



## CASO PRACTICO: "TUBOPLAST HISPANIA S.A. HISPANIA S.A."

### PASO 1. PREPARACIÓN DEL PROYECTO DE ECODISEÑO.

#### Actividad 1.1. Selección del equipo de trabajo.

El equipo de trabajo se eligió de manera que se cumpliesen los criterios de organización, capacidad de decisión y carácter multidisciplinar necesarios para el adecuado desarrollo del proyecto. Además de los componentes de la propia empresa se contó con el asesoramiento externo de seis técnicos de ITENE. Así el grupo de trabajo quedó conformado como se indica en la tabla 1:

*Tabla 1: Equipo de trabajo*

NOMBRE	CARGO	EMPRESA
Juan Karlos Garitano	Responsable de Calidad, Medio Ambiente y Seguridad	TUBOPLAST HISPANIA S.A.
Javier Celaya	Jefe de Compras	TUBOPLAST HISPANIA S.A.
Eduardo de Miguel	Responsable de Producto	TUBOPLAST HISPANIA S.A.
Javier Fernández de Mendiola	Director Técnico	TUBOPLAST HISPANIA S.A.
Aritz Ortiz	Apoyo Técnico	TUBOPLAST HISPANIA S.A.
Mercedes Hortal	Responsable de la Línea Tecnológica de Envases y sostenibilidad	ITENE
Carlos López	Técnico de la línea de Envases y Sostenibilidad	ITENE
Antonio Dobón	Técnico de la línea de Envases y Sostenibilidad	ITENE
Manuel García-Romeu	Responsable de la Línea Tecnológica de Soluciones Integrales de Envases y Embalajes	ITENE
Juan Alcaraz	Técnico de la línea de Soluciones Integrales de Envases y Embalajes	ITENE
Enrique De la Cruz	Técnico de la línea de Soluciones Integrales de Envases y Embalajes	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 TUBOPLAST HISPANIA S.A. a llevar a cabo un proyecto de ecodiseño sobre los envases y embalajes. Los principales factores motivantes detectados fueron los siguientes:

- Estandarizar los envases y embalajes utilizados en la actualidad, de manera que se consiguiese reducir referencias.
- Optimizar las cantidades de material de envase para reducir costes.
- Disponer de un sistema de embalaje que permita la adecuada protección del producto.
- 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 derivadas de la Directiva de Envases.

### **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, según se describe a continuación.

#### *Tarea 1.3.1. Información general de la empresa.*

TUBOPLAST HISPANIA S.A. es una empresa situada en Miñano (Alava) dedicada, desde hace más de treinta años, a la fabricación de envases tubulares plásticos y metaloplásticos destinados a diferentes sectores como la cosmética, productos industriales o la alimentación.



*Fig. 1 TUBOPLAST HISPANIA S.A. Centro Tecnológico en Miñano (Álava)*

TUBOPLAST HISPANIA S.A. se fundó en el año 1964. en el que se constituyó en Vitoria la planta de producción, así como su primera oficina comercial, centrando su actividad en la fabricación de tubos de plástico y fundas de plástico para pilas salinas. Desde entonces, la sociedad ha ido ampliando su oferta de productos, su mercado y sus instalaciones.

TUBOPLAST HISPANIA S.A., en su creciente concienciación en la problemática medioambiental ha desarrollado a lo largo de los últimos años acciones previas específicas para la preparación del proyecto:

- Implantación de sistemas de gestión medio ambiental: ISO 14000
- Desarrollo de estudios cuyo objetivo es el re-ecodiseño de sus productos (Proyecto Ecodiseño País Vasco, 2005-2006). En este proyecto se llevó a cabo una reducción de la cantidad de material mediante la aplicación del ecodiseño y el análisis de ciclo de vida sobre uno de sus productos (Proyecto Ecodiseño País Vasco, 2005-2006), donde se demostró cuantitativamente mediante un análisis de ciclo de vida simplificado, que la reducción de cantidad de material implica un impacto medioambiental menor para el producto.



TUBOPLAST HISPANIA S.A. es líder en el mercado español, y una de las referencias en el mercado europeo del sector de fabricación de tubos plásticos y metaloplásticos para aplicaciones cosméticas. La amplia experiencia y el conocimiento generado en la empresa, así como la disponibilidad de diversas técnicas de transformación (extrusión, coextrusión, inyección) permiten discernir que una vez transcurridas las fases preliminares de creación de conocimiento y de determinación de materiales factibles de ser incorporados al proyecto, puedan ser evaluados desde el punto de vista industrial que requiere el proyecto.

Asimismo, el conocimiento de las necesidades del mercado permite que las soluciones a incorporar sean evaluables objetivamente, antes de su implantación en el mercado.

Desde que comienza su actividad en 1964 en la antigua fábrica de Gamarra, hasta el 2001, año en que se inaugura la nueva planta de Miñano dotada de las últimas novedades tecnológicas, hay dos importantes fechas que marcan el crecimiento del grupo empresarial. En 1989 se inaugura en Charmeil, junto a Vichy (Francia), CTL Industries como segundo centro productivo e importante refuerzo para el servicio a clientes europeos. En 1993 se crea una segunda oficina comercial, CTL Packaging ante la creciente demanda de su cartera de clientes. En la actualidad el grupo emplea a más de 600 personas.



*Fig. 2 Planta TUBOPLAST HISPANIA S.A. en Miñano (Álava)*



*Fig. 3 Planta CTL en Charmeil (Francia)*

Tarea 1.3.1. Inventario de envases y embalajes.

Los productos fabricados por TUBOPLAST HISPANIA S.A. se agrupan en tres familias diferentes:

- Tubo laminado
- Tubo cilíndrico
- Tubo elíptico

Los diferentes tipos de tubos tienen un rango de diámetro que oscila desde  $\varnothing 13.5$  mm hasta  $\varnothing 56$  mm y un rango de longitudes entre 70 mm y 240 mm. Para poder transportar estos productos, TUBOPLAST HISPANIA S.A. utiliza cajas de cartón formadas por un fondo y una tapa, y cajas de plástico. En función del tipo de producto a transportar, la caja será la que resista la carga (caja portadora) o el tubo resistirá parte de la carga (tubo portador). En la tabla 2 se detalla el tipo y dimensiones de embalaje utilizado para cada producto.



Tabla 2 Inventario de envases utilizados actualmente por TUBOPLAST HISPANIA S.A.

	Referencia	Descripción	Tapa Correspondiente	Producto
Fondos	4000 7208	Fondo 565x380x205 perf	4000 7100	Para tubos de longitudes $170 < L \leq 240$ mm
	4000 7207	Fondo 565x380x170 perf		Para tubos de longitudes $145 < L \leq 170$ mm
	4000 7205	Fondo 565x380x145 perf		Para tubos de longitudes $125 < L \leq 145$ mm
	4000 7206	Fondo 565x380x125 perf		Para tubos de longitudes $110 < L \leq 125$ mm
	4000 7209	Fondo 565x380x110 perf		Para tubos de longitudes $75 < L \leq 110$ mm
	4000 7215	Fond/Tapa 565x380x70 Auto Portante	4000 7215	Para tubos de longitudes $1 < L \leq 110$ mm
	4000 7250	Fondo 565x380x110 Auto Portante	4000 7102 4000 7104	Para tubos de longitudes $106 < L \leq 171$ mm Para tubos de longitudes $171 < L \leq 250$ mm
Plástico	4000 7175	Fondo Akylux 565x380x205	4000 7105	Para tubos de longitudes $171 < L \leq 243$ mm
	4000 7173	Fondo Akylux 565x380x170		Para tubos de longitudes $143 < L \leq 171$ mm
	4000 7200	Fondo Akylux 565x380x145		Para tubos de longitudes $121 < L \leq 143$ mm
	4000 7171	Fondo Akylux 565x380x130		Para tubos de longitudes $110 < L \leq 125$ mm
	4000 7170	Fondo Akylux 565x380x110		Para tubos de longitudes $1 < L \leq 110$ mm
Tapas	4000 7100	Tapa 592x393x105	---	---
	4000 7102	Tapa 581x389x105	---	---
	4000 7104	Tapa 581x389x145	---	---
	4000 7105	Tapa Akylux 590x388x105	---	---

#### Actividad 1.4. Identificación del envase/embalaje a Ecodiseñar.

De los diferentes embalajes utilizados por TUBOPLAST HISPANIA S.A. para sus productos, se ha escogido para el Ecodiseño los fondos de cartón de referencia 4000 7209, 4000 7206, 4000 7205, 4000 7207 y 4000 7208, dado que son los que presenta un mayor interés para la empresa ser de los envases más utilizados para la expedición de productos. Dichos fondos se tapan con una caja de cartón microcanal referencia 4000 7100.

Los citados fondos están fabricados con cartón, mientras que la tapa conforma está fabricada con cartón microcanal. La caja se conforma por la unión del fondo y la tapa correspondiente. En el interior de la caja, los tubos están protegidos mediante una bolsa protectora de polietileno de baja densidad (LDPE). En la figura 4 se muestra



el interior de una caja en la que se puede apreciar la disposición de los tubos y la bolsa protectora.

En la tabla 3 se detallan las características del envase en función de altura y el tipo de referencia utilizada.



Fig. 4 Envases utilizados inicialmente. Fuente: TUBOPLAST HISPANIA S.A.

Tabla 3 Descripción del envase para tubos con referencias 4000 7205 a 4000 7209

Envase secundario														
Referencia	Fondo de cartón				Tapa de cartón microcanal				Bolsa protectora					
	Dimensiones (mm)			Material	Peso (g)	Dimensiones (mm)			Material	Peso (g)	Referencia	Dimensiones (mm)	Material	Peso (g)
4000 7209	110	380	565	Cartón	225	105	393	592	Cartón Microcanal	155	40035420	1050x610x710	LDPE	21,8
4000 7206	125	380	565	Cartón	245	105	393	592	Cartón Microcanal	155	40035420	1050x610x710	LDPE	21,8
4000 7205	145	380	565	Cartón	293	105	393	592	Cartón Microcanal	155	40035420	1050x610x710	LDPE	21,8
4000 7207	170	380	565	Cartón	346	105	393	592	Cartón Microcanal	155	40035420	1050x610x710	LDPE	21,8
4000 7208	205	380	565	Cartón	421	105	393	592	Cartón Microcanal	155	40035420	1050x610x710	LDPE	21,8

Para la adecuada distribución del producto, las cajas descritas anteriormente se disponen sobre un palet de 1200 x 800 mm formando un mosaico de paletización consistente en la colocación de 4 cajas por piso en columna, siendo variable el número de cajas apiladas según la altura de éstas. En la tabla 4 se detalla el número



de alturas y el número total de cajas dispuestas sobre el palet para cada una las referencias de fondo seleccionados.

