

CASO PRACTICO: "PRODEMA"**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ECODISEÑO INTEGRAL DE ENVASES Y EMBALAJES -EE7+ EN EL CASO PRÁCTICO DE LA EMPRESA PRODEMA, S.A.****PASO 1. PREPARACIÓN DEL PROYECTO DE ECODISEÑO.****Actividad 1.1. Selección del equipo de trabajo.**

El equipo de trabajo se configuró de manera que se cumpliesen los criterios de organización, capacidad de decisión y carácter multidisciplinar necesarios para el adecuado desarrollo del proyecto. Es por ello que se contó con personal procedente de los diferentes departamentos de la empresa con el fin de considerar todos los puntos de vista en cuanto a la ecodiseño de los sistemas de envase y embalaje de la empresa. Asimismo, y con el fin de apoyar a la empresa en el desarrollo del proyecto de ecodiseño, se contó con el asesoramiento externo de tres técnicos de ITENE. En la tabla 1 se muestra el grupo de trabajo creado para la realización del proyecto de ecodiseño de sistemas de envase y embalaje.

Tabla 1: Equipo de trabajo

NOMBRE	CARGO	EMPRESA
Carlos García	Director Industrial (Coordinador del proyecto)	PRODEMA
Fernando Encío	Director de Calidad, Medio Ambiente y Prevención	PRODEMA
Amaia Beitia	Responsable de Calidad y Medio Ambiente	PRODEMA
Itziar Asenjo	Responsable de Calidad y Medio Ambiente	PRODEMA
Iñaki Ruiz	Director de Unidad de Negocio	PRODEMA
Alex Alzola	Director de Producción	PRODEMA
Genoveva Sanz	Jefa de Producción	PRODEMA
Mercedes Hortal	Responsable de la Línea Tecnológica de Envases y Sostenibilidad	ITENE
Antonio Dobón	Técnico de la línea de Envases y Sostenibilidad	ITENE
José Espi	Técnico de la línea de Envases y Sostenibilidad	ITENE

Actividad 1.2. Definición de factores motivantes.

Con el fin de centrar el proyecto de ecodiseño se procedió a definir cuales eran los factores motivantes que impulsaban a PRODEMA, S.A. a acometer un proyecto de ecodiseño sobre los envases y embalajes. Los principales factores motivantes detectados fueron los siguientes:

- Seguir cumpliendo con las obligaciones legislativas derivadas en materia de envases y embalajes.
- Disponer de medidas de prevención para el Plan Empresarial de Prevención.
- Que las medidas de prevención propuestas sean acordes con las Normas Armonizadas derivadas de la Directiva de Envases.
- Optimizar las cantidades de material de envase con el fin de cumplir con los objetivos de prevención del PEP.
- Optimizar las cantidades de material de envase para reducir costes.
- Disponer de un sistema de embalaje que permita la adecuada protección del producto.

Actividad 1.3. Recopilación de información relativa a los envases y embalajes de la empresa.

Como paso previo a la ejecución del proyecto de Ecodiseño, se recopiló toda la información necesaria respecto a los envases y embalajes utilizados en la empresa. En las siguientes tareas se describe toda esta información.

Tarea 1.3.1. Información general de la empresa.

PRODEMA, S.A. se dedica a la fabricación de revestimientos y pavimentos en base madera destinados al sector de la construcción y la arquitectura. La empresa fue fundada hace más de 100 años, y actualmente está ubicada en Legorreta (Guipúzcoa).

PRODEMA, S.A. cuenta con una serie de productos de madera natural para todo tipo de revestimientos, tanto exteriores como interiores. Para la fabricación de dichos productos, cuenta con dos líneas de producción. El proceso comienza con la recepción de materias primas y auxiliares y la preparación de las mismas (selección de chapa y preparación de alma) para su introducción en el proceso productivo. Con

ellas se elaboran los cuerpos fríos que pasan a la prensa. Cuando el material está prensado, pasa el control de calidad, se mecaniza y se embala para su expedición.



Fig. 1 Instalaciones de PRODEMA, S.A. en Legorreta (Guipuzcoa). Fuente: PRODEMA S.A.

Tarea 1.3.1. Inventario de envases y embalajes.

Los productos fabricados por PRODEMA S.A. se agrupan en dos familias fundamentales:

- **Laminados compactos a alta presión.** Estos productos son paneles de madera a alta presión con base de papel y resina urea formaldehído. Se emplean tanto para uso en exterior como en interior. Sus dimensiones son 2440 x 1220 mm con espesores de 8, 10 y 12 mm. Estos productos suponen aproximadamente el 90% de la producción de la empresa.
- **Paneles de laminado pegados.** Son los utilizados en revestimiento de suelos.

En función de la forma de expedición, cada producto lleva asociado un determinado sistema de envase y embalaje. A continuación se describen todos ellos:

a) Laminados compactos de madera

- a₁) Producto paneles de madera para exterior y ambientes húmedos:

El sistema de embalaje para este tipo de productos consiste en cuatro patines de madera sobre los que se aplica un tablero mártir de mermas de producción. Seguidamente se colocan los tableros laminados compactos a alta presión que se protegen con una plancha de cartón, una lámina cubrepalet y film estirable. Se ponen cantoneras y el conjunto se fleja con fleje de acero (2 tiras transversales y 1 tira longitudinal), con el fin de dar la adecuada compacidad al bulto de carga. Cada tablero lleva film de protección para evitar que se puedan marcar por el rozamiento de unos con otros. A continuación se describen los componentes del sistema de envase y embalaje tipo para estos productos:

- **Film de protección entre tableros:** Cada unidad de tablero laminado compacto lleva una lámina de film adherida, para su protección cuando se apila dentro de la unidad de carga.
- **Tablero mártir:** Se emplea para soportar el conjunto y proteger la mercancía del contacto con los patines de madera, que conforman la parte inferior de la unidad de carga.
- **Plancha de cartón:** Protege toda la parte superior, doblándose a su vez para proteger los laterales y las aristas del conjunto.
- **Funda cubrepalet:** Protege la unidad de carga por la parte superior para evitar que la humedad pueda afectar a la plancha de cartón y los tableros contenidos en el bulto.
- **Cinta adhesiva:** Se coloca primero antes de colocar el film para fijar la plancha de cartón al producto y tras colocar el film para la sujeción de las cantoneras de cartón.
- **Patines de madera:** Se colocan en la parte inferior del conjunto, antes de colocar el film. Cada estructura cuenta con tres tacos y dos láminas de madera superior e inferior, que soportan el peso de la carga y facilitan el traslado de la carga cuando se arrastra. En cada unidad de carga se disponen cuatro de estas estructuras
- **Film estirable de protección:** Todo el conjunto se cubre con film para conferir compacidad y estabilidad a la carga.
- **Cantoneras de cartón:** Tras colocar el film se colocan en las distintas uniones de la arista del producto con fleje metálico para evitar que se marque.

- **Fleje metálico:** Se coloca una cinta longitudinalmente y dos cintas transversalmente, que rodean a todo el conjunto.

En la figura 2 se puede ver un ejemplo de la configuración de la unidad de carga utilizada por PRODEMA, S.A.



Figura 2: Sistema de embalaje utilizado por PRODEMA, S.A para laminados compactos de madera.

En estas configuraciones el peso máximo de producto admisible por unidad de carga es de 1400 kg, y es la configuración utilizada para la realización de envíos a mercado nacional.

En el caso de realizar transporte internacional, el sistema de envase y embalaje es el mismo que el utilizado para el caso del mercado nacional, excepto en el caso de envíos por vía marítima o a determinados países con carreteras en mal estado. En estos dos últimos casos se utiliza el mismo sistema de embalaje descrito anteriormente para mercado nacional pero introduciéndolo en un cajón de madera, a fin de mejorar la protección del bulto de las condiciones del transporte. No obstante, los cajones de madera permiten desmontar la tapa superior con un tablero con tornillos, evitando así la rotura de los flejes (como por ejemplo en operaciones de control de aduanas, etc.).

a₂) Producto paneles de madera para interior

El sistema de envase y embalaje utilizado es un palet con protección de cartón a modo de funda. Al conjunto se le aplican 5 líneas de fleje. En este caso no se utiliza film estirable.

b) Paneles de laminado pegados para suelos

b₁) Laminados pegados en formato pequeño

- **Cajas de cartón:** En cada caja se colocan 10 lamas de producto, a 6 alturas sumando un total de 24 cajas por palet
- **Palet:** Se utiliza un palet de madera por unidad de carga de 2450 x 1880 mm.
- **Film estirable:** No se utiliza

b₂) Laminados pegados formato grande

Se utiliza un sistema de envase y embalaje similar al de productos de interior, pero con cajones de madera.

En la tabla 2 se resumen los sistemas de envases y embalajes anteriormente descritos y utilizados por PRODEMA, S.A.

Tabla 2: Descripción de los sistemas de envases y embalajes utilizados por PRODEMA, S.A.

Tipo de producto		Sistema de envase y embalaje		
Laminados compactos a alta presión	Para exterior y ambientes húmedos	Mercado nacional	Cuatro patines de madera + tablero mártir + plancha de cartón + film estirable y cubrepalet + fleje de acero + film de protección entre láminas	
		Mercado internacional	Envíos por carretera	El mismo sistema que para mercado nacional
			Envíos por vía marítima	Igual que el utilizado para mercado nacional e introduciendo el bulto a su vez en cajones de madera
Paneles laminados pegados para suelos	Laminados pegados en formato pequeño	Cajas de carton + palet + film estirable		

	Laminados pegados formato grande	Cajones de madera + palet + film estirable
--	--	--

Actividad 1.4. Identificación del envase/embalaje a ecodiseñar.

Se eligió como sistema de envase y embalaje a ecodiseñar el utilizado para los tableros laminados compactos a alta presión expedidos a mercado nacional. Las razones para esta elección se fundamentan en que este producto supone aproximadamente el 90% del total de productos fabricados por PRODEMA S.A., y en coherencia con los factores motivantes descritos en la actividad 1.2., especialmente en lo que al Plan Empresarial de Prevención de la empresa. En la figura 2 se muestra un bulto del con el sistema de envase y embalaje seleccionado.

PASO 2. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.

De acuerdo con la metodología, el siguiente paso consiste en la realización de la diagnosis ambiental del sistema de envase y embalaje seleccionado. En este paso se describen todas las actividades que se desarrollaron con el objeto de cuantificar e identificar todos aquellos aspectos e impactos ambientales relativos al envase/embalaje objetivo.

Actividad 2.1. Descripción del ciclo de vida del envase y embalaje.

En la figura 3 se muestra el diagrama de ciclo de vida del sistema de envase y embalaje seleccionado en la actividad 1.4. donde se identifican cada una de las etapas de ciclo de vida en cuestión. El ciclo de vida del sistema de envase y embalaje para productos laminados compactos a alta presión presenta tres etapas diferenciadas: *fabricación* del embalaje (que incluye la extracción y procesado de materias primas), el *transporte* y el *fin de vida* del embalaje.

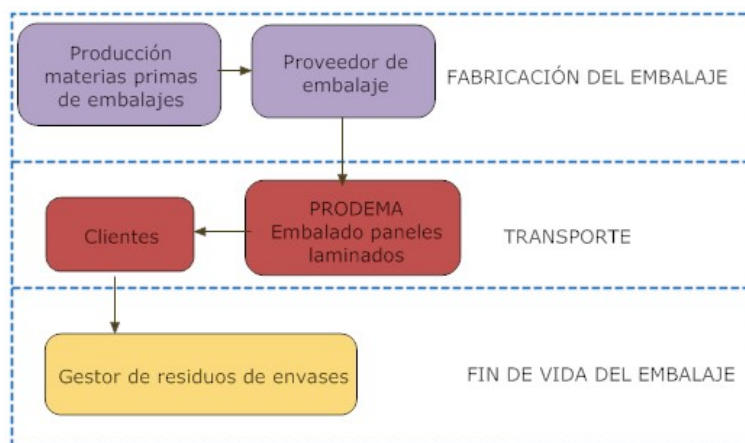


Figura 3. Ciclo de vida del sistema de envase y embalaje seleccionado

El ciclo de vida del sistema de envase y embalaje comienza con la propia extracción de las diferentes materias primas utilizadas, su posterior procesado y fabricación de cada componente del sistema de envase y embalaje.

Los componentes del sistema de envase y embalaje se envían posteriormente desde el proveedor a PRODEMA S.A., siendo la distancia media de transporte de aprovisionamiento de 23 km.

Dichos componentes finalmente se disponen sobre el producto tableros laminados compactos a alta presión para mercado nacional. Como se ha comentado con anterioridad la unidad de carga (también denominada bulto) para este productos se configura sobre cuatro tacos de madera sobre la que se dispone un tablero mártir de laminado compacto a alta presión procedente de mermas de producción. Posteriormente se colocan los tableros de producto final que, a su vez, disponen de una lámina plástica de protección para protegerlos entre si. En la parte superior del bulto se coloca una lámina de cartón y un film cubrepalet, se aplica film estirable a toda la estructura así como cantoneras para proteger adecuadamente los tableros en el momento de aplicar el fleje de acero. Finalmente y se fija la carga con tiras de fleje de acero (una en sentido longitudinal y dos en sentido transversal).

Una vez realizada la colocación de los componentes del sistema de envase y embalaje, se obtiene la unidad de carga que será posteriormente expedida a cliente utilizando camiones de 24 ton.

Finalmente el bulto se envía a los clientes dentro del mercado nacional. Dada la existencia de diferentes distancias de transporte para expedición de los productos a cliente, y a efectos de la realización del diagnóstico ambiental, la distancia media de transporte considerada para la unidad de carga fue de 550 km dentro del mercado nacional, realizada con un camión de 24 toneladas.

Posteriormente, los materiales de embalaje, son retirados durante la fase de colocación del producto y finalmente eliminados a través de los canales de gestión de residuos adecuados.

Actividad 2.2. Evaluación del impacto ambiental del envase y embalaje.

