría estable.

4.8.2.7 Optimizar el sistema de fin de vida

El producto es en sí una optimización del fin de vida de otros materiales. La madera plástica, material utilizado para fabricar la estructura, proviene de PP recuperado; los elementos de unión provienen del aprovechamiento de los retales generados en la empresa MELCO DE Colombia LTDA. Los materiales utilizados para su fabricación son a su vez reciclables y se pueden separar fácilmente para su disposición final y posterior reciclaje.

4.8.2.8 Optimizar la función

La función del sistema de embalaje se ha visto mejorada al proponer un sistema plegable, retornable y reutilizable, ya que de esta manera el producto deja de ser de “usar y tirar”, aumentando así su ciclo de vida y utilidad dentro de la empresa.

4.8.3 Cumplimiento de las Especificaciones de diseño PDS

Para terminar, se evaluará el cumplimiento de las especificaciones contenidas en el PDS. Lo anterior debido a que dicho documento contiene las especificaciones tanto ecológicas, como tradicionales del producto.

	No.	REQUERIMIENTO	METRICA	UNIDAD DE MÉTRICA	VALOR DE MÉTRICA	D/d
SEGURIDAD	1	El producto tiene aristas redondeadas	Radio de redondeo	Radio en mm	>0.5	CUMPLE
	2	Los materiales que están en contacto con el usuario son de baja conductividad térmica y eléctrica	Materiales	Materiales	Materiales poliméricos	CUMPLE
VIDA ÚTIL	3	El producto está fabricado con materiales resistentes al impacto y el desgaste	Materiales resistentes al impacto y desgaste	Materiales	Polímeros Metales	CUMPLE
	4	Las piezas tienen un ciclo de vida considerable de acuerdo a su función	Ciclo de vida	Años	>1	CUMPLE
ERGONOMÍA	5	Los componentes son livianos	Peso componente	Kilogramo	<5	CUMPLE
	6	El operario se demora poco tiempo ensamblando el producto	Tiempo	Minutos	<40	NO CUMPLE
	7	Uso de señales visuales en las piezas	Cantidad	Unidades/ pieza	>1	NO CUMPLE
COSTOS	8	El uso del nuevo producto disminuye los costos del sistema de Embalaje	Disminución de costos	%	>20%	CUMPLE
	9	La mayoría de los repuestos son económicos	\$ (Dinero)	Pesos	>100.000	CUMPLE
	10	El proceso de mantenimiento del producto requiere pocos insumos	Insumos	Unidades	<5	CUMPLE

DESEMPEÑO	11	El producto requiere de pocos elementos de sujeción	Elementos de sujeción	Elementos /pieza	<10	NO CUMPLE
	12	Requiere poca energía eléctrica para su ensamble	Energía	Watts	<10.000	CUMPLE
	13	El producto cuenta con espacio para introducir herramienta de montacargas	Espacio para montacargas	Cantidad	>1	CUMPLE
	14	El producto tiene suficientes puntos de apoyo	Puntos de apoyo	Unidades	>3	CUMPLE
	15	El producto está fabricado con materiales resistentes a la corrosión	Materiales	Materiales	Poliméricos, cerámicos, etc.	CUMPLE
	16	Cada componente del producto tiene una comunicación lógica de la función que cumple (color, forma, etc.)	Número de señales indicativas	Cantidad	Mínimo 1 por componente	CUMPLE
ESTÉTICA	17	Diseño acorde al contexto de uso	Formas lineales	N/A	-	CUMPLE
	18	Colores utilizados acordes al contexto de uso	Colores	Pantones	-	CUMPLE
MANTENIMIENTO	19	Requiere poco mantenimiento preventivo según su uso	Mantenimiento	Cantidad/año	<3	CUMPLE
	20	Requiere pocos elementos de sujeción	Elementos de sujeción por pieza	Unidades	<10	CUMPLE
	21	Los componentes son estándar y de fabricación nacional	Porcentaje de componentes de fabricación nacional	%	>60	CUMPLE
	22	El producto está fabricado con materiales resistentes al impacto	Resistencia de materiales al impacto	Materiales	-	CUMPLE