*Tabla 4 Número de alturas y cajas transportadas*

Tipo de caja	Niveles del palet	Cajas
4000 7209 Fondo 565x380x110	9	36
4000 7206 Fondo 565x380x125	8	32
4001 7205 Fondo 565x380x145	7	28
4000 7207 Fondo 565x380x170	6	24
4000 7208 Fondo 565x380x205	5	20

Estas cajas van protegidas a su vez con un sistema de embalaje terciario compuesto por una lámina cama colocada en la base del palet y otra lámina cubrepalet en la parte superior. Por último, la unidad de carga se envuelve con film estirable para fijar la carga y evitar desplazamientos de la misma. En la tabla 5 se detalla la composición de los embalajes terciarios.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, el peso total de la unidad de carga queda detallado en la tabla 6.

En la figura 5 se muestra un ejemplo del sistema de embalaje utilizado por TUBOPLAST HISPANIA S.A. y que es objeto del proyecto de ecodiseño.



Tuboplast Hispania

Caso práctico aplicación Guía Ecodiseño de envase y embalaje en TUBOPLAST HISPANIA S.A.

---



*Fig. 5 Sistema de embalaje utilizado actualmente por TUBOPLAST HISPANIA S.A.*



*Tabla 5 Descripción del envase terciario*

Referencia	Envase terciario															
	Palet				Lámina cama				Film estirable				Lámina cubrepalet			
	Referencia	Dimensiones (mm)	Material	Peso (g)	Referencia	Dimensiones (mm)	Material	Peso (g)	Referencia	Dimensiones (mm)	Material	Peso (g)	Referencia	Dimensiones (mm)	Material	Peso (g)
4000 7209	Palet EUR	1200 x 800 x 165	Madera	22000	40022000	1000 x 1200 G150	LDPE	41,4	40032000	Ancho = 500mm Espesor = 20 µm	LDPE	525	40032150	1700 x 1950 Espesor = 40 µm	LDPE	122
4000 7206	Palet EUR	1200 x 800 x 165	Madera	22000	40022000	1000 x 1200 G150	LDPE	41,4	40032000	Ancho = 500mm Espesor = 20 µm	LDPE	525	40032150	1700 x 1950 Espesor = 40 µm	LDPE	122
4000 7205	Palet EUR	1200 x 800 x 165	Madera	22000	40022000	1001 x 1200 G150	LDPE	41,4	40032000	Ancho = 500mm Espesor = 20 µm	LDPE	525	40032150	1701 x 1950 Espesor = 40 µm	LDPE	122
4000 7207	Palet EUR	1200 x 800 x 165	Madera	22000	40022000	1002 x 1200 G150	LDPE	41,4	40032000	Ancho = 500mm Espesor = 20 µm	LDPE	525	40032150	1702 x 1950 Espesor = 40 µm	LDPE	122
4000 7208	Palet EUR	1200 x 800 x 165	Madera	22000	40022000	1003 x 1200 G150	LDPE	41,4	40032000	Ancho = 500mm Espesor = 20 µm	LDPE	525	40032150	1703 x 1950 Espesor = 40 µm	LDPE	122

*Tabla 6 Peso total de la unidad de carga por referencia*

Tipo de caja	Peso por componentes (g)						
	Bolsa protectora	Palet	Lámina cama	Film estirable	Lámina cubrepalet	Caja + tapa de cartón	Total (kg)
4000 7209 Fondo 565x380x110	784,8	22000,0	41,4	525	122	13680,0	37,2



Tuboplast Hispania

Caso práctico aplicación Guía Ecodiseño de envase y embalaje en TUBOPLAST HISPANIA S.A.

---

4000 7206 Fondo 565x380x125	697,6	22000,0	41,4	525	122	12800,0	36,2
4001 7205 Fondo 565x380x145	610,4	22000,0	41,4	525	122	12557,5	35,9
4000 7207 Fondo 565x380x170	523,2	22000,0	41,4	525	122	12028,7	35,2
4000 7208 Fondo 565x380x205	436,0	22000,0	41,4	525	122	11520,0	34,6

## 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 6 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 los productos fabricados por TUBOPLAST HISPANIA S.A. 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.

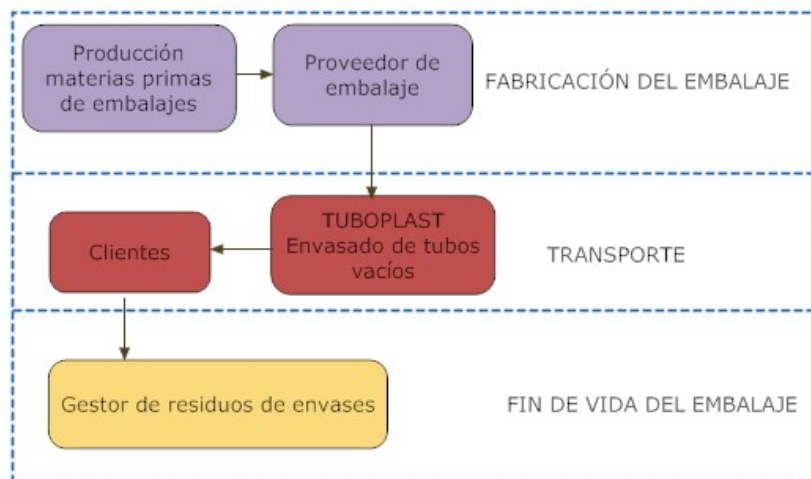


Figura 6. Ciclo de vida del sistema de envase y embalaje seleccionado

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 TUBOPLAST HISPANIA S.A. HISPANIA S.A., siendo la distancia media de transporte de aprovisionamiento de 100 km.

Dichos componentes finalmente se incorporan al final de la línea de fabricación de productos de TUBOPLAST HISPANIA S.A. para su llenado. Como se ha comentado con anterioridad la unidad de carga para estos productos se configura mediante la

introducción de una bolsa protectora de plástico en el fondo de la caja, para posteriormente introducir el producto y cubrirlo mediante una tapa de cartón. Posteriormente, las cajas formadas por fondo y tapa, se disponen sobre un palet que a su vez lleva una lámina cama para asegurar su protección. En la parte superior de la unidad de carga se coloca una lámina de plástico cubrepalet y, finalmente se fija toda la carga mediante film estirable.

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 por carretera.

Finalmente el bulto se envía a los clientes dentro del mercado nacional e internacional. 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 700 km, realizada con un camión de 24 toneladas.

Posteriormente, los materiales de embalaje, son retirados durante la fase de vaciado de las cajas para la utilización de los tubos en las máquinas de llenado y envasado de los clientes. Finalmente los embalajes son eliminados a través de los canales de gestión de residuos adecuados. 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.

## **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 TUBOPLAST HISPANIA 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 tubos de Ø35 mm, puesto que es el diámetro más representativo fabricado por TUBOPLAST HISPANIA S.A., 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 transportar 1000 tubos de

Ø35 mm a una distancia de 700 mm con el sistema de envase y embalaje descrito en las tablas 7, 8, 9, 10 y 11, en función de la altura del tubo contenido.

El tubo de diámetro 35 mm fue seleccionado para la unidad funcional por ser el más representativo de la empresa y por cubrir el mayor rango de longitudes de tubo.

*Tabla 7: Componentes del sistema de envase y embalaje objeto de estudio con caja formada con fondo de altura 110mm*

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.)
Fondo de caja 565x380x110 mm	Cartón	36	0,225	8,1
Tapa de caja	Cartón microcanal	36	0,155	5,58
Bolsa protectora	LDPE	36	0,022	0,792
Palet	Madera	1	22	22
Lámina cama	LDPE	1	0,041	0,041
Film estirable	LDPE	1	0,525	0,525
Lámina cubrepalet	LDPE	1	0,122	0,122
<b>PESO TOTAL</b>				<b>37,2</b>

*Tabla 8: Componentes del sistema de envase y embalaje objeto de estudio con caja formada con fondo de altura 125mm*

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.)
Fondo de caja 565x380x125 mm	Cartón	32	0,245	7,84
Tapa de caja	Cartón microcanal	32	0,155	4,96
Bolsa protectora	LDPE	32	0,022	0,704
Palet	Madera	1	22	22
Lámina cama	LDPE	1	0,041	0,041

Film estirable	LDPE	1	0,525	0,525
Lámina cubrepalet	LDPE	1	0,122	0,122
<b>PESO TOTAL</b>				<b>36,2</b>

*Tabla 9: Componentes del sistema de envase y embalaje objeto de estudio con caja formada con fondo de altura 145mm*

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.)
Fondo de caja 565x380x145 mm	Cartón	28	0,293	8,204
Tapa de caja	Cartón microcanal	28	0,155	4,340
Bolsa protectora	LDPE	28	0,022	0,616
Palet	Madera	1	22	22,000
Lámina cama	LDPE	1	0,041	0,041
Film estirable	LDPE	1	0,525	0,525
Lámina cubrepalet	LDPE	1	0,122	0,122
<b>PESO TOTAL</b>				<b>35,9</b>

*Tabla 10: Componentes del sistema de envase y embalaje objeto de estudio con caja formada con fondo de altura 170mm*

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.)
Fondo de caja 565x380x170 mm	Cartón	24	0,346	8,304
Tapa de caja	Cartón microcanal	24	0,155	3,720
Bolsa protectora	LDPE	24	0,022	0,528

Lámina cubrepalet	LDPE	1	0,122	0,122
Palet	Madera	1	22	22,000
Lámina cama	LDPE	1	0,041	0,041
Film estirable	LDPE	1	0,525	0,525
<b>PESO TOTAL</b>				<b>35,2</b>

*Tabla 11: Componentes del sistema de envase y embalaje objeto de estudio con caja formada con fondo de altura 205mm*

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.)
Fondo de caja 565x380x205 mm	Cartón	20	0,421	8,420
Tapa de caja	Cartón microcanal	20	0,155	3,100
Bolsa protectora	LDPE	20	0,022	0,440
Palet	Madera	1	22	22,000
Lámina cama	LDPE	1	0,041	0,041
Film estirable	LDPE	1	0,525	0,525
Lámina cubrepalet	LDPE	1	0,122	0,122
<b>PESO TOTAL</b>				<b>34,6</b>

Para la realización de esta evaluación de impacto ambiental se definieron cuales eran los 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 desembalaje para disponer el producto en las maquinas de llenado y envasado de los clientes.