Un paso opcional dentro de la diagnosis ambiental de la metodología de ecodiseño consiste en la realización de una evaluación del impacto ambiental del ciclo de vida del sistema de envase y embalaje estudiado. Como ya se cita en el capítulo 2 de la Guía de Ecodiseño de Envases y Embalajes EE7+, se pueden utilizar diferentes herramientas para cumplir con este objetivo. Para el caso concreto de PRODEMA, S.A. el objetivo era evaluar el impacto ambiental asociado a todas las etapas del ciclo de vida del sistema de envase y embalaje para el producto tableros laminados compactos a alta presión mediante la técnica de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) simplificado.

Dado que el uso de la perspectiva de ciclo de vida considerada implica definir una unidad funcional para la realización del diagnóstico ambiental, se decidió que dicha unidad sería el sistema de envase y embalaje requerido para contener 36 tableros laminados compactos a alta presión de 8 mm de espesor en mercado nacional con el sistema de envase y embalaje descrito en la tabla 3 a una distancia media de 550 km.

Tabla 3: Componentes del sistema de envase y embalaje objeto de estudio

Componente del sistema de envase y embalaje	Material	Cantidad	Peso unitario (kg.)	Peso total por componente de envase y embalaje en la unidad de carga (kg.)
Patines de madera	Madera	4	2,25	9
Tablero mártir	Madera	1	27,88	27,88
Cantoneras de cartón	Cartón	12	0,0225	0,27
Plancha de cartón protectora	Cartón	1	1,85	1,85
Film estirable de protección	Plástico	1	0,78	0,78
Film cubrepalet	Plástico	1	0,48	0,48
Film de protección entre tableros	Plástico	36	0,17	6,12
Fleje metálico longitudinal	Acero	1	1,05	1,05
Fleje metálico transversal	Acero	2		
PESO TOTAL				47,43

Para la realización de esta evaluación de impacto ambiental se definieron unos límites del sistema a considerar en el análisis. De esta manera se excluyó el impacto ambiental causado por el propio producto contenido, así como la fase de colocación del producto, ya que el embalaje utilizado no tiene influencia sobre la colocación del producto.

En la fase de fin de vida se asume que los porcentajes de tratamiento de cada material se corresponden al escenario de residuos medio en España para envases de

carácter industrial o comercial. Lógicamente cada material tiene varios destinos posibles (reciclado, vertedero, etc.) por lo que se ha considerado un escenario de residuos específico para cada tipo de material de embalaje. Dichos porcentajes se expresan en la tabla 4. Asimismo, la distancia media recorrida desde el punto de generación al punto de tratamiento del residuo, se considera que es de unos 25 km de media.

Tabla 4. Escenarios de para el fin de vida de los embalajes clasificados por tipo de material

Material	Destino		
	Vertedero	Reciclado	Incineración
Acero	---	100 %	---
Madera	57 %	43 %	---
Cartón	2 %	98 %	---
Plástico	65 %	35 %	---

Fuentes: INE, ANARPLA, Dpto. Medio Ambiente Gobierno Vasco

La metodología de evaluación del impacto utilizada fue la Ecoindicator 99 I/I v. 2.1. Los resultados del ACV simplificado obtenidos tras la aplicación de la metodología Ecoindicator 99 I/I v. 2.1 se expresan en categorías de impacto, siendo el valor expresado por cada barra la contribución relativa al impacto ambiental de cada etapa del ciclo de vida y/o componente del sistema de envase y embalaje en cada categoría de impacto. Esto significa que los resultados de cada indicador de categoría no son comparables con otras categorías (por ejemplo, no puede compararse el resultado de la categoría de impacto capa de ozono con la categoría de impacto de acidificación/eutrofización). En la tabla 5 se describen brevemente las categorías de impacto consideradas:

Tabla 5. Categorías de impacto consideradas para la realización del Análisis de Ciclo de Vida simplificado

Categoría de impacto	Descripción	Categoría de impacto	Descripción
Sustancias carcinogénicas	Efectos carcinogénicos sobre las personas debidos a la emisión de sustancias cancerígenas al aire, agua y el suelo. Esta categoría de impacto considera sustancias tales como los diferentes metales pesados y diferentes clases de compuestos orgánicos con efectos cancerígenos	Destrucción de la capa de ozono	Daños como consecuencia del incremento de la radiación ultravioleta debida a la liberación a la atmósfera de sustancias destructoras de la capa de ozono como son los cloro fluoro carbonados (CFCs).
Sustancias orgánicas respirables	Daños producidos en el aparato respiratorio de los humanos por inhalación de sustancias orgánicas a la atmósfera causantes del smog de verano	Ecotoxicidad	Daños causados sobre la calidad de los ecosistemas por la emisión de sustancias tóxicas al aire, agua y suelo, como pueden ser el mercurio, el cromo o el zinc

	(COVs, restos de combustibles, disolventes, etc.).		
Sustancias inorgánicas respirables	Daños producidos en el aparato respiratorio de los humanos por inhalación de sustancias inorgánicas liberadas a la atmósfera causantes del smog invernal (óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, partículas en suspensión, hollín, etc.).	Acidificación/eutrofización	Daños causados sobre la calidad de los ecosistemas por la emisión de sustancias acidificantes al aire
Cambio climático	Daños producidos como consecuencia de incremento de las enfermedades y daños sobre la salud producidos por el cambio climático. Esta categoría de impacto considera sustancias tales como el CO2, metano, cloroformo, etc.	Uso del suelo	Daños causados sobre la calidad de los ecosistemas debidos a la ocupación del suelo para fines incompatibles con el uso anterior. Ejemplos son la construcción y uso de carreteras o la sustitución de bosques por tierras de cultivo
Radiación	Daños por exposición a radiaciones radioactivas. Esta categoría de impacto considera todas aquellas sustancias de carácter radiactivo	Uso de minerales	Necesidad de mayor consumo energético para extraer minerales como consecuencia del agotamiento de los recursos. Esto es, mide el agotamiento de los recursos disponibles para las futuras generaciones. Ejemplos son minerales como el hierro, cobre, níquel o el aluminio

En las figuras 4 y 5 se muestran las gráficas resumen de resultados del análisis de ciclo de vida simplificado realizado. En la figura 4 se expresan los resultados en base a las tres fases de ciclo de vida descritas con anterioridad: *Fabricación del embalaje* (incluyendo la extracción y procesado de materias primas) *distribución*, *fin de vida de los embalajes*, y cuyo fin es detectar en que fase del ciclo de vida se concentran los impactos ambientales asociados al sistema de envase y embalaje utilizado.

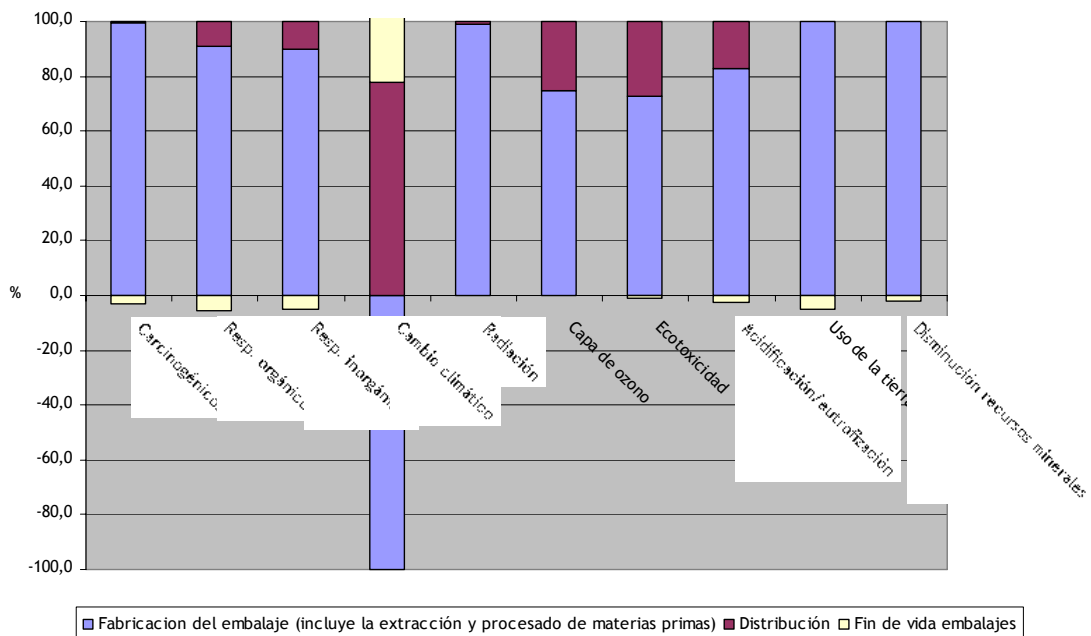


Figura 4: Contribución de las diferentes etapas del ciclo de vida a las diferentes categorías de impacto. Sistema de envase y embalaje de partida

En la figura 4 se observa que la etapa del ciclo de vida de *fabricación* (incluyendo la extracción y procesamiento de materias primas) de los componentes que componen el sistema de embalaje es la que más contribuye al impacto ambiental en la mayor parte de las categorías de impacto. En segundo lugar se encuentra la fase de *distribución*, mientras que la incidencia del *fin de vida* es beneficiosa desde el punto de vista ambiental, aunque en mucha menor medida que las otras dos fases del ciclo de vida consideradas.

En la figura 5 se muestra una gráfica similar, con la diferencia que la fase de fabricación del embalaje se ha desglosado por cada uno de los componentes del sistema de envase y embalaje que forman la unidad de carga o bulto. El objetivo de la gráfica de la figura 5 es conocer que componente del sistema de envase y embalaje contribuye en mayor medida a la generación de impacto ambiental.

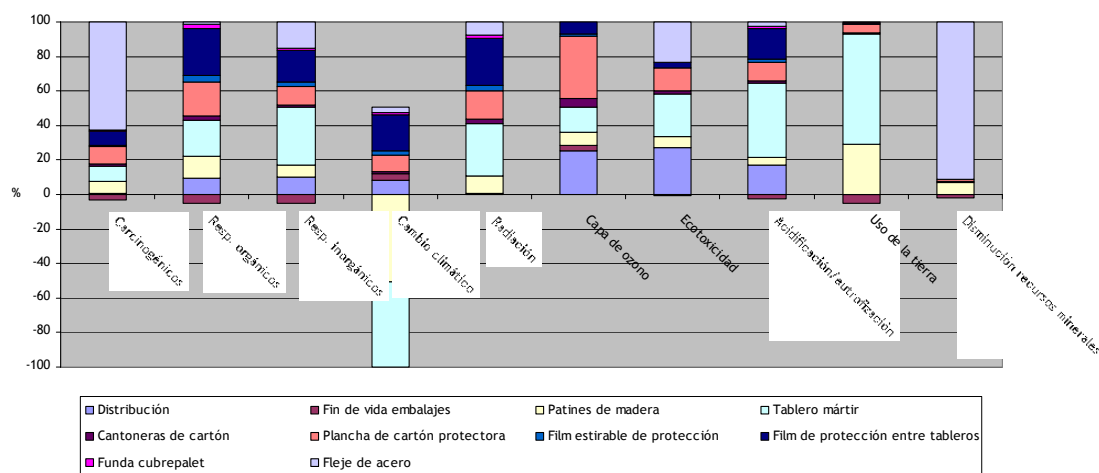


Figura 5: Contribución de los diferentes componentes del envase a las diferentes categorías de impacto. Sistema de envase y embalaje de partida¹

En la figura 5 se observa que el impacto ambiental no se reparte de forma equivalente entre todos los componentes del sistema de envase y embalaje y categorías de impacto. Así, las principales contribuciones al impacto observadas por componente

¹ El ACV realizado es una versión simplificada, por lo que el uso de los resultados se restringe únicamente a efectos orientativos, con fines ilustrativos de un perfil ambiental e internos de la empresa y en ningún caso excluyentes de ninguna de las alternativas planteadas. En caso que se decida profundizar en el mismo se debe realizar un ACV completo y una revisión crítica del mismo, tal y como se establece en las normas internacionales (UNE-EN ISO 14440 y UNE-EN ISO 14044). Se recuerda que la realización de un diagnóstico ambiental es opcional y se llevará a cabo con las herramientas y metodologías de las que la empresa disponga.

son por este orden: las de los flejes de acero, seguidas por las del tablero mártir, las de la plancha de cartón protectora y las láminas protectoras de plástico entre tableros.

Actividad 2.3. Gestión del residuo.

En esta actividad se identifica la gestión actual del residuo generado por el sistema de envase y embalaje seleccionado como objeto del proyecto de ecodiseño, de modo que pueda establecerse una relación entre los parámetros que influyen sobre los requisitos descritos en las Normas Armonizadas derivadas de la Directiva de Envases y sus Residuos. Con el fin de facilitar la tarea de identificación de los requisitos de gestión del residuo, en la tabla 6 se resumen los principales indicadores para el sistema de envase y embalaje empleado para el producto tableros laminados compactos a alta presión.