	23	El producto está fabricado con materiales resistentes al rayado	Resistencia de materiales al rayado	Materiales	-	CUMPLE
	24	El producto está fabricado con materiales resistentes a la corrosión	Resistencia de materiales a la corrosión	Materiales	-	CUMPLE
	25	Materiales de fabricación nacional	Porcentaje de materiales nacionales	%	>70	CUMPLE
MANUFACTURA	26	Los componentes están bien ensamblados	Tolerancias dimensionales	mm	+/-0.5	CUMPLE
	27	Materiales que involucren procesos de manufactura nacional	Porcentaje de procesos nacionales	%	>60	CUMPLE
AMBIENTAL	28	Los procesos de manufactura no afectan el medio ambiente	Porcentaje de residuos por pieza	%	<50	CUMPLE
	29	El producto debe tener piezas reciclables	Porcentaje de materiales reciclables	%	>50	CUMPLE
	30	El producto debe tener piezas reutilizables	Porcentaje de piezas reutilizables	%	>50	CUMPLE

Tabla 19. Cumplimiento de requerimientos del PDS

Como se puede observar en la Tabla 19, el Sistema de embalaje propuesto cumple con la mayoría de las especificaciones de diseño de producto definidas en el PDS

5 CONCLUSIONES

- El resultado de la propuesta del sistema de embalaje, es un producto reutilizable y plegable que permite ser retornado de la obra a la empresa con un 75% de ahorro en su volumen final respecto al inicial. Además utiliza materiales recuperados disminuyendo el impacto ambiental generado durante su ciclo de vida.
- El proyecto se desarrolló utilizando los principales pasos propuestos por la metodología IHOBE, la cual aportó a disminuir los impactos ambientales del sistema de embalaje durante su ciclo de vida.
- De los resultados de la investigación de los motivantes internos y externos de la compañía y el ACV se plantearon 30 criterios en el PDS. El sistema de embalaje propuesto cumplió 27 requerimientos, por lo que se puede concluir que se satisfizo el 90% de los requerimientos planteados durante el proceso de investigación.
- El 90% de los materiales utilizados en la fabricación del producto están constituidos por materiales recuperados, cumpliendo así el requerimiento de disminuir los impactos ambientales generados por el material anteriormente utilizado para su construcción (ver Ilustración 21). Los materiales presentan además especificaciones de resistencia, lo que le permite ser un producto reutilizable amentando así la durabilidad del mismo.
- La etapa que requería de una mayor intervención era la etapa de Producción (ver Ilustración 26). Al generar un sistema de embalaje retornable y reutilizable, se aumenta el ciclo de vida del producto, y se disminuyen los impactos durante la etapa de producción, ya que no es necesario fabricar una caja por ascensor, sino que se fabrica sólo una vez al principio del ciclo y los consumos allí generados se dividen entre la cantidad den ascensores enviados en dicha caja a obra.
- Tanto los procesos de manufactura, como los materiales considerados para la fabricación del sistema de embalaje son de consecución nacional y preferiblemente

local. No se tuvieron en cuenta procesos y materiales que no cumplieren con dichos parámetros.

6 RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la empresa MELCO DE Colombia LTDA. realizar un estudio de factibilidad para hacer uso del sistema de embalaje propuesto para los envíos al exterior y no sólo en los envíos nacionales.
- Se recomienda no limitar el análisis de ciclo de vida del producto a los procesos incluidos dentro de la empresa y tener en cuenta las etapas de extracción y transformación de la materia prima para obtener datos más precisos.
- Actualizar las opciones de materiales de bajo impacto disponibles en el mercado colombiano, como por ejemplo la madera de café entre otros que durante el desarrollo del proyecto no estuvieron disponibles para la venta en Colombia.
- Procurar que el sistema de embalaje utilizado cumpla con todas la especificaciones de diseño del PDS, ya que éstas representan tanto los requerimientos de la empresa, como los requerimientos ambientales y tradicionales del producto.
- Realizar un Análisis de Ciclo de Vida al sistema de embalaje propuesto para determinar los impactos ambientales que sus procesos y materiales generarían.