En la fase de fin de vida se asume que los porcentajes de correspondientes al tratamiento de los residuos industriales de los envases y embalajes para los tubos

suponen un reciclado del 100 % de todos los materiales, según datos proporcionados por la empresa, debido a la ausencia de materiales difícilmente separables y al tratarse de materiales que pueden ser reciclados con facilidad a través de los canales de gestión habituales. Asimismo la ausencia de contaminaciones por el tipo de producto contenido, las calidades del material y el hecho de enviar generalmente pedidos grandes facilita que el reciclado de dichos materiales sea muy elevado. Dichos porcentajes se expresan en la tabla 12. 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 12. Escenarios de para el fin de vida de los embalajes clasificados por tipo de material*

Material	Vertedero	Destino Reciclado	Incineración
Madera	---	100 %	---
Cartón	---	100 %	---
Plástico	---	100 %	---

Fuentes: Tuboplast Hispania, S.A.

La metodología de evaluación del impacto utilizada fue la Ecoindicator 99 I/I v. 2.1. Los resultados del ACV 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 13 se describen de forma resumida las categorías de impacto consideradas.

*Tabla 13. 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 (COVs, restos de combustibles,	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

	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 7, 8, 9, 10 y 11 se muestran las gráficas resumen de resultados del análisis de ciclo de vida simplificado realizado para cada modelo de caja. En cada figura 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.

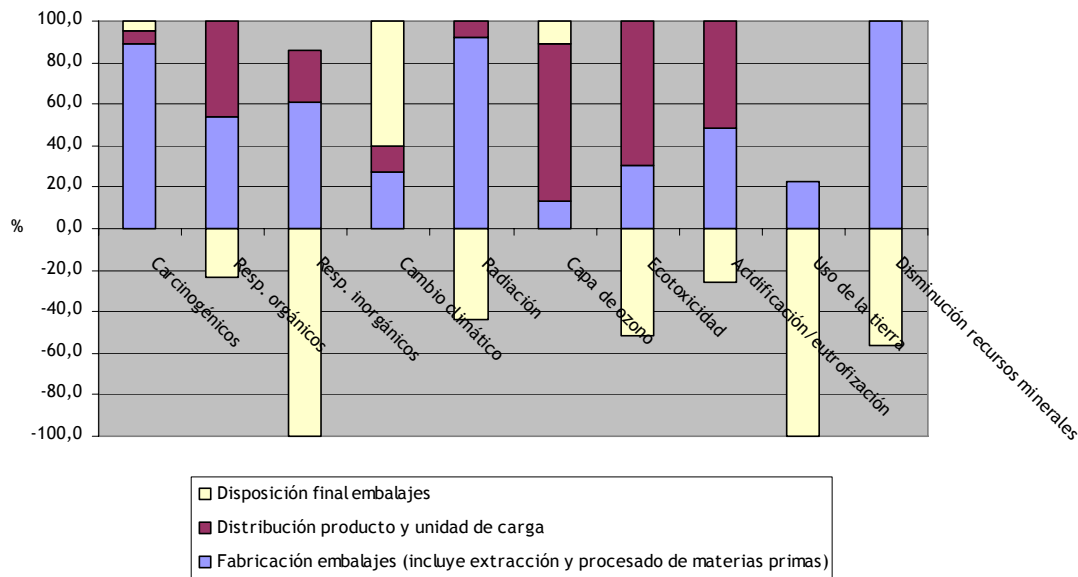


Figura 7: Contribución relativa al impacto ambiental de las diferentes etapas del ciclo de vida para el sistema de envase y embalaje de partida con fondo de altura 110 mm.

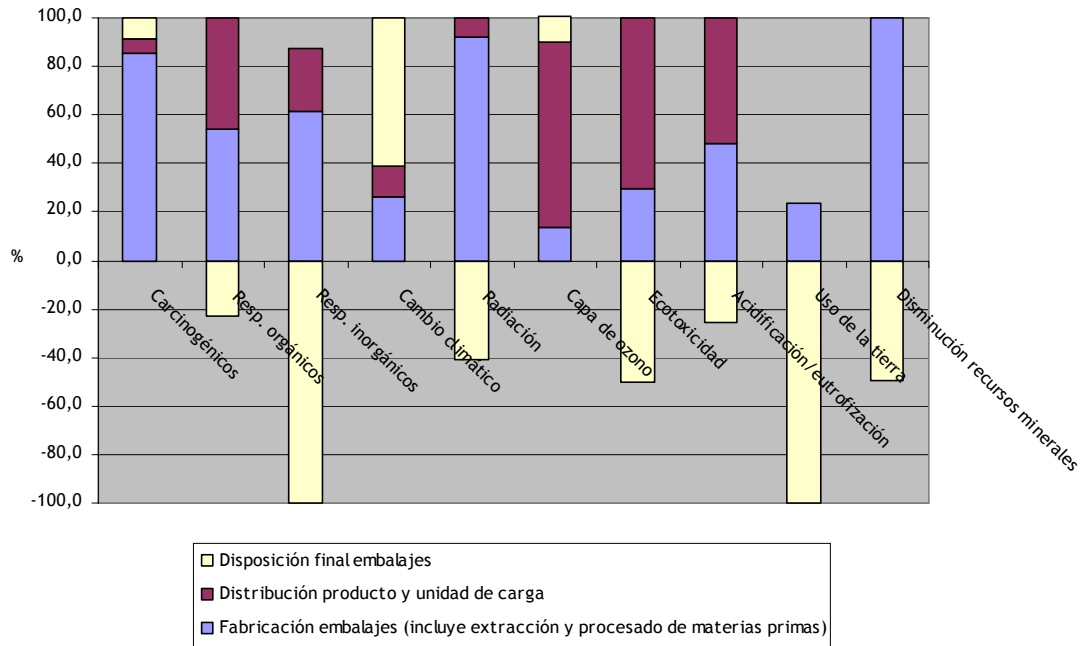


Figura 8: Contribución relativa al impacto ambiental de las diferentes etapas del ciclo de vida para el sistema de envase y embalaje de partida con fondo de altura 125 mm.

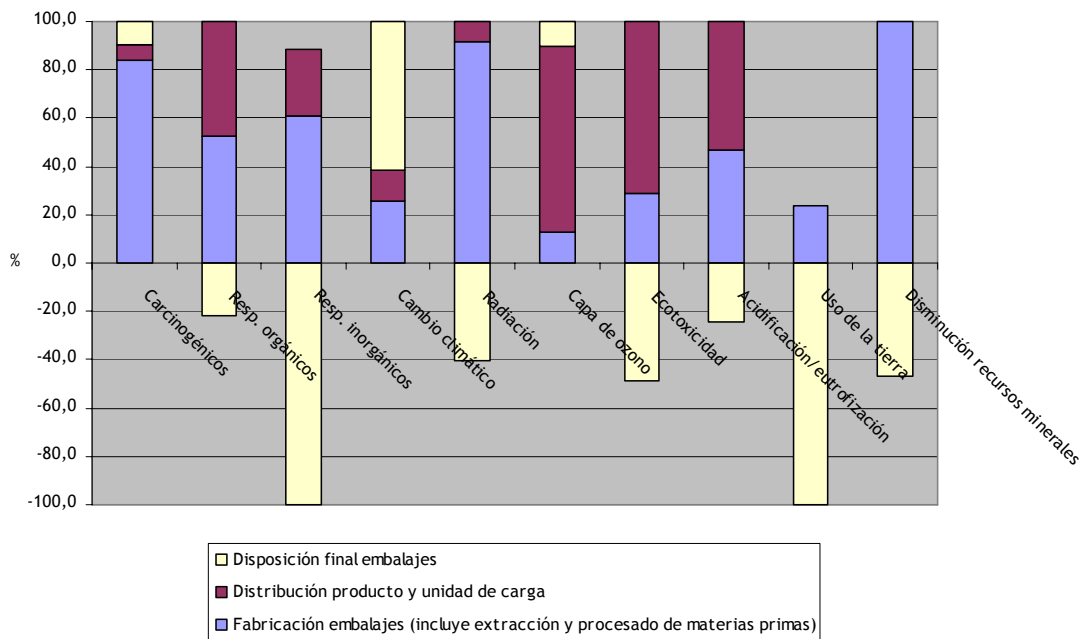


Figura 9: Contribución relativa al impacto ambiental de las diferentes etapas del ciclo de vida para el sistema de envase y embalaje de partida con fondo de altura 145 mm.