Tabla 6: Parámetros de valoración de la gestión del residuo de envase y embalaje. Sistema de envase y embalaje de partida

Parámetro	Unidad	Descripción	Normas/Documents de apoyo
Cantidad de residuo de envase generado	47,43 kg	Se refiere a la cantidad de residuo de envase y embalaje generado tras el desembalado de los tableros laminados compactos	Tabla 3. Componentes del sistema de envase y embalaje objeto de estudio
Volumen del envase	1,32 m ³	Se ha calculado suponiendo las dimensiones de la unidad de carga, calculándose como sigue: $V = \text{Anchura} \times \text{Longitud} \times \text{Altura} = 1200 \text{ mm} \times 2440 \text{ mm} \times 450 \text{ mm} = 1,32 \text{ m}^3$	Tabla 3. Componentes del sistema de envase y embalaje objeto de estudio
Valorización del residuo	100 %	La cantidad de residuo de envase y embalaje que se puede valorizar está en función del tipo de valorización que para este caso es el 100% del residuo, dadas las características de los materiales empleados en la fabricación de los componentes del sistema de envase y embalaje, que son madera, plástico, cartón y acero, y probada la existencia de los canales adecuados de recogida, gestión y posterior reciclado.	UNE-EN 13430
Valorización del residuo		Tipo de valorización del residuo de envase y embalaje: Será el reciclado al tratarse de envases y embalajes industriales Condiciones para la separación por materiales del residuo de envase y embalaje: Todos los componentes del sistema de envase y embalaje pueden ser separados adecuadamente por tipo de material, recogidos en las instalaciones del cliente por gestores autorizados y finalmente puestos a disposición de las empresas recicladoras para su tratamiento final.	
Impedimentos a la valorización		Principales impedimentos detectados para la valorización de los residuos de envase y embalaje: No se han detectado potenciales impedimentos al reciclado de los diferentes componentes del sistema de envase y embalaje.	UNE CR 13688

NOTA: No todos los parámetros son cuantificables y/o evaluables. En algunos casos los resultados son una descripción del parámetro concreto que se indica.

Actividad 2.4. Requisitos legales y normativos del envase y embalaje.

En esta actividad se identifican los principales requisitos normativos y legislativos que son de aplicación al sistema de envase y embalaje seleccionado para el proyecto de ecodiseño. Los principales parámetros a evaluar y/o cuantificar se han definido en base a los requisitos esenciales de la Directiva 94/62/CE y de la cual derivan tanto las Normas Armonizadas de Envases y Residuos de Envases (que son voluntarias) y legislación nacional relativa a envases y residuos de envases (de obligado cumplimiento). En la tabla 7 se describen los diferentes parámetros referentes al sistema de envase y embalaje seleccionado para el proyecto de ecodiseño.

Tabla 7: Parámetros derivados de la legislación y normativa vigente. Sistema de envase y embalaje de partida

Origen	Requisito esencial	Norma	Parámetro	Indicador relacionado	Unidades	Instrumento legal	Resultado y forma de cálculo
Directiva 94/62/CE	Minimización del peso y/o volumen de los envases para garantizar la seguridad y aceptación por parte del consumidor del producto envasado.	UNE-EN 13428	Vida útil del envase	Periodo de tiempo de uso del envase	T		Dado que el producto no es perecedero no se el periodo de tiempo de uso no puede definirse
			Ratio cantidad de envase/cantidad de producto.	Cantidad envase/cantidad de producto	AD	PEP	$47,43 \text{ kg}/1200 \text{ kg} = 0,0395$
			Ratio cantidad de residuo de envase generado/Cantidad de producto	Kr/Kp	AD	PEP	$47,43 \text{ kg}/1200 \text{ kg} = 0,0395$
			Ratio volumen de envase/volumen producto.	Volumen de envase/Volumen producto	AD	PEP	$(\text{Ancho} \times \text{Largo} \times \text{Alto}) / (\text{Ancho tablero} \times \text{Largo tablero} \times \text{Espesor tablero} \times \text{Ud de tablero}) = (1200 \text{ mm} \times 2440 \text{ mm} \times 450 \text{ mm}) / (1200 \text{ mm} \times 2440 \text{ mm} \times 8 \text{ mm} \times 36) = 1,613$
	Minimización metales pesados y sustancias peligrosas	Concentración de metales pesados Presencia sustancias peligrosas	Ppm	Ley 11/1997	Los componentes del sistema de envase y embalaje no superan los límites establecidos		
	Fabricación de los envases y embalajes con materiales que	Disponibilidad de sistema adecuado de valorización.				Ley 11/1997- Gestión adecuada del residuo	Las características del sistema de envase y embalaje son adecuadas a los sistemas de valorización existentes

Caso práctico aplicación Guía Ecodiseño de envase y embalaje en PRODEMA

Origen	Requisito esencial	Norma	Parámetro	Indicador relacionado	Unidades	Instrumento legal	Resultado y forma de cálculo
	permitan su valorización	Disponibilidad de sistemas de recogida y clasificación adecuados.					Las características del sistema de envase y embalaje son adecuadas a los sistemas de recogida y clasificación necesarios
		UNE-EN 13430	Separabilidad de componentes.	Separación efectiva de distintos componentes del envase	AD		Los componentes del sistema de envase y embalaje son fácilmente separables
			Porcentaje de reciclabilidad de la unidad funcional de envase.	Reciclabilidad del envase	%		Dadas las características de los materiales empleados en la fabricación de los componentes del sistema de envase y embalaje, que son madera, plástico, cartón y acero, y por la existencia de los canales adecuados de recogida, gestión y posterior reciclado se concluye que el sistema de envase y embalaje es 100% reciclable
			Identificación de impedimentos.	Existencia de impedimentos al reciclado	AD		Dada la naturaleza de los materiales empleados en la fabricación de los elementos del sistema de envase y embalaje objetivo, no se esperan impedimentos al proceso de reciclado.

AD: Adimensional






NOTA: No todos los parámetros son cuantificables y/o evaluables. En algunos casos los resultados son una descripción del parámetro concreto que se indica. Asimismo, no todos los parámetros pueden ser cuantificados debido a la naturaleza del envase y embalaje objeto de estudio.

PASO 3. ACCIONES DE MEJORA.

Actividad 3.1. Identificación de estrategias de ecodiseño.

De acuerdo con los resultados de la evaluación del impacto ambiental del sistema de envase y embalaje seleccionado mostrados en la Actividad 2.2., la etapa del ciclo de vida donde deberían centrarse las actuaciones de ecodiseño es fundamentalmente la fase de *fabricación del embalaje*, que como se ha comentado incluye tanto la *extracción y procesado de materias primas* como el propio proceso de *fabricación del envase*. En consecuencia las posibles estrategias de ecodiseño que podrían resultar de aplicación sobre el sistema de envase seleccionado son las mostradas en la figura 6.

Figura 6. Identificación de las fases de ciclo de vida y las estrategias de ecodiseño

ETAPA DEL CICLO DE VIDA	EXTRACCIÓN Y PROCESADO DE MATERIAS PRIMAS	FABRICACIÓN DEL ENVASE	ENVASADO Y EMBALADO DEL PRODUCTO	DISTRIBUCIÓN Y USO			FIN DE VIDA DEL ENVASE	
								
ESTRATEGIA DE ECODISEÑO	USO DE MATERIAS PRIMAS DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL	OPTIMIZAR LA RELACIÓN CONTINENTE / CONTENIDO	OPTIMIZAR LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DEL ENVASE	REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL EN LA FASE DE LLENADO Y EMBALADO	INTRODUCIR MEJORAS AMBIENTALES EN EL TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DEL ENVASE	AUMENTAR LA VIDA ÚTIL DEL ENVASE	OPTIMIZAR LA FUNCIÓN DEL ENVASE	REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL EN LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE ENVASE

Una vez seleccionadas las estrategias de ecodiseño, se realiza una primera evaluación de su aplicabilidad al sistema de envase y embalaje objeto de estudio, de esta manera podrán seleccionarse de forma justificada aquellas estrategias de ecodiseño que sean factibles para el sistema de envase y embalaje seleccionado. En la tabla 8, se resume la evaluación y selección de las estrategias de ecodiseño realizadas para el sistema de envase y embalaje del producto tableros laminados compactos a alta presión de PRODEMA, S.A.

Tabla 8. Identificación y selección de las estrategias de ecodiseño

Fase del ciclo de vida susceptible de actuación	Estrategia de ecodiseño	Justificación para su selección o rechazo	Seleccionada (SI/NO)
Extracción y procesado de materias primas	Uso de materias primas de bajo impacto ambiental	La empresa si que puede influir sobre esta estrategia, en tanto que es su decisión el poder emplear un material u otro entre los disponibles en el mercado y que cumplan las exigencias técnicas necesarias	SI
Fabricación del envase	Optimizar la relación continente/contenido	Dadas las características de los envases estudiados, es conveniente considerar la modificación del envase en cuanto a reducir su peso o eliminar componentes / partes innecesarias.	SI

	Optimizar los procesos de fabricación del envase	La empresa no se dedica a la fabricación de envases por lo que no puede influir en la optimización de los procesos de fabricación del envase	NO
--	--	--	----

Dado que PRODEMA S.A. no se dedica a la fabricación de envases, la estrategia de ecodiseño de optimización de los procesos de fabricación del envase quedó descartada. Así pues las dos estrategias de ecodiseño finalmente seleccionadas fueron el uso de materias primas de bajo impacto ambiental así como la de optimización de la relación continente/contenido.

Actividad 3.2. Identificación y selección de medidas de mejora ambiental.

De acuerdo con la metodología utilizada, cada una de las estrategias de ecodiseño lleva asociada una serie de medidas genéricas orientadas de mejora ambiental, entre las que se incluyen varias opciones, cuya puntuación general se resume en la tabla 9.

El objetivo de este procedimiento es el de identificar que medidas presentan una mejor perspectiva de utilización para el ecodiseño del sistema de envase y embalaje seleccionado. Como las fases del ciclo de vida donde se concentran la mayor parte de los impactos de ciclo de vida son la fase de extracción y procesado de materias primas así como la fase de fabricación del envase, a continuación se identificarán las medidas asociadas a dichas estrategias.

Tabla 9. Tabla-resumen de estrategias y medidas genéricas de ecodiseño potenciales

Fase del ciclo de vida susceptible de actuación	Estrategia de ecodiseño	Medidas de ecodiseño asociadas	Código medida	Valoración general de la medida de ecodiseño (véase fichas)	Justificación para la selección o rechazo de la medida de ecodiseño	Selección de la medida de ecodiseño (SI/NO)
Extracción y procesado de materias primas	Uso de materias primas de bajo impacto ambiental	Uso de materias primas renovables	FG-MP-01	40,4	No existen en el mercado materiales acordes a las especificaciones técnicas necesarias para el sistema de envase y embalaje en cuestión	NO

Caso práctico aplicación Guía Ecodiseño de envase y embalaje en PRODEMA

		Uso de materias primas exentas de metales pesados u otras sustancias nocivas para el medio ambiente	FG-MP-02	39,2	Ya se utilizan materiales de esta clase	NO
		Uso de materias primas recicladas	FG-MP-03	34,4	El uso de materiales reciclados no supone a priori un impedimento para que el sistema de envase y embalaje proteja adecuadamente el producto	SI
Fabricación del envase	Optimizar la relación continente/contenido	Minimizar aquellos componentes o partes del envase superfluo	FG-FA-04	59,2	Dadas las características del sistema de envase y embalaje a ecodiseñar, formado por varios componentes, podría estudiarse si alguno de los componentes anteriores es o no necesario	SI
		Reducción del peso de materias primas del envase	FG-FA-05	50,1	Se considera viable poder llevar a cabo acciones tales como la disminución de galgas, espesores, etc. debido a la presencia de diferentes componentes de envase y embalaje en la unidad de carga	SI
		Reducción del volumen del envase	FG-FA-06	55,5	No es factible, ya que se considera que el sistema de envase y embalaje se encuentra optimizado en cuanto a su volumen	NO

De aquellas medidas genéricas de ecodiseño que hayan sido finalmente seleccionadas, la valoración general de la medida puede utilizarse como indicador preliminar para conocer la adecuación de la medida al sistema de envase y embalaje seleccionado.

Actividad 3.3: Identificación de acciones de mejora ambiental

De acuerdo con las medidas genéricas de ecodiseño seleccionadas en la actividad anterior, se procedió a aportar ideas para la definición de acciones concretas de ecodiseño a aplicar sobre el sistema de envase y embalaje seleccionado. Las principales acciones de mejora ambiental concretas para el ecodiseño del sistema de envase y embalaje seleccionado se resumen en la tabla 10:

Tabla 10. Identificación de las acciones de ecodiseño

Estrategia de ecodiseño	Medida genérica de ecodiseño	Acción de mejora ambiental concreta	Componente del sistema de envase y embalaje afectado	Material	Observaciones
Optimizar la relación continente/ contenido	Reducción en peso de materias primas del envase	Sustitución por cartón de tipo microcanal	Plancha de cartón	Cartón simple cara de canal B	---
	Reducción en peso de materias primas del envase	Sustitución por cartón guitarra			---
	Reducción en peso de materias primas del envase	Sustitución del taco de madera por taco de EPS (poliestireno expandido)	Patin de madera	Madera	El EPS, además de cómo material de amortiguamiento, puede utilizarse en la fabricación de embalajes. Sin embargo, por sus características es admisible solo para pesos ligeros (sobre 600 kg), empleándose ante todo para alimentación, farmacia y transporte aéreo, pero no para cargas pesadas.
	Reducción en peso de materias primas del envase	Eliminar la tabla superior que compone el patin			Su implantación a corto/medio plazo se prevé complicada puesto que es un componente crítico en la estructura del sistema de envase y embalaje seleccionado
	Reducción en peso de materias primas del envase	Reducir la distancia entre los tacos del patin y como consecuencia de las dimensiones del patin			Su implantación a corto/medio plazo se prevé complicada puesto que es un componente crítico en la estructura del sistema de envase y embalaje seleccionado

	Reducción en peso de materias primas del envase	Cambiar el fleje de acero por fleje de PET	Fleje metálico	Acero	---
	Reducción en peso de materias primas del envase	Reducción de la galga del film estirable	Film estirable de protección	Plástico	---
	Minimizar aquellos componentes o partes del envase superfluo	Reducción el número de vueltas de film en la unidad de carga			El control del número de vueltas de film es un parámetro difícil de controlar. Además el solapamiento entre tiras de film es mínimo, así como la cantidad aplicada
Uso de materias primas de bajo impacto ambiental	Uso de materias primas recicladas	Sustitución del taco de madera del patin por taco de aglomerado	Patín de madera	Madera	Los tacos de aglomerado son mas pesados que los de madera natural, pues la densidad del aglomerado (700 kg./m ³) es superior al de la madera natural (la de pino por ejemplo es de 500 kg./m ³)

Actividad 3.4. Selección de las acciones de mejora ambiental.