7 BIBLIOGRAFÍA

Casa Ferretera S.A. (30 de Septiembre de 2010). Casa Ferretera S.A. *Todo en Ferretería* . Medellín, Antioquia, Colombia.

Cross, N. (2008). *Engineering Design Methods: Strategies For Product Design* (Cuarta Edición ed.). Chichester, Inglaterra: Wiley.

Diario Crítico CV. (2008 de Febrero de 2008). *Un proyecto de Ecodiseño mejorará el impacto ambiental de los envases | Noticia en DCCV*. Recuperado el 9 de Octubre de 2010, de <http://www.diariocriticocv.com/noticias/not248884.htm>

ICA - Instituto Colombiano Agropecuario. (2005). *NIMF No. 15, Guía para su Aplicación*. Recuperado el 9 de Octubre de 2010, de <http://www.ica.gov.co/Embalajes.aspx>

IHOBE S.A. (2005). *IHOBE S. A. - EMPRESA*. Recuperado el 12 de Octubre de 2009, de www.ihobe.net

IHOBE S.A. (2000). *Manual práctico de Ecodiseño. Operativa de implantación en 7 pasos*. Bilbao, España.

Instituto Nacional del Cáncer. (2008). *Diccionario del Cáncer*. Recuperado el 12 de Octubre de 2010, de <http://www.cancer.gov/diccionario/>

ITENE . (2010). *ITENE - Instituto Tecnológico del Embalaje, Transporte y Logística*. Recuperado el 9 de Octubre de 2010, de <http://www.itene.com/>

Martini Alfredo S.P.A. (2007). *Martini Alfredo - Cargo Fold 700*. Recuperado el 3 de Octubre de 2010, de <http://www.martinialfredo.it>

MASISA S.A. (2008). *Masisa - Productos*. Recuperado el 10 de Octubre de 2010, de <http://www.masisa.com/col/esp/productos/>

MELCO DE COLOMBIA LTDA. (2009). *MELCO DE COLOMBIA LTDA*. Recuperado el 22 de Septiembre de 2010, de <http://www.melcol.com.co/>

Morris, R. (2009). *The Fundamentals of Product Design*. Lausanne: AVA.

NEFAB S.A. (2010). *Nefab, the global partner for complete packaging solutions*. Recuperado el 3 de Octubre de 2010, de <http://www.nefab.es>

Plastipol S.A. (10 de 09 de 2010). Plastipol. Itagüí, Antioquia, Colombia.

Proexport Colombia - CENPACK. (2003). *Cartilla Empaques y Embalajes para Exportación*. Bogotá.

Representaciones Industriales Orión S.A. (2007). *REPRESENTACIONES INDUSTRIALES ORION*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2010, de <http://www.riorion.com.co/>

S. Zapata. (2009). *PRECIOS ASERRIO CUIVA S.A. AÑO 2009*. Sabaneta.

Sistemas de Empaque y Embalaje: Calidad de Exportación. (2003). *Revista de Logística , Edición 3*.

Smart Packaging Systems. (2008). *Smart Packaging Systems*. Recuperado el 3 de Octubre de 2010, de <http://www.smartpackagingsystems.com/>

Villa, M. (2010). *Proyecto cambio de Huacales*. Medellín: MELCO DE COLOMBIA LTDA.

Wikipedia. (2009). *Tornillo - Wikipedia, la enciclopedia libre*. Recuperado el 9 de Octubre de 2010, de www.wikipedia.org