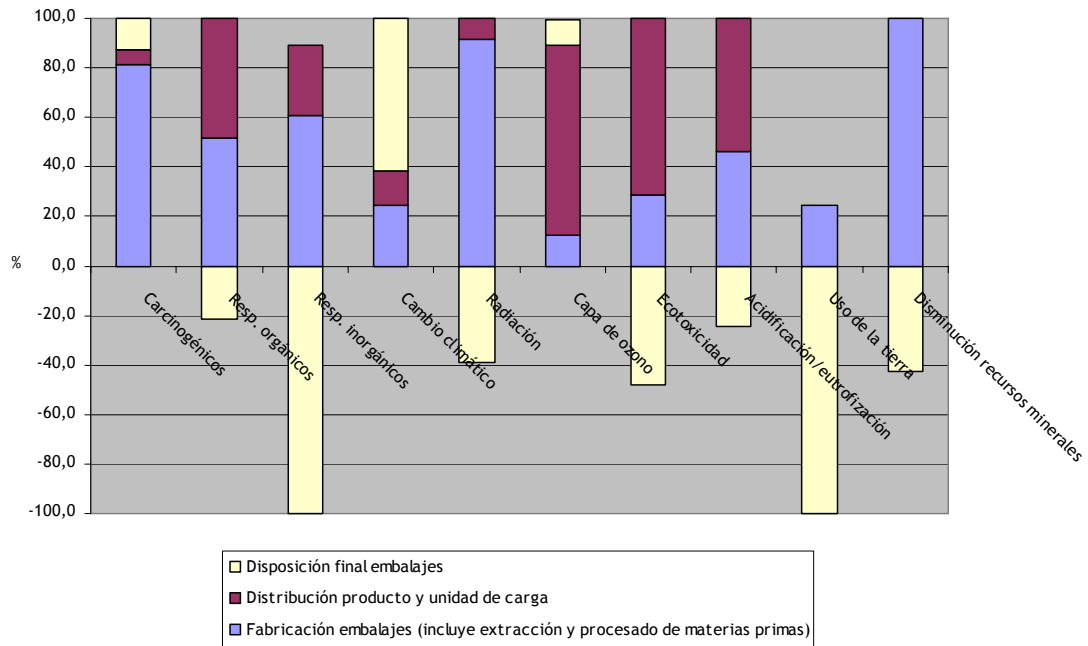
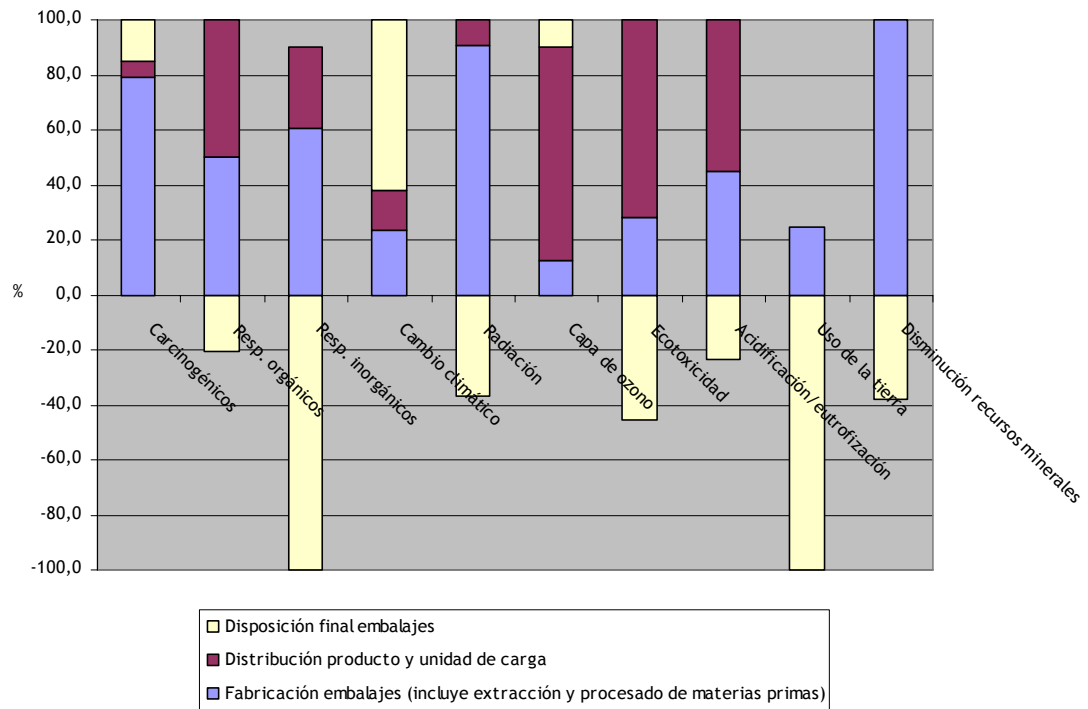


Figura 10: Contribución relativa al impacto ambiental de las diferentes etapas del ciclo de vida para el sistema de envase y embalaje de partida con fondo de altura 170 mm.



*Figura 11: Contribución relativa al impacto ambiental de las diferentes etapas del ciclo de vida para el sistema de envase y embalaje de partida con fondo de altura 205 mm.*

En las figuras 7, 8, 9, 10 y 11 se observa que la etapa del ciclo de vida de *fabricación* (incluyendo la extracción y procesado de materias primas) de los diferentes 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 en la mayoría de las categorías de impacto, debido principalmente al alto índice de reciclaje que presentan los materiales de envase y embalaje utilizados.

### 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 14 se resumen los principales indicadores para el sistema de envase y embalaje empleado para el producto tubos de Ø35 mm, para cada tipo diferente de embalaje empleado actualmente por TUBOPLAST HISPANIA S.A.

*Tabla 14: Parámetros de valoración de la gestión del residuo de envase y embalaje. Sistema de envase y embalaje de partida*

Parámetro	Unidad	Descripción	Normas/Documentos de apoyo
Cantidad de residuo de envase generado	565 x 380 x 110 mm	37,2 kg	Tabla 7: Componentes del sistema de envase y embalaje objeto de estudio con caja formada con fondo de altura 110mm
	565 x 380 x 125 mm	36,2 kg	Tabla 8: Componentes del sistema de envase y embalaje objeto de estudio con caja formada con fondo de altura 125mm
	565 x 380 x 145 mm	35,9 kg	Tabla 9: Componentes del sistema de envase y embalaje objeto de estudio con caja formada con fondo de altura 145mm
	565 x 380 x 170 mm	35,2 kg	Tabla 10: Componentes del sistema de envase y embalaje objeto de estudio con caja formada con fondo de altura 170mm
	565 x 380 x 205 mm	34,6 kg	Tabla 11: Componentes del sistema de envase y embalaje objeto de estudio con caja formada con fondo de altura 205mm
Se refiere a la cantidad de residuo de envase y embalaje generado tras el desembalado de la unidad de carga			

Parámetro	Unidad	Descripción	Normas/Documents de apoyo	
Volumen del envase	565 x 380 x 110 mm	0.02 m <sup>3</sup>	Se ha calculado suponiendo las dimensiones del envase, calculándose como sigue: $V = \text{Anchura} \times \text{Longitud} \times \text{Altura} = 565 \text{ mm} \times 380 \text{ mm} \times 110 \text{ mm} = 0.02 \text{ m}^3$	Tabla 7: Componentes del sistema de envase y embalaje objeto de estudio con caja formada con fondo de altura 110mm
	565 x 380 x 125 mm	0.0268 m <sup>3</sup>	Se ha calculado suponiendo las dimensiones del envase, calculándose como sigue: $V = \text{Anchura} \times \text{Longitud} \times \text{Altura} = 565 \text{ mm} \times 380 \text{ mm} \times 125 \text{ mm} = 0.0268 \text{ m}^3$	Tabla 8: Componentes del sistema de envase y embalaje objeto de estudio con caja formada con fondo de altura 125mm
	565 x 380 x 145 mm	0.0311 m <sup>3</sup>	Se ha calculado suponiendo las dimensiones del envase, calculándose como sigue: $V = \text{Anchura} \times \text{Longitud} \times \text{Altura} = 565 \text{ mm} \times 380 \text{ mm} \times 145 \text{ mm} = 0.0311 \text{ m}^3$	Tabla 9: Componentes del sistema de envase y embalaje objeto de estudio con caja formada con fondo de altura 145mm
	565 x 380 x 170 mm	0.0365 m <sup>3</sup>	Se ha calculado suponiendo las dimensiones del envase, calculándose como sigue: $V = \text{Anchura} \times \text{Longitud} \times \text{Altura} = 565 \text{ mm} \times 380 \text{ mm} \times 170 \text{ mm} = 0.0365 \text{ m}^3$	Tabla 10: Componentes del sistema de envase y embalaje objeto de estudio con caja formada con fondo de altura 170mm
	565 x 380 x 205 mm	0.0440 m <sup>3</sup>	Se ha calculado suponiendo las dimensiones del envase, calculándose como sigue: $V = \text{Anchura} \times \text{Longitud} \times \text{Altura} = 565 \text{ mm} \times 380 \text{ mm} \times 205 \text{ mm} = 0.0440 \text{ m}^3$	Tabla 11: Componentes del sistema de envase y embalaje objeto de estudio con caja formada con fondo de altura 205mm
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 y cartón, y probada la existencia de los canales adecuados de recogida, gestión y posterior reciclado.		
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.	UNE-EN 13430	
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 15 se describen los diferentes parámetros referentes al sistema de envase y embalaje seleccionado para el proyecto de ecodiseño. No obstante, debido a las múltiples combinaciones que pueden surgir debido a la diversidad de productos y alturas que tiene la empresa, se ha optado por realizar una tabla general resumen para todas las diferentes opciones de fondo existentes del sistema de envase y embalaje seleccionado para el proyecto de Ecodiseño.

*Tabla 15: 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 el periodo de tiempo de uso no puede definirse
			Ratio cantidad de envase/cantidad de producto.	Cantidad envase/cantidad de producto	AD	PEP	Debido a las múltiples combinaciones de diámetros y alturas de tubos este parámetro es variable
			Ratio cantidad de residuo de envase generado/Cantidad de producto	Kr/Kp	AD	PEP	Debido a las múltiples combinaciones de diámetros y alturas de tubos este parámetro es variable
			Ratio volumen de envase/volumen producto.	Volumen de envase/Volumen producto	AD	PEP	$(\text{Ancho} \times \text{Largo} \times \text{Alto}) / (\pi \times R^2 \times \text{Altura tubo} \times \text{Ud de tubo})$ . Debido a las múltiples combinaciones existentes este parámetro no se dispone
			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

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.

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 12.

Figura 12. 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 16, se resume la evaluación y selección de las estrategias de ecodiseño realizadas para el sistema de envase y embalaje del producto tubos de Ø35 mm de TUBOPLAST HISPANIA S.A.

Tabla 16. 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 los envases y embalajes para proteger sus productos por lo que no puede influir en la optimización de los procesos de fabricación del envase	NO
--	--	--	----

Dado que TUBOPLAST HISPANIA S.A. no se dedica a la fabricación de los envases y embalajes para contener sus productos, 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 17.