Una vez identificadas las acciones de mejora ambiental concretas a aplicar sobre el sistema de envase y embalaje empleado para los tableros laminados compactos a alta presión destinados a mercado nacional, se procedió a seleccionar aquellas acciones de mejora ambiental concretas a desarrollar por la empresa. Para ello se realizó un proceso de selección en dos etapas consecutivas: en una primera etapa la evaluación de la viabilidad de las acciones de mejora propuestas y en la segunda etapa la valoración global de cada una de estas acciones. En los apartados siguientes se describen las tareas realizadas en el proceso de selección de las acciones de mejora ambiental.

Tarea 3.4.1. Valoración de la viabilidad

El primer paso del proceso de selección consistió en la valoración de la viabilidad de las acciones de mejora ambiental propuestas. Se trata de un paso opcional, pero muy recomendable para la adecuada selección de las acciones de mejora ambiental concretas, en tanto que se tuvieron en cuenta las principales limitaciones expresadas

por PRODEMA, S.A. en cuanto a los diferentes aspectos que afectaban al sistema de envase y embalaje, y que se resumen a continuación:

- No se pueden utilizar europalets para distribuir el producto.
- La estabilidad de las unidades de carga al hacer remonte.
- Limitaciones ante el control en las operaciones de transporte, pues éste se subcontrata a otra empresa.
- Las incidencias producidas en las operaciones de transporte, principalmente por roturas de los tableros por las esquinas.
- El tipo de clientes y producto impide que se puedan utilizar envases reutilizables mediante un Sistema de Depósito, Devolución y Retorno (SDDR).
- La empresa no está dispuesta a cambiar totalmente el sistema de envase y embalaje, pues el coste que supone este cambio se considera muy elevado.
- El fleje de acero que emplean en la actualidad es más pesado que el utilizado en años anteriores.

Teniendo en cuenta las limitaciones existentes, la valoración de la viabilidad se efectuó mediante el desarrollo de la tabla 11, en la cual se evalúa la viabilidad de las diferentes acciones de mejora ambiental propuestas en base a criterios técnicos, económicos, comerciales, ambientales así como de respuesta a los factores motivantes citados en la actividad 1.2.

Tabla 11. Valoración de la viabilidad de las acciones de ecodiseño

Componente del sistema de envase y embalaje afectado	Acción de mejora ambiental concreta	Viabilidad técnica	Viabilidad económica	Viabilidad comercial	Viabilidad ambiental	Factores motivantes	Priorización (CP/MP/LP)	Puntuación
Plancha de cartón protectora	Sustitución por cartón de tipo microcanal	-2	-1	0	2	1	MP	0
	Sustitución por cartón guitarra	-2	-1	0	2	1	MP	0
Patin de madera	Sustitución del taco de madera por taco de aglomerado	1	1	0	-2	-1	LP	-1
	Sustitución del taco de madera por taco de EPS (poliestireno expandido)	-2	1	-2	-1	-1	LP	-5

	Eliminar la tabla superior que compone el patín	-1	2	0	2	2	LP	5
	Reducir la distancia entre los tacos del patín	1	1	0	1	1	LP	4
Film estirable de protección	Reducción el número de vueltas de film en la unidad de carga	-1	0	0	0	0	---	-1
	Reducción de la galga del film estirable	-1	0	0	0	0	---	-1
Fleje metálico	Cambiar el fleje de acero por fleje de PET	2	1	2	2	2	CP	9

Tarea 3.4.2. Valoración global de la acción

En vista de los resultados obtenidos en la tarea anterior, se seleccionaron aquellas medidas cuya valoración de la viabilidad fuese mayor que cero, que son las que se muestran en la tabla 12 por orden de puntuación:

Tabla 12. Acciones de ecodiseño seleccionadas

Componente del sistema de envase y embalaje afectado	Acción de mejora ambiental concreta	Puntuación
Fleje metálico	Cambiar el fleje de acero por fleje de PET	9
Patin de madera	Eliminar la tabla superior que compone el patín	5
	Reducir la distancia entre los tacos del patín	4

Para evaluar cual de estas acciones concretas de mejora ambiental sobre el sistema de envase y embalaje seleccionado presentaban una mejor adecuación a las limitaciones y factores motivantes descritas por PRODEMA, S.A., se valoraron cada una de estas acciones de acuerdo con la metodología descrita en el Anejo 3 de la Guía de Ecodiseño de Envases y Embalajes EE7+. Los resultados obtenidos tras la valoración global de cada acción de mejora concreta se muestran a continuación:

Hoja 1 Datos de partida (DP)

TIPOLOGÍA DE EMPRESA QUE REALIZA EL ECODISEÑO: Fabricación de revestimientos y pavimentos en base madera

ENVASE QUE SE PRETENDE ECODISEÑAR: Sistema de envase y embalaje para los tableros laminados compactos a alta presión expedidos a mercado nacional

1. ¿EL ECODISEÑO SE APLICARÁ SOBRE UN ENVASE NUEVO O SOBRE UN ENVASE YA EXISTENTE (REDISEÑO)?

Diseño de un nuevo envase Rediseño de un envase ya existente

2. FACTORES MOTIVANTES QUE TENGO EN MI EMPRESA PARA REALIZAR UN ECODISEÑO DE MI ENVASE¹

F1	Seguir cumpliendo con las obligaciones legislativas derivadas en materia de envases y embalajes	Disponer de un sistema de embalaje que permita la adecuada protección del producto	F6
F2	Disponer de medidas de prevención para el Plan Empresarial de Prevención		F7
F3	Que las medidas de prevención propuestas sean acordes con las Normas Armonizadas derivadas de la Directiva de Envases		F8
F4	Optimizar las cantidades de material de envase con el fin de cumplir con los objetivos de prevención del PEP		F9
F5	Optimizar las cantidades de material de envase para reducir costes		F10

F_i: Número total de factores motivantes que tengo = 6

3. LIMITACIONES QUE TENGO EN MI EMPRESA PARA REALIZAR UN ECODISEÑO DE MI ENVASE²

L1	No se pueden utilizar europalets para distribuir el producto	La empresa no está dispuesta a cambiar totalmente el sistema de envase y embalaje, pues el coste que supone este cambio se considera muy elevado	L6
L2	La estabilidad de las unidades de carga al hacer remonte	El fleje de acero que emplean en la actualidad es más pesado que el utilizado en años anteriores	L7
L3	Limitaciones ante el control en las operaciones de transporte, pues éste se subcontrata a otra empresa		L8
L4	Las incidencias producidas en las operaciones de transporte, principalmente por roturas de los tableros por las esquinas		L9
L5	El tipo de clientes y producto impide que se puedan utilizar envases reutilizables mediante un Sistema de Depósito, Devolución y Retorno (SDDR)		L10

L_i: Número total de las limitaciones totales que tengo = 7

¹ Poner una x donde corresponda según el tipo de proyecto que sea - Diseño de un nuevo envase o un rediseño de un envase ya existente
² Escribir los factores motivantes que tiene la empresa para realizar el ecodiseño y anotar el número total (F_i)
³ Escribir las limitaciones que tiene la empresa para realizar el ecodiseño y anotar el número total (L_i)

Medida *Reducción en peso de materias primas del envase*
Acción 1 *Cambiar el fleje de acero por fleje de PET*

A) Factores motivantes que satisface la acción

Marcar con una cruz el grado en que satisface la aplicación de la acción a cada uno de los factores motivantes

	Muy importante	Importante	Poco importante	Nada importante	P _A
F1				x	0
F2	x				1
F3		x			0,6
F4	x				1
F5	x				1
F6	x				1
F7	0				0
F8	0				0
F9	0				0
F10	0				0

F _i	6
F ₆	1
F	6
S _A	4,6
A	79,33

PUNTUACIÓN

	P _A
Muy importante	1
Importante	0,6
Poco importante	0,2
Nada importante	0

B) Limitaciones que restringen la aplicación de la acción

Marcar con una cruz el grado de restricción que tiene la acción sobre cada una de las limitaciones

		Muy restrictiva	Restrictiva	Poco restrictiva	Nada restrictiva	P _B
L1	No se pueden utilizar europalets para distribuir el producto				x	1
L2	La estabilidad de las unidades de carga al hacer remonte	x				0
L3	Limitaciones ante el control en las operaciones de transporte, pues éste se subcontrata a otra empresa	x				0
L4	Las incidencias producidas en las operaciones de transporte, principalmente por roturas de los tableros por las esquinas	x				0
L5	El tipo de clientes y producto impide que se puedan utilizar envases reutilizables mediante un Sistema de Depósito, Devolución y Retorno (SDDR)	x				0
L6	La empresa no está dispuesta a cambiar totalmente el sistema de envase y embalaje, pues el coste que supone este cambio se considera muy elevado	x				0
L7	El feije de acero que emplean en la actualidad es más pesado que el utilizado en años anteriores	x				0
L8						0
L9						0
L10						0

L ₁	7
L ₂	1
L	6
S _B	1
B	42,86

PUNTUACIÓN

	P _B
Muy restrictiva	0
Restrictiva	0,2
Poco restrictiva	0,4
Nada restrictiva	1

C) Etapas del ciclo de vida en las que incide la acción

Marcar con una cruz las etapas del ciclo de vida en las que incide la medida

	Etapas
Extracción y procesamiento de materias primas	
Fabricación del envase	x
Envasado y embalado del producto	
Distribución y uso	x
Fm de vida del envase	x
P _C	60
C'	60

PUNTUACIÓN

Esta medida afecta a ... etapas del ciclo de vida	P _C
1	20
2	40
3	60
4	80
5	100

D) Poder de decisión de la empresa para la implantación de la acción

Marcar con una cruz los agentes que condicionan la implantación de la acción

	Agente
Proveedor	
Fabricante del envase	x
Envasador	x
Distribuidor	x
Cliente final	
Gestor de residuos	
P _D	60
D	60

PUNTUACIÓN

Mi poder de decisión sobre esta acción está condicionado por...agentes	P _D
1	100
2	80
3	60
4	40
5	20
6	0

E) Implicaciones de la acción sobre el uso del envase

Implicaciones de la acción sobre el uso del envase según Normas 13428:2004 y 13429:2004				P _E		
11	¿Se prevé incrementar la protección del producto?	Si, aumentará			1	OK
		Permanecerá igual	x	0		
		No, disminuirá				
12	¿Se prevé mejorar el proceso de fabricación del envase?	Si, mejorará			1	OK
		Permanecerá igual	x	0		
		No, empeorará				
13	¿Se prevé mejorar el proceso de envasado/llenado?	Si, mejorará		1	1	OK
		Permanecerá igual	x			
		No, empeorará				
14	¿Se prevé mejorar la logística (transporte / almacenamiento / manipulación) del envase con el producto?	Si, mejorará		1	1	OK
		Permanecerá igual	x			
		No, empeorará				
15	¿Se prevé mejorar la presentación del envase, así como su marketing?	Si, mejorará		1	1	OK
		Permanecerá igual	x			
		No, empeorará				
16	¿Aumentará la aceptación del envase por parte de los usuarios?	Si, aumentará		0	1	OK
		Permanecerá igual	x			
		No, disminuirá				
17	¿El envase aumentará la seguridad del producto que contiene?	Si, aumentará		0	1	OK
		Permanecerá igual	x			
		No, disminuirá				
18	¿Se prevé incrementar la vida útil del envase?	Si, aumentará		0	1	OK
		Permanecerá igual	x			
		No, disminuirá				
19	¿Se podrán asociar funciones utilizando el mismo envase?	Si, aumentará		0	1	OK
		Permanecerá igual	x			
		No, disminuirá				
110	¿El envase será ergonómico?	Si, aumentará		1	1	OK
		Permanecerá igual	x			
		No, disminuirá				
111	¿Es el envase reutilizable?	Si			1	OK
		No	x	0		
S _E				4		
E				36,36		

PUNTUACIÓN		P _E
Si, aumentará / mejorará		1
Permanecerá igual		0
No, disminuirá / empeorará		-1
Si		1
No		0

F) Gestión final del residuo de envase derivada de la aplicación de la acción

Esta medida...				P _F		
G 1	13430:2004 referente a la valorización mediante el reciclado de materiales?	Si		1	1	OK
		No	x			
G 2	13431:2004 referente a la valorización mediante recuperación de energía?	Si			1	OK
		No	x	0		
G 3	13432:2000 referente a la valorización mediante compostaje y biodegradación?	Si			1	OK
		No	x	0		
S _F				1		
F				33,33		

PUNTUACIÓN		P _F
Si		1
No		0

G) Mejora ambiental prevista derivada de la aplicación de la acción

Aspectos ambientales	Definición	Valoración	P _G	Grado de relevancia	R _G	
A1	Materiales	Considera materias primas vírgenes y también auxiliares y secundarias	Se consumen más		0,25	0,25
		Se consumen igual				
		Se consumen menos	x	1		
A2	Transporte y distribución	Considera el espacio de carga de los envases	Necesito más espacio		0,2	0
		Necesito el mismo espacio	x	0		
		Necesito menos espacio				
A3	Residuos sólidos	Residuos generados a lo largo del ciclo de vida del envase	Se generan más		0,18	0,18
		Se generan los mismos				
		Se generan menos	x	1		
A4	Energía	Consumo de energía en todo el ciclo de vida del envase	Se consume más		0,15	0
		Se consume igual				
		Se consume menos	x	1		
A5	Emisiones atmosféricas	Gases de efecto invernadero, dioxinas, furanos, etc.	Se generan más		0,12	0,12
		Se generan las mismas				
		Genero menos	x	1		
A6	Vertidos líquidos	Aguas de proceso, aguas residuales	Se generan más		0,06	0
		Se generan los mismos	x	0		
		Se generan menos				
A7	Consumo de agua	Consumo de agua de proceso	Se consume más		0,04	0
		Se consume lo mismo				
		Se consume menos	x	0		
S _G				0,55		
G				55		

PUNTUACIÓN		P _G
Se consume / genera / necesita espacio		
Más		-1
Igual		0
Menos		1

H) Valoración total de la acción

A	Factores motivantes	79,33
B	Limitaciones	42,86
C	Etapas del ciclo de vida	60
D	Agentes condicionantes	60
E	Implicaciones sobre el uso	36,36
F	Gestión final del residuo de envase	33,33
G	Mejora ambiental	55
V_T	Valoración total	52,83

Medida
Acción 2

Reducción en peso de materias primas del envase
Eliminar la tabla superior que compone el patín

A) Factores motivantes que satisfacen la acción

Marcar con una cruz el grado en que satisface la aplicación de la acción a cada uno de los factores motivantes

	Muy importante	Importante	Poco importante	Nada importante	P _A
F1				x	0
F2	x				1
F3		x			0,6
F4	x				1
F5	x				1
F6	x				1
F7	0				0
F8	0				0
F9	0				0
F10	0				0

F ₁	6
F ₂	1
F ₃	5
S _A	4,6
A	79,33

PUNTUACIÓN

	P _A
Muy importante	1
Importante	0,6
Poco importante	0,2
Nada importante	0

Caso práctico aplicación Guía Ecodiseño de envase y embalaje en PRODEMA

B) Limitaciones que restringen la aplicación de la acción

Marcar con una cruz el grado de restricción que tiene la acción sobre cada una de las limitaciones

		Muy restrictiva	Restrictiva	Poco restrictiva	Nada restrictiva	P _B
L1	No se pueden utilizar europalets para distribuir el producto	x				0
L2	La estabilidad de las unidades de carga al hacer remonte	x				0
L3	Limitaciones ante el control en las operaciones de transporte, pues éste se subcontrata a otra empresa	x				0
L4	Las incidencias producidas en las operaciones de transporte, principalmente por roturas de los tableros por las esquinas	x				0
L5	El tipo de clientes y producto impide que se puedan utilizar envases reutilizables mediante un Sistema de Depósito, Devolución y Retorno (SDDR)	x				0
L6	La empresa no está dispuesta a cambiar totalmente el sistema de envase y embalaje, pues el coste que supone este cambio se considera muy elevado	x				0
L7	El fleje de acero que emplean en la actualidad es más pesado que el utilizado en años anteriores				x	1
L8						0
L9						0
L10						0

L ₁	7
L ₂	1
L ₃	6
S _a	1
B	42,86

PUNTUACIÓN

	P _B
Muy restrictiva	0
Restrictiva	0,2
Poco restrictiva	0,4
Nada restrictiva	1

C) Etapas del ciclo de vida en las que incide la acción

Marcar con una cruz las etapas del ciclo de vida en las que incide la medida

	Etapas
Extracción y procesamiento de materias primas	
Fabricación del envase	x
Envasado y embalado del producto	
Distribución y uso	x
Fin de vida del envase	x

P _C	60
C	60

PUNTUACIÓN

Esta medida afecta a ... etapas del ciclo de vida	P _C
1	20
2	40
3	60
4	80
5	100

D) Poder de decisión de la empresa para la implantación de la acción

Marcar con una cruz los agentes que condicionan la implantación de la acción

	Agente
Proveedor	
Fabricante del envase	x
Envasador	x
Distribuidor	x
Cliente final	
Gestor de residuos	

P _D	60
D	60

PUNTUACIÓN

Mi poder de decisión sobre esta acción está condicionado por...agentes	P _D
1	100
2	80
3	60
4	40
5	20
6	0

F) Gestión final del residuo de envase derivada de la aplicación de la acción

Esta medida...		Si	x	P _F		
G 1	13430:2004 referente a la valorización mediante el reciclado de materiales?	Si	x	1	1	OK
		No				
G 2	13431:2004 referente a la valorización mediante recuperación de energía?	Si		0	1	OK
		No	x			
G 3	13432:2000 referente a la valorización mediante compostaje y biodegradación?	Si		0	1	OK
		No	x			

S _F	1
F	33,33

PUNTUACIÓN

	P _F
Si	1
No	0

G) Mejora ambiental prevista derivada de la aplicación de la acción

Aspectos ambientales	Definición	Valoración	P ₀	Grado de relevancia	R ₀	
A1	Materiales	Se consumen más		0,25	0,25	1 OK
		Se consumen igual				
		Se consumen menos	x			
A2	Transporte y distribución	Necesito más espacio		0,2	0,2	1 OK
		Necesito el mismo espacio				
		Necesito menos espacio	x			
A3	Residuos sólidos	Se generan más		0,18	0,18	1 OK
		Se generan los mismos				
		Se generan menos	x			
A4	Energía	Se consume más		0,15	0	1 OK
		Se consume igual	x			
		Se consume menos				
A5	Emisiones atmosféricas	Se generan más		0,12	0,12	1 OK
		Se generan las mismas				
		Genero menos	x			
A6	Vertidos líquidos	Se generan más		0,06	0	1 OK
		Se generan los mismos	x			
		Se generan menos				
A7	Consumo de agua	Se consume más		0,04	0	1 OK
		Se consume lo mismo	x			
		Se consume menos				

S _G	0,75
G	75

PUNTUACIÓN

Se consume / genera / necesita espacio	P ₀
Más	-1
Igual	0
Menos	1

H) Valoración total de la acción

A	Factores motivantes	79,33
B	Limitaciones	42,86
C	Etapas del ciclo de vida	60
D	Agentes condicionantes	60
E	Implicaciones sobre el uso	-27,27
F	Gestión final del residuo de envase	33,33
G	Mejora ambiental	75
V_T	Valoración total	50,79

Medida Reducción en peso de materias primas del envase
Acción 3 Reducir la distancia entre los tacos del patín y como consecuencia de las dimensiones del patín

A) Factores motivantes que satisface la acción

Marcar con una cruz el grado en que satisface la aplicación de la acción a cada uno de los factores motivantes

	Muy importante	Importante	Poco importante	Nada importante	P _A
F1				x	0
F2	x				1
F3		x			0,6
F4	x				1
F5	x				1
F6	x				1
F7	0				0
F8	0				0
F9	0				0
F10	0				0

F ₁	6
F ₂	1
F ₃	5
S _A	4,6
A	79,33

PUNTUACIÓN

	P _A
Muy importante	1
Importante	0,6
Poco importante	0,2
Nada importante	0

B) Limitaciones que restringen la aplicación de la acción

Marcar con una cruz el grado de restricción que tiene la acción sobre cada una de las limitaciones

	Muy restrictiva	Restrictiva	Poco restrictiva	Nada restrictiva	P _B
L1	x				0
L2	x				0
L3	x				0
L4	x				0
L5	x				0
L6	x				0
L7				x	1
L8	0				0
L9	0				0
L10	0				0

L ₁	7
L ₂	1
L ₃	6
S _B	1
B	42,86

PUNTUACIÓN

	P _B
Muy restrictiva	0
Restrictiva	0,2
Poco restrictiva	0,4
Nada restrictiva	1

C) Etapas del ciclo de vida en las que incide la acción

Marcar con una cruz las etapas del ciclo de vida en las que incide la medida

	Etapas
Extracción y procesado de materias primas	
Fabricación del envase	x
Envasado y embalado del producto	
Distribución y uso	x
Fin de vida del envase	x

P _C	60
C	60

PUNTUACIÓN

Esta medida afecta a ... etapas del ciclo de vida	P _C
1	20
2	40
3	60
4	80
5	100

D) Poder de decisión de la empresa para la implantación de la acción

Marcar con una cruz los agentes que condicionan la implantación de la acción

Proveedor	Agente
Fabricante del envase	x
Envasador	x
Distribuidor	x
Ciente final	
Gestor de residuos	
P_D	60
D	60

PUNTUACIÓN

Mi poder de decisión sobre esta acción está condicionado por...agentes	P _D
1	100
2	80
3	60
4	40
5	20
6	0

F) Gestión final del residuo de envase derivada de la aplicación de la acción

Esta medida...	Si	No	P _F		
G 1 13430:2004 referente a la valorización mediante el reciclado de materiales?		x	1	1	OK
G 2 13431:2004 referente a la valorización mediante recuperación de energía?		x	0	1	OK
G 3 13432:2000 referente a la valorización mediante compostaje y biodegradación?		x	0	1	OK
S_F			1		
F			33,33		

PUNTUACIÓN

	P _F
Si	1
No	0

G) Mejora ambiental prevista derivada de la aplicación de la acción

Aspectos ambientales	Definición	Valoración	P _G	Grado de relevancia	R _G		
A1	Materiales	Considera materias primas vírgenes y también auxiliares y secundarias	Se consumen más		0,25	0,25	1 OK
		Se consumen igual					
		Se consumen menos	x	1			
A2	Transporte y distribución	Considera el espacio de carga de los envases	Necesito más espacio		0,2	0,2	1 OK
		Necesito el mismo espacio					
		Necesito menos espacio	x	1			
A3	Residuos sólidos	Residuos generados a lo largo del ciclo de vida del envase	Se generan más		0,18	0,18	1 OK
		Se generan los mismos					
		Se generan menos	x	1			
A4	Energía	Consumo de energía en todo el ciclo de vida del envase	Se consume más		0,15	0	1 OK
		Se consume igual	x	0			
		Se consume menos					
A5	Emisiones atmosféricas	Gases de efecto invernadero, dioxinas, furanos, etc.	Se generan más		0,12	0,12	1 OK
		Se generan las mismas					
		Se generan menos	x	1			
A6	Vertidos líquidos	Aguas de proceso, aguas residuales	Se generan más		0,06	0	1 OK
		Se generan los mismos	x	0			
		Se generan menos					
A7	Consumo de agua	Consumo de agua de proceso	Se consume más		0,04	0	1 OK
		Se consume lo mismo	x	0			
		Se consume menos					
S_G			0,75				
G			75				

PUNTUACIÓN

Se consume / genera / necesita espacio	P _G
Más	-1
Igual	0
Menos	1

H) Valoración total de la acción

A	Factores motivantes	79,33
B	Limitaciones	42,86
C	Etapas del ciclo de vida	60
D	Agentes condicionantes	60
E	Implicaciones sobre el uso	-27,27
F	Gestión final del residuo de envase	33,33
G	Mejora ambiental	75
V_T	Valoración total	50,79

En la figura 7 se muestra un gráfico con la puntuación total obtenida por cada una de las acciones concretas.

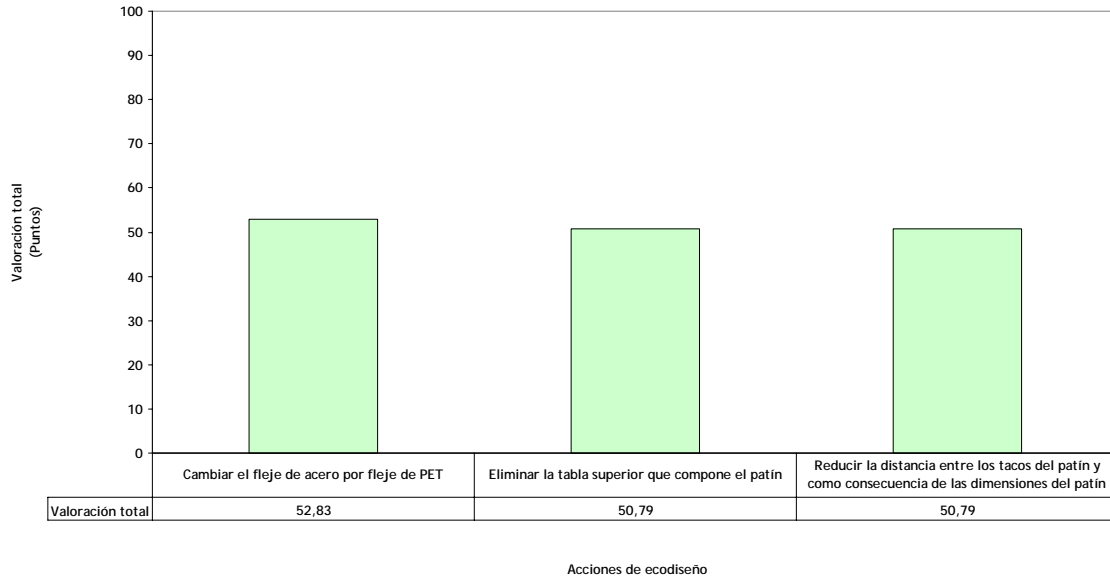


Figura 7: Gráfico comparativo entre las acciones de mejora propuestas

La principal conclusión que puede extraerse de la figura 7 es que la acción de mejora que mejor responde a priori a los condicionantes de la empresa es el cambio del actual fleje de acero por un nuevo fleje de PET, frente a las modificaciones sobre el patín de madera.

No obstante, las tres acciones de mejora concreta seleccionadas fueron finalmente empleadas para el desarrollo de nuevos conceptos del sistema de envase y embalaje, y que se describen con detalle en el Paso 4.

PASO 4. DESARROLLO DE CONCEPTOS.

Actividad 4.1. Elaboración del pliego de condiciones.

Para el desarrollo del nuevo sistema de envase y embalaje para tableros laminados compactos a alta presión a partir de las acciones concretas de mejora ambiental descritas en la Tarea 3.4.2., se elaboró un pliego de condiciones que debería cumplir éste para hacer realidad el nuevo diseño. Este pliego de condiciones recoge los requisitos técnicos, funcionales, ambientales, comerciales y económicos más relevantes que se tuvieron en cuenta en el desarrollo de conceptos. En la tabla 13 se resumen los principales requisitos asociados al pliego de condiciones.