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 17. 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

		Uso de materias primas exentas de metales pesados u otras sustancias nocivas para el medio ambiente	FG-MP-02	39,2	Esta medida ya se aplica mediante la ausencia de grapas, tintas y papeles blanqueados y la inimización de colas	NO
		Uso de materias primas recicladas	FG-MP-03	34,4	Esta medida ya se aplica mediante el empleo de cartón con fracción reciclada. No obstante podría aumentarse la proporción de reciclado si ello no supone pérdida de propiedades mecánicas del embalaje	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 encaminadas a reducir el peso de los envases 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 suficientemente optimizado en cuanto a su volumen	NO

De aquellas medidas genéricas de ecodiseño que hayan sido finalmente, 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 18.

*Tabla 18. Identificación de las acciones de ecodiseño*

Estrategia de ecodiseño	Medida genérica de ecodiseño	Acción de mejora ambiental	Componente del sistema de envase y embalaje	Material	Observaciones
Uso de materias primas de bajo impacto ambiental	Uso de materias primas recicladas	Aumento de la fracción de materia prima reciclada	Fondo	Cartón	Aumento de la proporción de reciclado si ello no supone pérdida de propiedades mecánicas del embalaje
	Uso de materias primas recicladas	Aumento de la fracción de materia prima reciclada	Tapa	Cartón microcanal	Aumento de la proporción de reciclado si ello no supone pérdida de propiedades mecánicas del embalaje
Fabricación del envase	Minimizar aquellos componentes o partes del envase superfluo	Eliminación de la bolsa protectora interior	Bolsa protectora	Plástico	La bolsa protectora resulta necesaria para asegurar que el producto no se contamine. No obstante, si se asegura una buena protección del producto su implantación a largo plazo podría realizarse
	Minimizar aquellos componentes o partes del envase superfluo	Eliminación de la tapa de la caja	Tapa	Cartón microcanal	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 del peso de materias primas del envase	Paso de cartón a cartón microcanal	Fondo	Cartón	---

### 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.

### 3.4.1. Valoración de la viabilidad

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

- Se debe asegurar la integridad del producto y evitar su contaminación hasta su recepción por parte del cliente.
- El tipo de clientes y producto impide que se puedan utilizar envases reutilizables mediante un Sistema de Depósito, Devolución y Retorno (SDDR).
- La estabilidad de las unidades de carga al hacer remonte.
- Las incidencias producidas en las operaciones de transporte, principalmente por deformaciones en los tubos.
- La empresa no está dispuesta a cambiar totalmente el sistema de envase y embalaje a corto plazo.

Teniendo en cuenta las limitaciones existentes, la valoración de la viabilidad se efectuó mediante el desarrollo de la tabla 19, 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 19. Valoración de la viabilidad de las acciones de ecodiseño*

Componente del sistema de envase y embalaje	Acción de mejora ambiental	Viabilidad técnica	Viabilidad económica	Viabilidad comercial	Viabilidad ambiental	Factores motivantes	Priorización (CP/MP/LP)	Puntuación
---	----------------------------	--------------------	----------------------	----------------------	----------------------	---------------------	-------------------------	------------

Fondo	Aumento de la fracción de materia prima reciclada	-2	0	0	2	0	MP/LP	0
	Paso de cartón a cartón microcanal	-1	0	0	2	2	CP	3
Tapa	Aumento de la fracción de materia prima reciclada	-2	0	0	2	0	MP/LP	0
	Eliminación de la tapa de la caja	-1	2	0	2	1	LP	4
Bolsa protectora	Eliminación de la bolsa protectora interior	-2	1	0	1	0	MP/LP	0

#### 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 20, clasificadas por orden de puntuación.

*Tabla 20. Acciones de Ecodiseño seleccionadas*

Componente del sistema de envase y embalaje afectado	Acción de mejora ambiental concreta	Puntuación
Tapa	Eliminación de la tapa de la caja	4
Fondo	Paso de cartón a cartón microcanal	3

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 descritos por TUBOPLAST HISPANIA 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)**
**RELLENAR O ESCRIBIR ÚNICAMENTE SOBRE LAS CELDAS DE COLOR VERDE CLARO**

TIPOLOGÍA DE EMPRESA QUE REALIZA EL ECODISEÑO:	Fabricante de tubos plásticos y metaloplásticos
--	---

ENVASE QUE SE PRETENDE ECODISEÑAR:	Sistema de envase y embalaje para el transporte de tubos de Ø35mm expedidos en el mercado nacional e internacional
------------------------------------	--

1. ¿EL ECODISEÑO SE APLICARÁ SOBRE UN ENVASE NUEVO O SOBRE UN ENVASE YA EXISTENTE (REDISEÑO)? <sup>1</sup>	
Diseño de un nuevo envase <input type="checkbox"/>	Rediseño de un envase ya existente <input checked="" type="checkbox"/>

**2. FACTORES MOTIVANTES QUE TENGO EN MI EMPRESA PARA REALIZAR UN ECODISEÑO DE MI ENVASE<sup>2</sup>**

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

F <sub>i</sub> : Número total de factores motivantes que tengo =	6
--	---

**3. LIMITACIONES QUE TENGO EN MI EMPRESA PARA REALIZAR UN ECODISEÑO DE MI ENVASE<sup>3</sup>**

L1	Se debe asegurar la integridad del producto y evitar su contaminación hasta su recepción por parte del cliente		L6
L2	El tipo de clientes y producto impide que se puedan utilizar envases reutilizables mediante un Sistema de Depósito, Devolución y Retorno (SDDR).		L7
L3	La estabilidad de las unidades de carga al hacer remonte		L8
L4	Las incidencias producidas en las operaciones de transporte, principalmente por deformaciones en los tubos		L9
L5	La empresa no está dispuesta a cambiar totalmente el sistema de envase y embalaje a corto plazo		L10

L <sub>i</sub> : Número total de las limitaciones totales que tengo =	5
---	---

<sup>1</sup> 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

<sup>2</sup> Escribir los factores motivantes que tiene la empresa para realizar el ecodiseño y anotar el número total (F<sub>i</sub>)

<sup>3</sup> Escribir las limitaciones que tiene la empresa para realizar el ecodiseño y anotar el número total (L<sub>i</sub>)

**Medida  
Acción 1**
**FG-FA-04 Minimizar aquellos componentes o partes del envase superfluos  
Eliminación de la tapa de la caja**
**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 <sub>A</sub>
F1				x	0
F2	x				1
F3				x	0
F4				x	0
F5			x		0,2
F6			x		0,2
F7	0				0
F8	0				0
F9	0				0
F10	0				0

F <sub>i</sub>	6
F <sub>s</sub>	3
F	3
S <sub>A</sub>	1,4
<b>A</b>	<b>34,00</b>

**PUNTUACIÓN**

	P <sub>A</sub>
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	Restringida	Poco restrictiva	Nada restrictiva	P <sub>B</sub>
L1	Se debe asegurar la integridad del producto y evitar su contaminación hasta su recepción por parte del cliente	x				0
L2	El tipo de clientes y producto impide que se puedan utilizar envases reutilizables mediante un Sistema de Depósito, Devolución y Retorno (SDDR).				x	1
L3	La estabilidad de las unidades de carga al hacer remonte			x		0,4
L4	Las incidencias producidas en las operaciones de transporte, principalmente por deformaciones en los tubos			x		0,4
L5	La empresa no está dispuesta a cambiar totalmente el sistema de envase y embalaje a corto plazo			x		0,4
L6						0
L7						0
L8						0
L9						0
L10						0

L <sub>1</sub>	5
L <sub>2</sub>	1
L	4
S <sub>B</sub>	2,2
<b>B</b>	<b>58,40</b>

PUNTUACIÓN

	P <sub>B</sub>
Muy restrictiva	0
Restringida	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

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

P <sub>C</sub>	60
<b>C</b>	<b>60</b>

PUNTUACIÓN

Esta medida afecta a ... etapas del ciclo de vida	P <sub>C</sub>
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	
Envasador	x
Distribuidor	
Cliente final	x
Gestor de residuos	

P <sub>D</sub>	80
<b>D</b>	<b>80</b>

PUNTUACIÓN

Mi poder de decisión sobre esta acción está condicionado por...agentes	P <sub>D</sub>
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 <sub>E</sub>	
I1	¿Se prevé incrementar la protección del producto?	Si, aumentará			1
		Permanecerá igual			OK
		No, disminuirá	x	-1	
I2	¿Se prevé mejorar el proceso de fabricación del envase?	Si, mejorará			1
		Permanecerá igual	x	0	OK
		No, empeorará			
I3	¿Se prevé mejorar el proceso de envasado/llenado?	Si, mejorará			1
		Permanecerá igual	x	0	OK
		No, empeorará			
I4	¿Se prevé mejorar la logística (transporte / almacenamiento / manipulación) del envase con el producto?	Si, mejorará			1
		Permanecerá igual	x	0	OK
		No, empeorará			
I5	¿Se prevé mejorar la presentación del envase, así como su marketing?	Si, mejorará			1
		Permanecerá igual	x	0	OK
		No, empeorará			
I6	¿Aumentará la aceptación del envase por parte de los usuarios?	Si, aumentará		1	1
		Permanecerá igual	x		OK
		No, disminuirá			
I7	¿El envase aumentará la seguridad del producto que contiene?	Si, aumentará			1
		Permanecerá igual			OK
		No, disminuirá	x	-1	
I8	¿Se prevé incrementar la vida útil del envase?	Si, aumentará			1
		Permanecerá igual	x	0	OK
		No, disminuirá			
I9	¿Se podrán asociar funciones utilizando el mismo envase?	Si, aumentará			1
		Permanecerá igual	x	0	OK
		No, disminuirá			
I10	¿El envase será ergonómico?	Si, aumentará		1	1
		Permanecerá igual	x		OK
		No, disminuirá			
I11	¿Es el envase reutilizable?	Si			1
		No	x	0	OK
S <sub>E</sub>				0	
P <sub>E</sub>				0,00	

PUNTUACIÓN	
Si, aumentará / mejorará	P <sub>E</sub> 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 <sub>F</sub>	
G 1	¿facilita la conformidad del envase con la Norma 13430:2004 referente a la valorización mediante el reciclado de materiales?	Si	x	1	1
		No			OK
G 2	¿facilita la conformidad del envase con la Norma 13431:2004 referente a la valorización mediante recuperación de energía?	Si			1
		No	x	0	OK
G 3	¿facilita la conformidad del envase con la Norma 13432:2000 referente a la valorización mediante compostaje y biodegradación?	Si			1
		No	x	0	OK
S <sub>F</sub>				1	
P <sub>F</sub>				33,33	

PUNTUACIÓN	
Si	P <sub>F</sub> 1
No	0

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

Aspectos ambientales	Definición	Valoración	P <sub>o</sub>	Grado de relevancia	R <sub>o</sub>	
A1	Materiales	Se consumen más			0,25	0,25
		Se consumen igual				
		Se consumen menos	x	1		
A2	Transporte y distribución	Necesito más espacio			0,2	0
		Necesito el mismo espacio	x	0		
		Necesito menos espacio				
A3	Residuos sólidos	Se generan más			0,18	0,18
		Se generan los mismos				
		Se generan menos	x	1		
A4	Energía	Se consume más			0,15	0,15
		Se consume igual				
		Se consume menos	x	1		
A5	Emisiones atmosféricas	Crean de efecto invernadero, dióxidos, furanos, etc.			0,12	0,12
		Se generan más				
		Se generan las mismas				
A6	Vertidos líquidos	Se generan más			0,06	0,06
		Se generan los mismos				
		Se generan menos	x	1		
A7	Consumo de agua	Se consume más			0,04	0,04
		Se consume lo mismo				
		Se consume menos	x	1		
S <sub>o</sub>				0,8		
G				80		

PUNTUACIÓN	
Se consume / genera / necesita espacio	P <sub>o</sub>
Más	-1
Igual	0
Menos	1

**H) Valoración total de la acción**

<b>A</b>	Factores motivantes	34,00
<b>B</b>	Limitaciones	58,40
<b>C</b>	Etapas del ciclo de vida	60
<b>D</b>	Agentes condicionantes	80
<b>E</b>	Implicaciones sobre el uso	0,00
<b>F</b>	Gestión final del residuo de envase	33,33
<b>G</b>	Mejora ambiental	80
<b>V<sub>T</sub></b>	<b>Valoración total</b>	<b>54,29</b>

**Medida** **FG-FA-05 Reducción del peso de materias primas del envase**  
**Acción 2** **Cambio de cartón a cartón microcanal**

**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 <sub>A</sub>
F1	Estandarizar los envases y embalajes utilizados en la actualidad, de manera que se consigan reducir referencias				x	0
F2	Optimizar las cantidades de material de envase para reducir costes		x			0,6
F3	Disponer de un sistema de embalaje que permita la adecuada protección del producto				x	0
F4	Seguir cumpliendo con las obligaciones legislativas derivadas en materia de envases y embalajes			x		0,2
F5	Disponer de medidas de prevención para el Plan Empresarial de Prevención			x		0,2
F6	Que las medidas de prevención propuestas sean acordes con las Normas derivadas de la Directiva de Envases			x		0,2
F7						0
F8						0
F9						0
F10						0

F <sub>1</sub>	6
F <sub>2</sub>	2
F <sub>3</sub>	4
F <sub>4</sub>	1,2
F <sub>5</sub>	1,2
<b>A</b>	<b>38,67</b>

**PUNTUACIÓN**

	P <sub>A</sub>
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 <sub>B</sub>
L1	Se debe asegurar la integridad del producto y evitar su contaminación hasta su recepción por parte del cliente		x			0,2
L2	El tipo de clientes y producto impide que se puedan utilizar envases reutilizables mediante un Sistema de Depósito, Devolución y Retorno (SDDR).				x	1
L3	La estabilidad de las unidades de carga al hacer remonte			x		0,4
L4	Las incidencias producidas en las operaciones de transporte, principalmente por deformaciones en los tubos				x	1
L5	La empresa no está dispuesta a cambiar totalmente el sistema de envase y embalaje a corto plazo				x	1
L6						0
L7						0
L8						0
L9						0
L10						0

L <sub>1</sub>	5
L <sub>2</sub>	3
L <sub>3</sub>	2
L <sub>4</sub>	3,6
L <sub>5</sub>	3,6
<b>B</b>	<b>59,20</b>

**PUNTUACIÓN**

	P <sub>B</sub>
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

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

P <sub>C</sub>	40
<b>C</b>	<b>40</b>

**PUNTUACIÓN**

Esta medida afecta a ... etapas del ciclo de vida	P <sub>C</sub>
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	
Ciente final	
Gestor de residuos	

P <sub>D</sub>	80
D	80

**PUNTUACIÓN**

Mi poder de decisión sobre esta acción está condicionado por...agentes	P <sub>D</sub>
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 <sub>E</sub>
11	¿Se prevé incrementar la protección del producto?	Si, aumentará	
		Permanecerá igual	
		No, disminuirá	x -1
12	¿Se prevé mejorar el proceso de fabricación del envase?	Si, mejorará	
		Permanecerá igual	x 0
		No, empeorará	
13	¿Se prevé mejorar el proceso de envasado/llenado?	Si, mejorará	
		Permanecerá igual	x 0
		No, empeorará	
14	¿Se prevé mejorar la logística (transporte / almacenamiento / manipulación) del envase con el producto?	Si, mejorará	
		Permanecerá igual	x 0
		No, empeorará	
15	¿Se prevé mejorar la presentación del envase, así como su marketing?	Si, mejorará	
		Permanecerá igual	x 0
		No, empeorará	
16	¿Aumentará la aceptación del envase por parte de los usuarios?	Si, aumentará	
		Permanecerá igual	x 0
		No, disminuirá	
17	¿El envase aumentará la seguridad del producto que contiene?	Si, aumentará	
		Permanecerá igual	
		No, disminuirá	x -1
18	¿Se prevé incrementar la vida útil del envase?	Si, aumentará	
		Permanecerá igual	x 0
		No, disminuirá	
19	¿Se podrán asociar funciones utilizando el mismo envase?	Si, aumentará	
		Permanecerá igual	x 0
		No, disminuirá	
110	¿El envase será ergonómico?	Si, aumentará	
		Permanecerá igual	x 0
		No, disminuirá	
111	¿Es el envase reutilizable?	Si	
		No	x 0

S <sub>E</sub>	-2
E	-18,18

**PUNTUACIÓN**

	P <sub>E</sub>
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...	Si	No	P <sub>F</sub>
G 1	13430:2004 referente a la valorización mediante el reciclado de materiales?	Si	x 1
		No	
G 2	13431:2004 referente a la valorización mediante recuperación de energía?	Si	
		No	x 0
G 3	13432:2000 referente a la valorización mediante compostaje y biodegradación?	Si	
		No	x 0

S <sub>F</sub>	1
F	33,33

**PUNTUACIÓN**

	P <sub>F</sub>
Si	1
No	0

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

Aspectos ambientales	Definición	Valoración	P <sub>o</sub>	Grado de relevancia	R <sub>o</sub>		
A1	Materiales Considera materias primas vírgenes y también auxiliares y secundarias	Se consumen más		0,25	0,25	1	
		Se consumen igual				OK	
		Se consumen menos	x			1	
A2	Transporte y distribución Considera el espacio de carga de los envases	Necesito más espacio		0,2	0	1	
		Necesito el mismo espacio	x			0	OK
		Necesito menos espacio					
A3	Residuos sólidos Residuos generados a lo largo del ciclo de vida del envase	Se generan más		0,18	0,18	1	
		Se generan los mismos					OK
		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	
		Se consume igual	x			0	OK
		Se consume menos					
A5	Emisiones atmosféricas Gases de efecto invernadero, dioxinas, furanos, etc.	Se generan más		0,12	0	1	
		Se generan las mismas	x			0	OK
		Se generan menos					
A6	Vertidos líquidos Aguas de proceso, aguas residuales	Se generan más		0,06	0	1	
		Se generan los mismos	x			0	OK
		Se generan menos					
A7	Consumo de agua Consumo de agua de proceso	Se consumen más		0,04	0	1	
		Se consume lo mismo	x			0	OK
		Se consume menos					
<b>S<sub>o</sub></b>		0,43					
<b>G</b>		43					

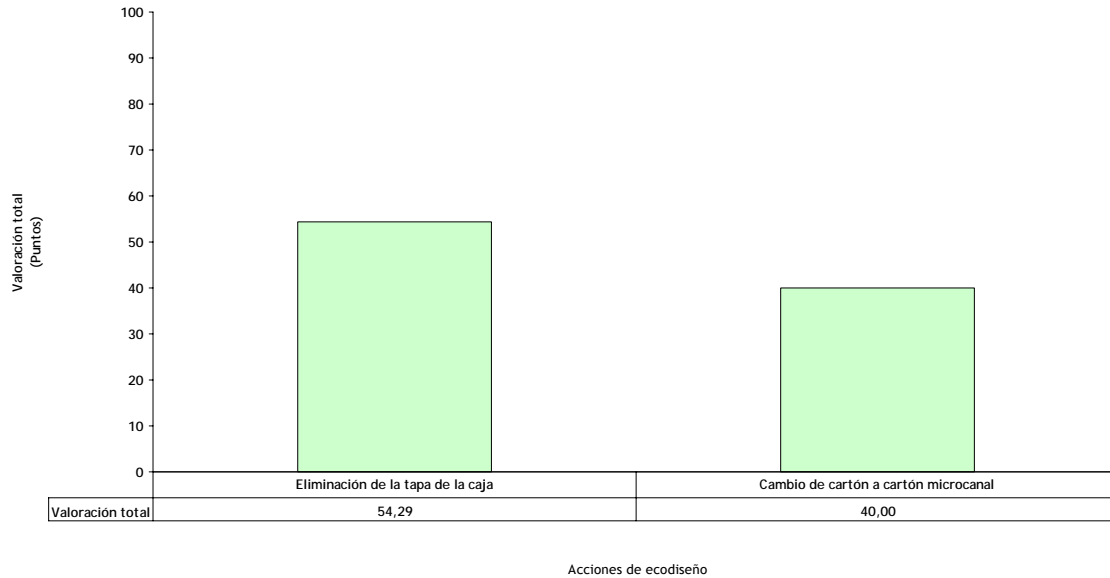
  

PUNTUACIÓN	
Se consume / genera / necesita espacio	P <sub>o</sub>
Más	-1
Igual	0
Menos	1

**H) Valoración total de la acción**

<b>A</b>	Factores motivantes	38,67
<b>B</b>	Limitaciones	59,20
<b>C</b>	Etapas del ciclo de vida	40
<b>D</b>	Agentes condicionantes	80
<b>E</b>	Implicaciones sobre el uso	-18,18
<b>F</b>	Gestión final del residuo de envase	33,33
<b>G</b>	Mejora ambiental	43
<b>V<sub>T</sub></b>	<b>Valoración total</b>	<b>40,00</b>

En la figura 13 se muestra un gráfico con la puntuación total obtenida por cada una de las acciones concretas.