Tabla 13. Extracto del pliego de condiciones para el desarrollo del nuevo concepto de sistema de envase y embalaje

Tipo de requisitos	Descripción
Técnicos	El proceso de envasado del producto no debe de ser muy diferente respecto al que se venía utilizando con anterioridad, por lo que la maquinaria empleada a tal efecto no debe ser modificada sustancialmente
	El sistema de embalaje debe proteger adecuadamente el producto en las condiciones de almacenamiento
	El transporte es subcontratado, por lo que el sistema de envase debe proteger adecuadamente el sistema producto contenido ante eventualidades como la colocación de canto de los bultos de menor altura
	En los procesos de distribución la maquinaria, camiones, etc. deben de seguir siendo los mismos o en todo caso, poder adaptarse al nuevo sistema de envase y embalaje sin que ello suponga un cambio radical
	Que las medidas de prevención sean acordes con las Normas derivadas de la Directiva de Envases
Funcionales	El nuevo sistema de envase y embalaje no debe interferir en las diferentes operaciones de almacenamiento, expedición, distribución y operaciones de colocación del producto
Legales	Es requisito imprescindible que, dado que la empresa está obligada a la presentación de un Plan Empresarial de Prevención de Envases, el nuevo sistema de envase y embalaje permita cumplir con las exigencias en materia de prevención de envases y el resto de obligaciones legislativas
	El nuevo sistema de envase y embalaje debe responder a los requisitos en materia de Prevención de riesgos laborales
Ambientales	El nuevo diseño debe de minimizar los impactos ambientales asociados a todo su ciclo de vida
Comerciales	Que el nuevo sistema de embalaje permita satisfacer las necesidades de los clientes, reduciendo, en la medida de lo posible, el número de reclamaciones sobre productos dañados en la etapa de transporte
	La imagen de la empresa que identifica a sus productos debe quedar inalterada
Económicos	El cambio del sistema de envase y embalaje no debe aumentar el coste asociado al éste

Actividades 4.2. y 4.3. Generación y selección de un nuevo envase/embalaje

De acuerdo con lo descrito en apartados anteriores, se plantearon diferentes acciones de mejora ambiental concreta sobre el sistema de envase y embalaje seleccionando, que fueron evaluadas en base al pliego de condiciones (Tabla 13). Estas acciones son, como se ha comentado:

- Eliminación de la tabla superior del patín de madera.
- Reducción de la distancia entre tacos en el patín de madera.
- Cambio del fleje de acero por uno de poliéster.

Para el caso de las dos acciones orientadas a la realización de modificaciones sobre el patín de madera no se considera que la realización de modificaciones sea viable a corto / medio plazo. Esto se debe principalmente a que la realización de modificaciones sobre la estructura de los patines es un aspecto crucial en la adecuada protección de los productos e implica a su vez adaptaciones en la maquinaria empleada en las operaciones de almacenamiento y distribución del producto. Por tanto, al requerir adaptaciones sobre la maquinaria y equipos de almacenaje y distribución, así como las interferencias que estos cambios puedan ocasionar sobre las operaciones de almacenamiento, expedición, distribución y de colocación del producto, la realización de modificaciones sobre el patín de madera no cumple los requisitos exigidos en el pliego de condiciones.

De esta manera, el nuevo diseño del sistema de envase y embalaje considerará únicamente la sustitución del fleje de acero por fleje de PET, puesto que esta acción si responde adecuadamente a los requisitos especificados en el pliego de condiciones.

PASO 5. DESARROLLO EN DETALLE DEL ENVASE Y EMBALAJE SELECCIONADO.

Actividad 5.1. Definición del envase y embalaje a detalle.

De acuerdo con lo citado en el Paso 4 el nuevo sistema de envase y embalaje es similar al utilizado hasta la fecha por PRODEMA, S.A. con la salvedad de la ya mencionada utilización del fleje de poliéster en lugar del fleje de acero. Así pues, el nuevo sistema de envase y embalaje propuesto tendrá las características mostradas en la tabla 14.

Tabla 14. Descripción detallada del nuevo sistema de embalaje de PRODEMA, S.A., que incorpora la acción de mejora concreta de uso de fleje de poliéster en lugar de fleje de acero

Componente del sistema de envase y embalaje	Material	Cantidad	Peso unitario (kg.)	Peso total por componente de envase y embalaje en la unidad de carga (kg.)
Patines de madera	Madera	4	2,25	9,00
Tablero mártir	Madera	1	27,88	27,88
Cantoneras de cartón	Cartón	12	0,02	0,27
Plancha de cartón protectora	Cartón	1	1,85	1,85
Film estirable de protección	Plástico	1	0,78	0,78
Film cubrepalet	Plástico	1	0,48	0,48
Film de protección entre tableros	Plástico	36	0,17	6,12
Fleje de PET longitudinal	Plástico	1	0,20	0,20
Fleje de PET transversal	Plástico	2		
PESO TOTAL				46,58 (estimado)

En la figura 8 se muestra un ejemplo de la configuración de carga obtenida con la aplicación de la acción de mejora consistente en la sustitución del fleje de acero por fleje de poliéster:

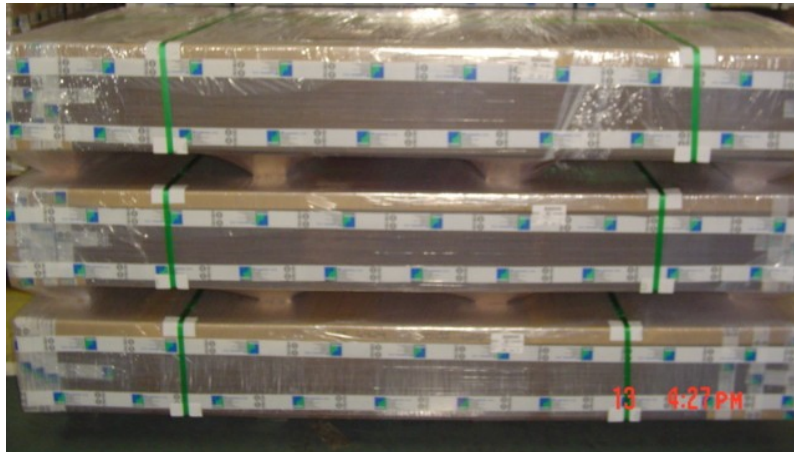


Figura 8: Nuevo sistema de envase y embalaje propuesto

Actividad 5.2. Selección del envase y embalaje definitivo.

Una vez definido el sistema de envase y embalaje a detalle, y con el objetivo de seleccionar el sistema de envase y embalaje definitivo, se desarrollaron los correspondientes ensayos funcionales, para comprobar la adecuación de la acción de mejora de sustitución del fleje de acero por fleje de PET. Para ello se estableció por parte de PRODEMA, S.A. un protocolo de pruebas y ensayos para validar la aplicación de dicha acción. A continuación se describen los pasos dados en el protocolo de ensayos.

1) Búsqueda de proveedores y estudio de las características del material.

Con el fin de poder llevar a la práctica la acción de mejora ambiental concreta descrita, se procedió a contactar con diferentes proveedores de fleje de PET para conocer sus características y precios. De esta manera se pudo obtener visión general del coste y de las características mecánicas del fleje, que de acuerdo con la información recopilada, cumplía los requerimientos descritos en el pliego de condiciones.

2) Realización de pruebas de validación en laboratorio en PRODEMA, S.A.

Esta fase, aunque prevista inicialmente en el protocolo de ensayos, finalmente se desestimó al disponer de suficientes datos como para no resultar necesaria la realización de pruebas de tracción en laboratorio.

3) Realización de pruebas en fábrica.

Durante esta fase se realizaron diferentes pruebas con el nuevo proveedor de fleje de PET para la aplicación de este nuevo material de embalaje en diferentes bultos de producto, en las instalaciones de PRODEMA S.A. Concretamente se llevaron a cabo pruebas de arrastre y de remonte para unidades de carga con los componentes de embalaje propuestos.

Se comprobó si el comportamiento del fleje en el momento de su aplicación era adecuado. Asimismo se comprobó si el comportamiento del nuevo material de embalaje superaba las exigencias de los procesos de arrastre, remonte y almacenamiento. Todas las pruebas realizadas fueron satisfactorias.

En cuanto a los requisitos de seguridad para los operarios en materia de prevención de riesgos laborales se observó una disminución del esfuerzo requerido para el tensado del fleje, así como una sensible disminución del riesgo por cortes.

4) Realización de pruebas con unidades de carga a diferentes clientes

Parte de los bultos preparados con el nuevo fleje de PET fueron enviados a un destino intermedio para realizar una prueba preliminar de comportamiento del nuevo fleje antes de proceder a hacer pruebas de expedición a cliente final. Los bultos fueron enviados de las instalaciones de PRODEMA S.A. en Legorreta (Guipúzcoa) a un destino intermedio de un cliente ubicado en Navarra. Todos los bultos llegaron al destino intermedio adecuadamente, observándose tan sólo algunos bultos donde el fleje se torció ligeramente.

Una vez validadas las pruebas a destino intermedio, se procedió a la expedición de estos envíos al cliente final. Asimismo se enviaron nuevos bultos desde PRODEMA, S.A. directamente a los clientes finales. Con el fin de verificar el adecuado comportamiento del nuevo fleje de PET para la realización de los envíos, se seleccionaron aquellos destinos que mayor número de incidencias habían presentado durante el proceso de transporte y expedición. En todos los casos, los resultados fueron satisfactorios. En la figura 9 se muestran vistas de algunos bultos con fleje de PET.



Figura 9. Vista de bultos con el nuevo sistema de fleje de PET.

5) Validación de los envíos mediante el seguimiento por parte de la Unidad de Negocio de PRODEMA, S.A.

Con el objetivo de finalizar el protocolo de pruebas y verificar el adecuado comportamiento de la acción de mejora consistente en la sustitución del fleje de acero por fleje de poliéster (PET), se realizó un seguimiento de los envíos realizados al cliente final por parte de la Unidad de Negocio de PRODEMA, S.A. De esta manera se aceptaron como válidos todos aquellos pedidos en los que el cliente no hizo constar ninguna reclamación al recibir la mercancía.

Así pues, y a la vista de los resultados obtenidos el nuevo sistema de envase y embalaje quedó configurado tal y como se muestra en la tabla 15.

Tabla 15. Descripción detallada del nuevo sistema de embalaje de PRODEMA, S.A., que incorpora la medida de mejora de uso de fleje de poliéster en lugar de fleje de acero

Componente del sistema de envase y embalaje	Material	Cantidad	Peso unitario (kg.)	Peso total por componente de envase y embalaje en la unidad de carga (kg.)
Patines de madera	Madera	4	2,25	9,00
Tablero mártir	Madera	1	27,88	27,88
Cantoneras de cartón	Cartón	12	0,02	0,27
Plancha de cartón protectora	Cartón	1	1,85	1,85
Film estirable de protección	Plástico	1	0,78	0,78
Film cubrepalet	Plástico	1	0,48	0,48
Film de protección entre tableros	Plástico	36	0,17	6,12
Fleje de PET longitudinal	Plástico	1	0,20	0,20

Fleje de PET transversal	Plástico	2		
PESO TOTAL				46,58

En la figura 10 se muestra un detalle de bultos que incorporan el nuevo fleje de PET.



Figura 10. Vista a detalle de bultos con el nuevo sistema de envase y embalaje que incorpora fleje de PET.

Con el objetivo de definir a detalle el nuevo sistema de envase y embalaje, se recalculó tanto el análisis ambiental como el análisis de los requisitos asociados a los parámetros legales y normativos para el nuevo sistema que incorpora fleje de PET en lugar de fleje de acero.

Para llevar a cabo la evaluación ambiental del nuevo sistema de envase y embalaje seleccionado se realizó un análisis de ciclo de vida simplificado, siguiendo las mismas hipótesis y condiciones descritas en la Actividad 2.2., y cuyos resultados se muestran en la figura 11.

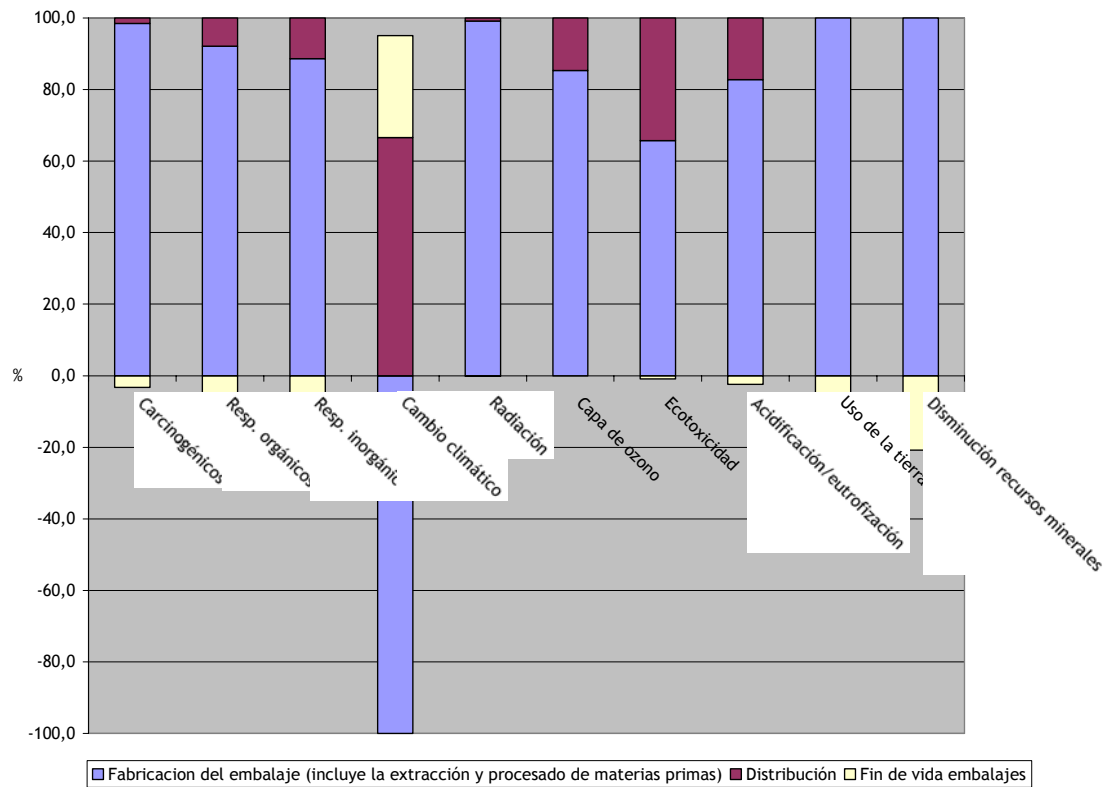


Figura 11: Contribución relativa al impacto ambiental de las diferentes etapas del ciclo de vida para el nuevo sistema de envase y embalaje propuesto

Para el nuevo sistema de envase y embalaje, la etapa de *fabricación* (que incluye la extracción y procesado de las materias primas) es la que mayor contribución relativa al impacto ambiental presenta. Estos resultados son similares a los observados para el antiguo sistema de envase y embalaje, ya que como se ha descrito, en el sistema de envase y embalaje nuevo propuesto, únicamente ha variado uno de sus componentes.