*Figura 13: Gráfico comparativo entre las acciones de mejora propuestas*

La principal conclusión que puede extraerse de la figura 13 es que la acción de mejora que mejor responde a priori a los condicionantes de la empresa es la eliminación de la tapa de la caja, frente a la sustitución del material del fondo de cartón a cartón microcanal.

No obstante, las dos acciones de mejora 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.**

En la tabla 21 se expone un resumen del pliego de condiciones elaborado, en el que se recogen aquellos requisitos técnicos, funcionales, ambientales, comerciales y económicos mas relevantes que se tuvieron en cuenta.

*Tabla 21. Extracto del pliego de condiciones para el ecodiseño.*

Requisitos	Descripción
Técnicos	<p><b>Resistencia durante el embalado, manipulación, almacenamiento y transporte.</b> El sistema de envase y embalaje formado por las cajas debe ser capaz de soportar los esfuerzos provocados por el apilamiento de las cargas, inercias en las operaciones de manipulación y transporte,...</p>
	<p><b>No contaminar el producto que transporta con residuos del propio embalaje.</b> Las cajas de cartón llevan asociada cierta cantidad de fibra de cartón desprendida que contamina el interior de los tubos. Dan mejores resultados en cuanto a la minimización de viruta los cartones de menor canal, las cajas troqueladas con fleje antipolvo, un mayor tamaño de fibra en los papeles del cartón (menor cantidad de fibra reciclada) y las cajas con contornos sencillos y sin cortes parciales.</p> <div data-bbox="496 1229 1243 1597" style="text-align: center;"> <p>The diagram illustrates three different flap designs for cardboard boxes. On the left, a 'Contorno complejo' (complex contour) is shown with a blue outline and a blue circle highlighting its irregular shape. Next to it, a 'Corte parcial' (partial cut) is shown with a red outline and a blue circle highlighting a notch in the flap. On the right, 'Contornos simples' (simple contours) are shown with a blue outline, featuring a standard rectangular flap design. Arrows point from the labels to their respective diagrams.</p> </div>
	<p><b>Superficie en planta de medidas próximas a 565x380 mm.</b> Estas medidas permiten aprovechar al máximo la superficie de los palets estándar empleados en TP: el palet EUR (800x1200) y el palet americano (1000x1200).</p>
	<p><b>Facilidad de montaje para el operario.</b> Una caja con facilidad de montaje mejora las condiciones de trabajo de los operarios que conforman las cajas manualmente y ahorra tiempos.</p>

**Fig. 14 Tipos de contornos en las cajas**

Ambientales	<p><b>Facilidad de desmontaje/plegado para el cliente.</b> La facilidad de desmontaje de las cajas por parte del cliente hace que el volumen de éstas una vez desechadas se minimice y sean más sencillas las labores de acumulación, recogida y almacenaje previas a su gestión final como residuo.</p>
	<p><b>Alineación de la carga.</b> Un sistema de auto alineado de las cajas en el apilado, hará que la transmisión de esfuerzos sea óptima y evitará las deformaciones producidas por desalineación.</p>
	<p><b>Ligereza.</b> Se requiere que los materiales de embalaje sean ligeros para facilitar las labores internas de manipulación y transporte, reducir las cargas que soportan los tubos cuando los palets se hayan apilados y ahorrar combustible en el transporte.</p>
	<p><b>Impacto medioambiental minimizado.</b> El embalaje a lo largo de su ciclo de vida debe tener un bajo impacto ambiental.</p>
	<p><b>Ausencia de grapas y colas.</b> Las grapas y las colas dificultan el proceso de reciclaje del cartón y añaden un proceso productivo más en la fabricación de las cajas.</p>
	<p><b>Mayor fracción posible de fibra reciclada.</b> Si el embalaje es de cartón, cuanto mayor sea la proporción de fibra reciclada presente, se estima que menor será el impacto ambiental asociado al embalaje. Este requisito entra en conflicto con el requisito de minimizar el desprendimiento de fibras de cartón.</p>
	<p><b>Minimización del número de elementos y materiales de embalaje necesarios.</b></p>
Económicos	<p><b>Material no tóxico, peligroso o alergénico.</b></p>
	<p><b>Envases fácilmente valorizables.</b> Se trata de encontrar un embalaje que sea valorizable mediante alguno o algunos de los métodos existentes en la actualidad: reciclado, compostaje, incineración con recuperación de energía, etc. Además, el embalaje debe estar compuesto por materiales que dispongan de sistemas de recogida y tratamiento desarrollados e implantados en las regiones de distribución del producto de TUBOPLAST HISPANIA, S.A.</p>
	<p><b>Volumen reducido de los elementos de embalaje previo a su uso.</b> Los materiales de embalaje deben tener la capacidad de ser plegables o encajables entre sí para que ocupen poco espacio y optimicen el uso de almacén y el transporte desde los proveedores.</p>
Comerciales	<p><b>Costes asumibles.</b> La realización de modificaciones sobre el sistema de envase y embalaje no debe suponer un sobre coste.</p>
	<p><b>Cercanía del fabricante/proveedor.</b></p>
	<p><b>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</b></p>

dañados en la etapa de transporte.

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

Con el objetivo de obtener un diseño preliminar del envase/embalaje ecodiseñado, se plantearon diferentes alternativas sobre el sistema de envase y embalaje inicial que fueron evaluadas en base al pliego de condiciones. Estas alternativas son:

- Alternativa 1: Ecodiseñar un envase que funcione para los diferentes diámetros de tubos (inicialmente solo con los de Ø25mm y Ø50mm), eliminando la tapa utilizando láminas de plástico como sistema de protección en cada manto del palet.
- Alternativa 2: Ecodiseñar un envase que funcione para los diferentes diámetros de tubos (inicialmente solo con los de Ø25mm y Ø50mm), sin eliminar la tapa.
- Alternativa 3: Ecodiseñar un envase que funcione para los diferentes diámetros de tubos partiendo del diseño de una caja hortofrutícola (carente de tapa), de tal forma que se consiga que las cajas encajen entre ellas asegurando una mayor estabilidad.

En estas tres alternativas se consideran que los tubos no son portantes (es decir, no soportan la carga del material puesto encima de ellos), ya que así el embalaje obtenido podrá funcionar tanto para tubos portantes como para no portantes.

Una vez presentadas las tres diferentes alternativas, éstas fueron evaluadas para analizar su posible implantación en TUBOPLAST HISPANIA S.A.

### ALTERNATIVA 1

Esta alternativa consiste en Ecodiseñar un envase de forma que se consiga eliminar las tapas de las cajas de cartón y colocar una lámina de plástico o cartón en cada capa del palet para asegurar la protección de los productos.

No obstante, en una acción previa similar con un cliente de TUBOPLAST HISPANIA S.A., se observaron los siguientes problemas:

- Problemas de deslizamiento de la carga
- Cuando se conformaba el palet este carecía de verticalidad, dándose el efecto “Torre de Pisa”.
- Debido a la lámina de cartón que se incluía, la distribución de los pesos en el palet hacía que hubiese cajas que se “clavaran” en las cajas del manto inferior.
- El cliente no sabía qué hacer con una lámina de cartón de esas dimensiones.

## **ALTERNATIVA 2**

Esta alternativa consiste en el ecodiseño de las cajas de cartón que actualmente está utilizando TUBOPLAST HISPANIA S.A. para el transporte de los tubos de cualquier diámetro, con el principal objetivo de estandarizar referencias. Aunque inicialmente se estableció que esta alternativa iba a ser evaluada exclusivamente para los tubos de Ø25mm y Ø50mm, se decidió ampliarlo a todos los diámetros y alturas empleados por TUBOPLAST HISPANIA S.A. con el fin de que fuera válido para toda la gama de productos de la empresa.

Para la consecución de este ecodiseño, se planteó que el embalaje óptimo para los tubos era aquel que transportara la menor cantidad de aire posible en cada caja, entendiéndose por aire transportado el espacio existente entre la superficie superior del tubo y los límites de la caja (no el aire existente dentro de cada tubo). Las dimensiones de ancho y largo de cada caja se establecen en 565x380 mm respectivamente con la posibilidad de modificar la altura de caja para el Ecodiseño.

Para ello se partió de los datos de altura, diámetro y volumen de producción de cada tubo para estimar la altura óptima para cada tipo de tubo. A partir de estos datos se calculó el volumen de aire transportado por modelo de tubo y la cantidad de cartón necesario para cada caja. Finalmente se supuso una altura óptima por modelo de tubo y se calculó el ahorro estimado de cartón por caja y para el total de la producción de TUBOPLAST HISPANIA S.A..

En esta alternativa se ha evaluado la modelización del embalaje utilizando 4, 5 y 6 modelos de caja diferentes modificando la altura, obteniendo el resultado mostrado en la tabla 22.

*Tabla 22 Evaluación Alternativa 2*

	Sistema embalaje actual	Sistema de embalaje propuesto			
	Modelo actual con 5 referencias	Modelo 4 referencias	Modelo 5 referencias	Modelo 6 referencias 1	Modelo 6 referencias 2
Dimensiones (mm)	565x380x110	565x380x110	565x380x110	565x380x110	565x380x90
	565x380x125	565x380x145	565x380x145	565x380x125	565x380x115
	565x380x145	565x380x170	565x380x170	565x380x145	565x380x135
	565x380x170	565x380x205	565x380x180	565x380x170	565x380x145
	565x380x205	---	565x380x205	565x380x180	565x380x180
m <sup>3</sup> de aire transportado	---	---	---	565x380x205	565x380x205
	---	+16%	-17%	-30%	-37%
	---	0.42	-0.58	-0.91	-1.25
	---	-2036.8	2834.2	4414.3	6083.5

Analizando estos resultados, se pudo concluir que la intención planteada inicialmente en el objetivo de este estudio de reducir referencias pasando de 5 a 4 modelos de caja, no resulta viable puesto que implicaba un mayor gasto de material de envase con el consiguiente coste y mayor impacto ambiental asociado.