De esta manera, con el fin de evaluar que componentes del sistema de envase y embalaje tienen mayor contribución al impacto ambiental sobre las diferentes categorías de impacto, así como la variación de la contribución relativa al impacto ambiental de cada componente del sistema de envase y embalaje, se procedió a realizar un análisis desglosando la fase de fabricación según los componentes que conforman la nueva unidad de carga. En la figura 12 se muestran los resultados obtenidos para este análisis, en el que también se han incluido las etapas del ciclo de vida de distribución y fin de vida.

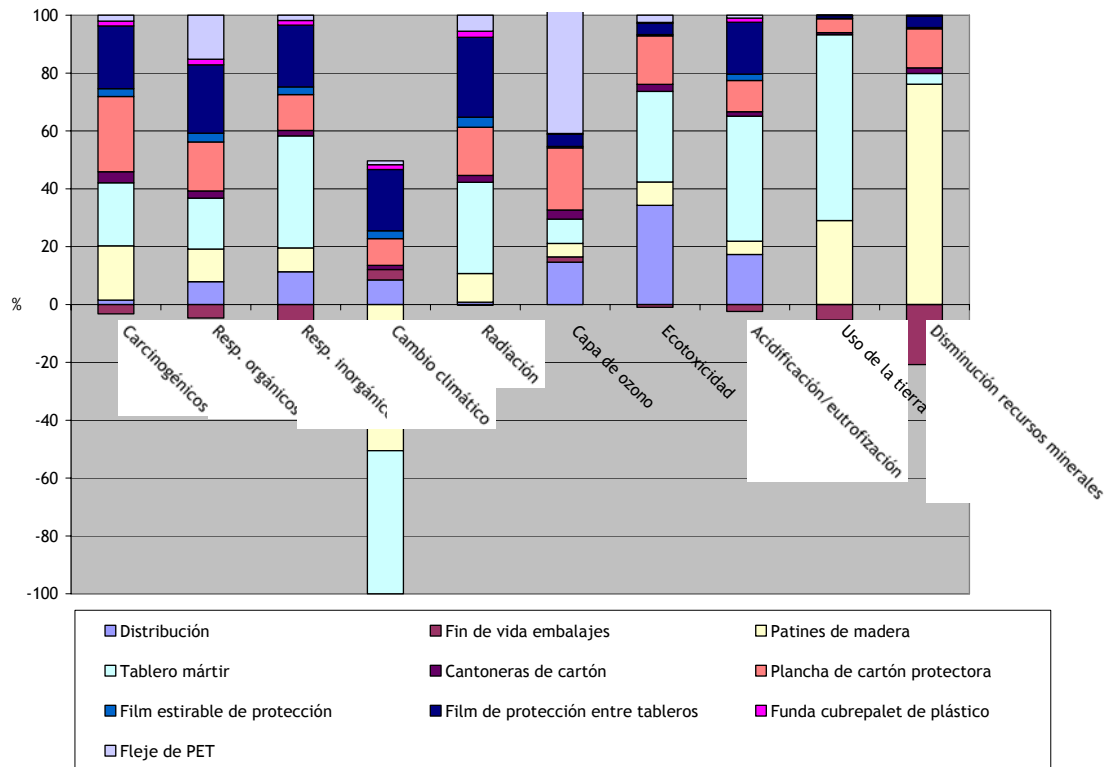


Figura 12: Contribución relativa al impacto ambiental de los diferentes componentes del envase y fases del ciclo de vida para el nuevo sistema de envase y embalaje propuesto²

En la figura 12 puede observarse con claridad que el componente del sistema de envase y embalaje con mayor contribución entre las diferentes categorías de impacto ha pasado a ser el tablero mártir, seguido por la plancha de cartón, a continuación las láminas protectoras de plástico entre tableros, los patines de madera, y finalmente el fleje. Por tanto la contribución relativa al impacto ambiental del fleje se ha reducido en gran medida frente al resto de componentes del sistema de envase y embalaje, gracias al cambio de material realizado para este componente.

Asimismo se revisaron los requisitos legales y normativos asociados al nuevo sistema de envase y embalaje para comprobar su adecuación a dichos requisitos (tablas 16 y 17).

² El ACV realizado es una versión simplificada, por lo que el uso de los resultados se restringe únicamente a efectos orientativos, con fines ilustrativos de un perfil ambiental e internos de la empresa y en ningún caso excluyentes de ninguna de las alternativas planteadas. En caso que se decida profundizar en el mismo se debe realizar un ACV completo y una revisión crítica del mismo, tal y como se establece en las normas internacionales (UNE-EN ISO 14440 y UNE-EN ISO 14044). Se recuerda que la realización de un diagnóstico ambiental es opcional y se llevará a cabo con las herramientas y metodologías de las que la empresa disponga.

Tabla 16. Parámetros de valoración de la gestión del residuo del sistema de envase y embalaje ecodiseñado

Parámetro	Unidad	Descripción	Normas/Documentos de apoyo
Cantidad de residuo de envase generado	46,58 kg	Se refiere a la cantidad de residuo de envase y embalaje generado tras el desembalado de los tableros laminados compactos	Tabla 15. Descripción detallada del nuevo sistema de embalaje de PRODEMA, S.A., que incorpora la medida de mejora de uso de fleje de poliéster en lugar de fleje de acero
Volumen del envase	1,32 m ³	Se ha calculado suponiendo las dimensiones de la unidad de carga, calculándose como sigue: $V = \text{Anchura} \times \text{Longitud} \times \text{Altura} = 1200 \text{ mm} \times 2440 \text{ mm} \times 450 \text{ mm} = 1,32 \text{ m}^3$	Tabla 15. Descripción detallada del nuevo sistema de embalaje de PRODEMA, S.A., que incorpora la medida de mejora de uso de fleje de poliéster en lugar de fleje de acero
Valorización del residuo	100 %	La cantidad de residuo de envase y embalaje que se puede valorizar está en función del tipo de valorización que para este caso es el 100% del residuo, dadas las características de los materiales empleados en la fabricación de los componentes del sistema de envase y embalaje, que son madera, plástico, cartón y acero, y probada la existencia de los canales adecuados de recogida, gestión y posterior reciclado.	UNE-EN 13430
Valorización del residuo		Tipo de valorización del residuo de envase y embalaje: Será el reciclado al tratarse de envases y embalajes industriales Condiciones para la separación por materiales del residuo de envase y embalaje: Todos los componentes del sistema de envase y embalaje pueden ser separados adecuadamente por tipo de material, recogidos en las instalaciones del cliente por gestores autorizados y finalmente puestos a disposición de las empresas recicladoras para su tratamiento final.	
Impedimentos a la valorización		Principales impedimentos detectados para la valorización de los residuos de envase y embalaje: No se han detectado potenciales impedimentos al reciclado de los diferentes componentes del sistema de envase y embalaje.	UNE CR 13688

Por otro lado en la tabla 17 se recogen todos parámetros legales y normativos que ya se evaluaron para el sistema de envase y embalaje de partida (Actividad 2.4), pero en este caso para el nuevo sistema de envase y embalaje propuesto.

Tabla 17. Parámetros derivados de la legislación y normativa vigente para el sistema de envase y embalaje ecodiseñado.

Origen	Requisito esencial	Norma	Parámetro	Indicador relacionado	Unidades	Instrumento legal	Resultado y forma de cálculo
Directiva 94/62/CE	Minimización del peso y/o volumen de los envases para garantizar la seguridad y aceptación por parte del consumidor del producto envasado.	UNE-EN 13428	Vida útil del envase	Periodo de tiempo de uso del envase	T		Dado que el producto no es perecedero no se el periodo de tiempo de uso no puede definirse
			Ratio cantidad de envase/cantidad de producto.	Cantidad envase/cantidad de producto	AD	PEP	$46,58 \text{ kg}/1200 \text{ kg} = 0,0388$
			Ratio cantidad de residuo de envase generado/Cantidad de producto	Kr/Kp	AD	PEP	$46,58 \text{ kg}/1200 \text{ kg} = 0,0388$
			Ratio volumen de envase/volumen producto.	Volumen de envase/Volumen producto	AD	PEP	$(\text{Ancho} \times \text{Largo} \times \text{Alto}) / (\text{Ancho tablero} \times \text{Largo tablero} \times \text{Espesor tablero} \times \text{Ud de tablero}) = (1200 \text{ mm} \times 2440 \text{ mm} \times 450 \text{ mm}) / (1200 \text{ mm} \times 2440 \text{ mm} \times 8 \text{ mm} \times 36) = 1,613$
			Minimización metales pesados y sustancias peligrosas	Concentración de metales pesados	Ppm	Ley 11/1997	Los componentes del sistema de envase y embalaje no superan los límites establecidos
Presencia sustancias peligrosas							
Fabricación de los envases y embalajes con materiales que permitan su valorización	Disponibilidad de sistema adecuado de valorización.	Ley 11/1997- Gestión adecuada del residuo				Las características del sistema de envase y embalaje son adecuadas a los sistemas de valorización existentes	
						Las características del sistema de envase y embalaje son adecuadas a los sistemas de recogida y clasificación necesarios	
	Disponibilidad de sistemas de recogida y clasificación adecuados.	UNE-EN 13430	Separabilidad de componentes.	Separación efectiva de distintos componentes del envase	AD	Los componentes del sistema de envase y embalaje son fácilmente separables	

Origen	Requisito esencial	Norma	Parámetro	Indicador relacionado	Unidades	Instrumento legal	Resultado y forma de cálculo
			Porcentaje de reciclabilidad de la unidad funcional de envase.	Reciclabilidad del envase	%		Dadas las características de los materiales empleados en la fabricación de los componentes del sistema de envase y embalaje, que son madera, plástico, y cartón, y por la existencia de los canales adecuados de recogida, gestión y posterior reciclado se concluye que el sistema de envase y embalaje es 100% reciclable
			Identificación de impedimentos.	Existencia de impedimentos al reciclado	AD		Dada la naturaleza de los materiales empleados en la fabricación de los elementos del sistema de envase y embalaje objetivo, no se esperan impedimentos al proceso de reciclado.

PASO 6. PLAN DE ACCIÓN.

Actividad 6.1. Plan de acción a medio y largo plazo.

A la vista de los resultados obtenidos del proceso de ecodiseño, se han detectado una serie de necesidades futuras para la correcta implantación de las medidas de mejora, tanto la validada mediante el protocolo de ensayos, como aquellas que quedaron finalmente en estudio. En la Tabla 18 se describen las acciones futuras a realizar para la adecuada implantación de las medidas así como el plazo de ejecución.

Tabla 18. Plan de acción a medio y largo plazo

Estrategia de ecodiseño	Medida de ecodiseño	Acción concreta de mejora	Estado de implantación	Acciones futuras	Plazo de ejecución
Optimizar la relación continente/contenido	Reducción del peso de materias primas del envase	Cambio del fleje de acero por fleje de poliéster	En proceso	Total implantación del fleje de poliéster en todos los pedidos	Corto plazo

Optimizar la relación continente/contenido	Reducción del peso de materias primas del envase	Eliminación de la tabla superior que compone el patín de madera	Medidas no descartadas, pero postpuestas para actuaciones futuras, especialmente por las dificultades que presenta su implantación a corto/medio plazo	Evaluar su posible futura implantación	Largo plazo
Optimizar la relación continente/contenido	Reducción del peso de materias primas del envase	Reducción la distancia entre los tacos del patín de madera y como consecuencia de las dimensiones del patín			

Actividad 6.2. Plan de acción a nivel de empresa.

Actualmente y al margen de las acciones de futura implantación referidas al sistema de envase y embalaje objeto de estudio, PRODEMA S.A. tiene previsto la integración de la metodología de ecodiseño de envases y embalajes dentro de sus procedimientos internos, tanto para envases y embalajes nuevos como para otros existentes.

PASO 7. EVALUACIÓN DE RESULTADOS.

Actividad 7.1. Evaluación del proyecto de ecodiseño de envase y embalaje.

En esta fase se realizó un análisis de los resultados alcanzados tras la realización del proyecto de ecodiseño. Debido a la implantación de la acción de mejora ambiental consistente en el cambio de material en el fleje utilizado, de fleje de acero a fleje de PET, se ha conseguido disminuir el peso de las unidades de carga en 0,85 kg, es decir un 1,8 % el peso total del conjunto (tabla 19).

Tabla 19. Tabla comparativa de materiales

Sistema de envase y embalaje de partida			Sistema de envase y embalaje ecodiseñado		
Componente del sistema de envase y embalaje	Material	Peso total por componente de envase y embalaje en la unidad de carga (kg)	Componente del sistema de envase y embalaje	Material	Peso total por componente de envase y embalaje en la unidad de carga (kg)
Patines de madera	Madera	9	Patines de madera	Madera	9
Tablero mártir	Madera	27,88	Tablero mártir	Madera	27,88
Cantoneras de cartón	Cartón	0,27	Cantoneras de cartón	Cartón	0,27
Plancha de cartón protectora	Cartón	1,85	Plancha de cartón protectora	Cartón	1,85
Film estirable de protección	Plástico	0,78	Film estirable de protección	Plástico	0,78
Film cubrepalet	Plástico	0,48	Film cubrepalet	Plástico	0,48
Film de protección entre tableros	Plástico	6,12	Film de protección entre tableros	Plástico	6,12
Fleje metálico longitudinal	Acero	1,05	Fleje de PET longitudinal	Plástico	0,20
Fleje metálico transversal	Acero		Fleje de PET transversal	Plástico	
TOTAL		47,43	TOTAL		46,58
Ahorro en material de envase y embalaje por unidad de carga = 0,85 kg/ud carga					

Además de la mejora que supone en ahorro de cantidad de material de envase puesta en mercado, la utilización del fleje de PET en lugar de acero supone una importante ventaja en cuanto a seguridad de los operarios, ya que se evita la posibilidad de heridas y cortes por la tensión del fleje de acero, así como por el menor esfuerzo requerido en las operaciones de flejado. En la figura 13 se muestran los bultos con el sistema de envase y embalaje de partida (con fleje de acero) y el nuevo sistema que incorpora el fleje de PET.

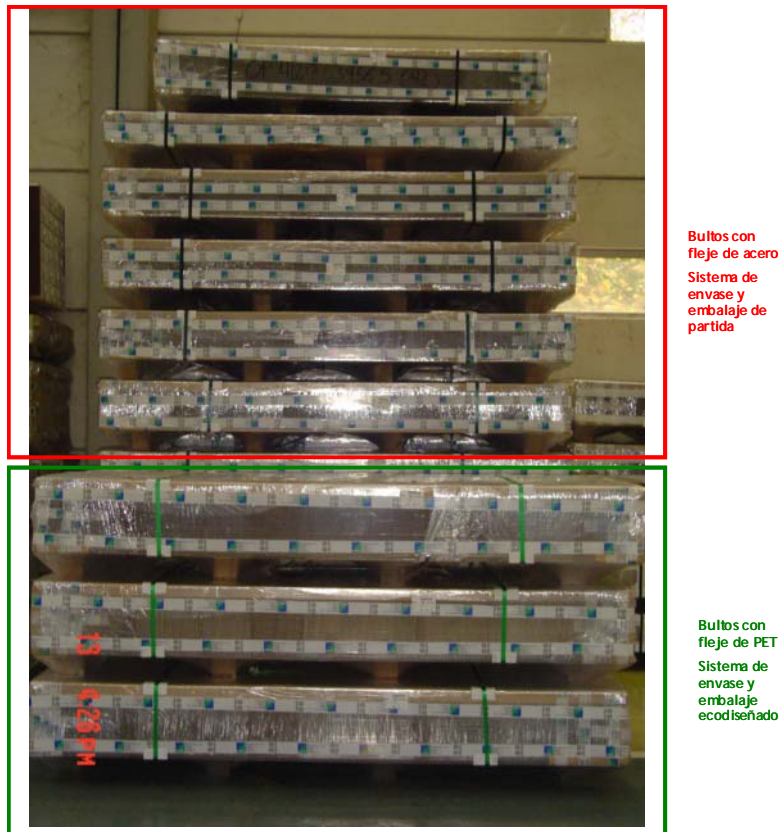


Figura 13: Vista de los sistemas de envase y embalaje de partida (parte superior de la imagen, con fleje de color negro) y el ecodiseñado (parte inferior de la imagen con fleje de color verde).

Asimismo, las pruebas funcionales realizadas demostraron la adecuación del sistema del fleje para el transporte de las cargas, al no haberse registrado hasta el momento ninguna incidencia en los envíos de prueba realizados.

Desde el punto de vista ambiental, la mejora alcanzada también resulta destacable, tanto por la menor utilización de material de envase para la configuración de las unidades de carga como por la sustitución del material empleado en los flejes. Los resultados de la comparación ambiental entre el actual sistema y el nuevo sistema propuesto se muestran en la figura 14.

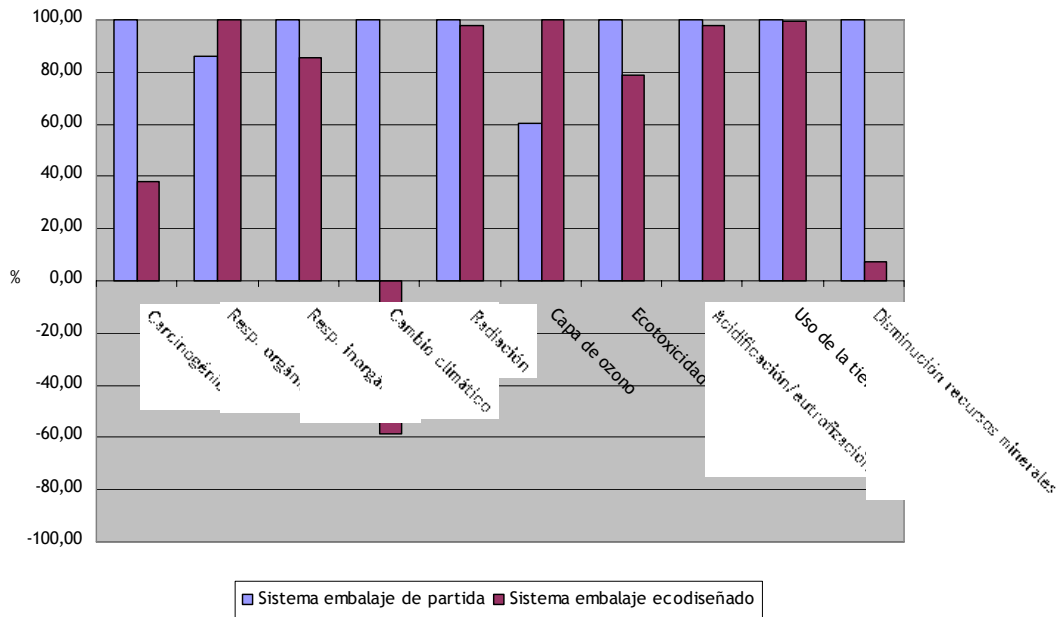


Figura 14: ACV simplificado del sistema de envase y embalaje de partida frente al sistema ecodiseñado³

Tal y como se observa en el gráfico, en ocho de las diez categorías de impacto analizadas el nuevo sistema de envase y embalaje ecodiseñado presenta resultados más favorables que el sistema actual.

Por otra parte, al realizar la comparación del cumplimiento de gestión del residuo (tabla 20) y de los requisitos legales y normativos (tabla 21) se observan algunas mejoras como la reducción del peso de residuo de envase generado o la eliminación del acero como material de envase, aunque buena parte de los parámetros permanecen invariantes respecto al sistema de envase y embalaje de partida.

³ El ACV realizado es una versión simplificada, por lo que el uso de los resultados se restringe únicamente a efectos orientativos, con fines ilustrativos de un perfil ambiental e internos de la empresa y en ningún caso excluyentes de ninguna de las alternativas planteadas. En caso que se decida profundizar en el mismo se debe realizar un ACV completo y una revisión crítica del mismo, tal y como se establece en las normas internacionales (UNE-EN ISO 14440 y UNE-EN ISO 14044). Se recuerda que la realización de un diagnóstico ambiental es opcional y se llevará a cabo con las herramientas y metodologías de las que la empresa disponga.

Tabla 20: Comparación de los parámetros de valoración de la gestión del residuo de envase y embalaje

Parámetro	Sistema de envase y embalaje actual	Sistema de envase y embalaje nuevo ecodiseñado	Descripción	Normas/Documentos de apoyo
Cantidad de residuo de envase generado	47,43 kg	46,58 kg	Se refiere a la cantidad de residuo de envase y embalaje generado tras el desembalado de los tableros laminados compactos	Inventarios de envase y embalaje
Volumen del envase	1,32 m ³	1,32 m ³	Se ha calculado suponiendo las dimensiones de la unidad de carga, calculándose como sigue: $V = \text{Anchura} \times \text{Longitud} \times \text{Altura} = 1200 \text{ mm} \times 2440 \text{ mm} \times 450 \text{ mm} = 1,32 \text{ m}^3$	Inventarios de envase y embalaje
Valorización del residuo	100 %	100 %	La cantidad de residuo de envase y embalaje que se puede valorizar está en función del tipo de valorización que para este caso es el 100% del residuo, dadas las características de los materiales empleados en la fabricación de los componentes del sistema de envase y embalaje, que son madera, plástico, cartón y acero, y probada la existencia de los canales adecuados de recogida, gestión y posterior reciclado.	UNE-EN 13430
Valorización del residuo	<p>Tipo de valorización del residuo de envase y embalaje: Será el reciclado al tratarse de envases y embalajes industriales</p> <p>Condiciones para la separación por materiales del residuo de envase y embalaje: Todos los componentes del sistema de envase y embalaje pueden ser separados adecuadamente por tipo de material, recogidos en las instalaciones del cliente por gestores autorizados y finalmente puestos a disposición de las empresas recicladoras para su tratamiento final.</p>			
Impedimentos a la valorización	Principales impedimentos detectados para la valorización de los residuos de envase y embalaje: No se han detectado potenciales impedimentos al reciclado de los diferentes componentes del sistema de envase y embalaje.			UNE CR 13688

NOTA: No todos los parámetros son cuantificables y/o evaluables. En algunos casos los resultados son una descripción del parámetro concreto que se indica.

Tabla 21. Comparación de parámetros derivados de la legislación y normativa vigente para el sistema de envase y embalaje de partida y el ecodiseñado.

Origen	Requisito esencial	Norma	Parámetro	Indicador relacionado	Unidades	Instrumento legal	Resultado y forma de cálculo para el envase de partida	Resultado y forma de cálculo para el envase ecodiseñado
Directiva 94/62/CE	Minimización del peso y/o volumen de los envases para garantizar la seguridad y aceptación por parte del consumidor del producto envasado.	UNE-EN 13428	Vida útil del envase	Periodo de tiempo de uso del envase	T		Dado que el producto no es perecedero no se el periodo de tiempo de uso no puede definirse	
			Ratio cantidad de envase/cantidad de producto.	Cantidad envase/cantidad producto	AD	PEP	47,43 kg/1200 kg = 0,0395	46,58 kg/1200 kg = 0,0388
			Ratio cantidad de residuo de envase generado/Cantidad de producto	Kr/Kp	AD	PEP	47,43 kg/1200 kg = 0,0395	46,58 kg/1200 kg = 0,0388
			Ratio volumen de envase/volumen producto.	Volumen de envase/Volumen producto	AD	PEP	(Ancho x Largo x Alto) / (Ancho tablero x Largo tablero x Espesor tablero x Ud de tablero) = (1200 mm x 2440 mm x 450 mm) / (1200 mm x 2440 mm x 8 mm x 36) = 1,613	
			Minimización metales pesados y sustancias peligrosas	Concentración de metales pesados	Ppm	Ley 11/1997	Los componentes del sistema de envase y embalaje no superan los límites establecidos	
	Presencia sustancias peligrosas							
	Fabricación de los envases y embalajes con materiales que permitan su valorización	Disponibilidad de sistema adecuado de valorización.		Ley 11/1997- Gestión adecuada del residuo		Las características del sistema de envase y embalaje son adecuadas a los sistemas de valorización existentes		
		Disponibilidad de sistemas de recogida y clasificación adecuados.				Las características del sistema de envase y embalaje son adecuadas a los sistemas de recogida y clasificación necesarios		
		UNE-EN 13430	Separabilidad de componentes.	Separación efectiva de distintos componentes del envase	AD	Los componentes del sistema de envase y embalaje son fácilmente separables		

Origen	Requisito esencial	Norma	Parámetro	Indicador relacionado	Unidades	Instrumento legal	Resultado y forma de cálculo para el envase de partida	Resultado y forma de cálculo para el envase ecodiseñado
			Porcentaje de reciclabilidad de la unidad funcional de envase.	Reciclabilidad del envase	%		Dadas las características de los materiales empleados en la fabricación de los componentes del sistema de envase y embalaje, que son madera, plástico, acero y cartón, y por la existencia de los canales adecuados de recogida, gestión y posterior reciclado se concluye que el sistema de envase y embalaje es 100% reciclable	Dadas las características de los materiales empleados en la fabricación de los componentes del sistema de envase y embalaje, que son madera, plástico, y cartón, y por la existencia de los canales adecuados de recogida, gestión y posterior reciclado se concluye que el sistema de envase y embalaje es 100% reciclable
			Identificación de impedimentos.	Existencia de impedimentos al reciclado	AD		Dada la naturaleza de los materiales empleados en la fabricación de los elementos del sistema de envase y embalaje objetivo, no se esperan impedimentos al proceso de reciclado.	

Actividad 7.2. Comunicaciones y otros documentos.

La incorporación de criterios y requisitos establecidos en la legislación referente a envases y embalajes a la presente metodología de ecodiseño ha facilitado a PRODEMA S.A. seguir cumpliendo adecuadamente con las obligaciones derivadas de la legislación. Concretamente se ha logrado identificar medidas de mejora que permiten el establecimiento de nuevas medidas de prevención para el Plan Empresarial de Prevención de Envases y Residuos de Envases de PRODEMA, S.A. Además esta metodología permitirá a la empresa anticiparse a nuevos requisitos, incorporándolos en la actividad correspondiente.

Por otro lado el presente proyecto servirá como instrumento a la hora de integrar las medidas de mejora/prevención propuestas y las medidas de prevención ya implantadas con las Normas derivadas de la Directiva de Envases.

Además se llevarán a cabo comunicaciones internas que tendrán como objetivo la motivación del personal de la empresa, así como el impulso a la aplicación sobre otros envases y embalajes de la misma metodología. Se espera pues que los propios



Caso práctico aplicación Guía Ecodiseño de envase y embalaje en PRODEMA

resultados actúen como un incentivo para la continuidad de la aplicación sobre otros envases y embalajes.