Por otro lado, manteniendo el mismo número de referencias que el modelo actual (5 referencias) o aumentándolo en una referencia más, se consigue un ahorro que va desde un 0,58% hasta un 1,25% de cartón, lo que supone un ahorro en kilogramos de cartón desde 2.834 kg hasta aproximadamente 6.000 kg, obteniendo un ahorro de coste por material y un menor impacto ambiental debido a la utilización de menor material de envase.

Por el contrario, el aumento de una referencia presenta como inconveniente la dificultad de manejar y procesar otra caja más en la empresa, con las dificultades que ello conlleva.

Finalmente, para la elaboración de estos nuevos modelos, se ha calculado la resistencia a la compresión teórica (BCT) que deben resistir para todo el ciclo de transporte con las siguientes condiciones:

#### Almacenamiento

- Humedad 60%
- Apilamiento a 4 alturas durante 3-5 días
- Apilamiento a 2 alturas durante 9-15 días
- Paletizado en columna (4 cajas por capa)

#### Transporte

- Humedad 70%
- Apilamiento a 2 alturas
- Paletizado en columna (4 cajas por capa)

- Camiones con suspensión neumática

Además de estas condiciones se le ha añadido un coeficiente de seguridad de resistencia a todos los cálculos para asegurar la resistencia de la caja debida a condiciones anormales. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 23.

Tabla 23. BCT teórico de los diferentes modelos

Modelo 4 referencias		Modelo 5 referencias		Modelo 6 referencias 1		Modelo 6 referencias 2	
Dimensiones (mm)	BCT teórico (kg)	Dimensiones (mm)	BCT teórico (kg)	Dimensiones (mm)	BCT teórico (kg)	Dimensiones (mm)	BCT teórico (kg)
565x380x110	226,50	565x380x110	226,50	565x380x110	226,50	565x380x90	215,38
565x380x145	155,67	565x380x145	155,67	565x380x125	174,51	565x380x115	226,52
565x380x170	143,99	565x380x170	143,99	565x380x145	153,09	565x380x135	158,93
565x380x205	117,73	565x380x180	112,13	565x380x170	143,99	565x380x145	153,09
---	---	565x380x205	117,73	565x380x180	112,13	565x380x180	143,99
---	---	---	---	565x380x205	117,73	565x380x205	117,73

Analizando los resultados de resistencia a la compresión (BCT) de los modelos de caja propuestos, se establece que estos nuevos fondos de caja pueden estar fabricados con un cartón microcanal (de igual modo que la tapa), puesto que este material puede resistir la carga máxima teórica a falta de una validación mediante ensayos.

### **ALTERNATIVA 3**

Esta alternativa consiste en el ecodiseño de un nuevo envase partiendo del diseño de una caja hortofrutícola, de tal forma que las cajas puedan encajar entre ellas proporcionando una mayor estabilidad a la unidad de carga. Aunque inicialmente se estableció que esta alternativa iba a ser evaluada únicamente para los tubos de Ø25mm y Ø50mm, se decidió ampliarlo a todos los diámetros y alturas empleados por TUBOPLAST HISPANIA S.A. con el fin de que fuera válido para toda la gama de productos de la empresa.

Para la consecución de este ecodiseño, se planteó del mismo modo que la alternativa anterior, con el objetivo de transportar el menor aire posible entre la superficie superior del tubo y la tapa en cada caja. Las dimensiones de ancho y largo de cada caja se establecen en 565x380 mm respectivamente pero teniendo en cuenta que este nuevo envase carece de tapa superior y posee unas esquineras de refuerzo para asegurar la estabilidad en el transporte.

Para ello, de igual modo que en la Alternativa 2, se partió de los datos de altura, diámetro y volumen de producción de cada tubo para estimar la altura óptima para cada tipo de tubo. A partir de estos datos se calculó el volumen de aire transportado por modelo de tubo y el cartón necesario para cada caja. Finalmente se supuso una altura óptima por modelo de tubo y se calculó el ahorro estimado de cartón por caja y para el total de la producción de TUBOPLAST HISPANIA S.A..

Con el fin de poder visualizar este nuevo envase, se ha fabricado un prototipo que se muestra en las siguientes figuras. Este prototipo diferirá ligeramente del envase final, conforme se vaya avanzando en el proceso de diseño del envase y se proceda a la realización de preseries hasta alcanzar el diseño definitivo.



*Figura 15. Vista superior de la caja tipo hortofrutícola*



*Figura 16. Vista inferior de la caja tipo hortofrutícola*



*Figura 17. Detalle de las esquinas de la caja tipo hortofrutícola*



*Figura 18. Detalle de las esquinas de la caja tipo hortofrutícola*

En esta alternativa se ha evaluado la modelización del embalaje con 4, 5 y 6 modelos de caja diferentes modificando la altura, obteniendo el resultado mostrado en la tabla 24.

Tabla 24. Evaluación Alternativa 3

	Sistema embalaje actual	Sistema de embalaje propuesto		
	Modelo actual con 5 referencias	Modelo 4 referencias	Modelo 5 referencias	Modelo 6 referencias
Dimensiones (mm)	565x380x110	565x380x110	565x380x110	565x380x90
	565x380x125	565x380x145	565x380x125	565x380x115
	565x380x145	565x380x170	565x380x145	565x380x135
	565x380x170	565x380x205	565x380x170	565x380x145
	565x380x205	---	565x380x205	565x380x180
	---	---	---	565x380x205
m <sup>3</sup> de aire transportado	---	+18%	+1%	-37%
Ahorro de cartón (%)	---	-24.10	-24.65	-25.91
Ahorro de cartón (kg)	---	117341.1	120003.1	126159.8

Analizando estos resultados, se puede concluir que con este nuevo diseño, se puede conseguir un ahorro de cartón desde el 24,1% hasta un 25,91%, lo que supone un ahorro en cartón desde 117 toneladas hasta 126 toneladas según el modelo escogido. El modelo de 4 referencias muestra que además de conseguir un ahorro significativo del 24,1% en cartón, se consigue eliminar una referencia con las ventajas de funcionalidad que ello supone.

El modelo de 5 referencias muestra que cambiando del envase actual al envase propuesto y manteniendo las mismas dimensiones, se consigue un descenso significativo del cartón empleado.

Cabe resaltar que estas cantidades de ahorro de cartón se pueden ver reducidas a la hora de fabricar el modelo de la caja debido a que se necesitarán unas mayores gramajes de cartón debido a que se requerirá una mayor resistencia en los bordes de la caja al eliminar la tapa.

No obstante, la principal desventaja de este nuevo envase es su menor capacidad de tubos por carga, debido a que las esquinas para el refuerzo de la caja obligan a una reducción del número de tubos transportados.

Finalmente, para la elaboración de estos nuevos modelos, se ha calculado la resistencia a la compresión (BCT) teórico que deben resistir para todo el ciclo de transporte con las siguientes condiciones:

#### Almacenamiento

- Humedad 60%
- Apilamiento a 4 alturas durante 3-5 días
- Apilamiento a 2 alturas durante 9-15 días
- Paletizado en columna (4 cajas por capa)

### Transporte

- Humedad 70%
- Apilamiento a 2 alturas
- Paletizado en columna (4 cajas por capa)
- Camiones con suspensión neumática

Además de estas condiciones se le ha añadido un coeficiente de seguridad de resistencia a todos los cálculos para asegurar la resistencia de la caja debida a condiciones anormales. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 25.

*Tabla 25. BCT teórico de los diferentes modelos*

Modelo 4 referencias		Modelo 5 referencias		Modelo 6 referencias	
Dimensiones (mm)	BCT teórico (kg)	Dimensiones (mm)	BCT teórico (kg)	Dimensiones (mm)	BCT teórico (kg)
565x380x110	227,38	565x380x110	227,38	565x380x90	259,39
565x380x145	156,24	565x380x125	175,17	565x380x115	227,38
565x380x170	145,40	565x380x145	170,14	565x380x135	149,43
565x380x205	117,60	565x380x170	145,40	565x380x145	154,86
---	---	565x380x205	117,60	565x380x180	125,06
---	---	---	---	565x380x205	117,60

Analizando los resultados de resistencia a la compresión (BCT) de los modelos de caja propuestos, se establece que estas nuevas cajas pueden estar fabricadas con un cartón microcanal, puesto que este material puede resistir la carga máxima teórica a falta de una validación mediante ensayos.

Una vez analizadas las diferentes alternativas por parte de TUBOPLAST HISPANIA S.A., se llegó a las siguientes conclusiones:

- La Alternativa 1 quedó descartada, puesto que en una acción previa similar con un cliente obtuvieron una serie de problemas y no se ajusta al pliego de condiciones expuesto en el apartado anterior, por lo que no se considera para el Ecodiseño.
- La Alternativa 2 es viable y aceptada para su implantación a corto plazo. De los diferentes modelos descritos, se escoge el modelo de "6 referencias 2", en el cuál se añade una referencia más y se modifican las alturas existentes con el

sistema actual de embalaje, ya que es el modelo que presenta un mayor ahorro de material de envase.

- La Alternativa 3 queda en fase de validación industrial. El ahorro de material planteado con esta alternativa resulta muy interesante para la empresa y por ello se estudiará su implantación a largo plazo. Para ello, se deberá homologar este nuevo diseño de caja para los tres modelos planteados y probar su adecuado funcionamiento con los diferentes clientes de la empresa.

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

### Actividad 5.1. Definición del envase y embalaje a detalle.

A partir de las dos alternativas válidas propuestas en el paso 4, se procedió a analizar cada una de ellas para así definir el sistema de embalaje.

#### ALTERNATIVA 2

De acuerdo con lo citado en el paso 4, el nuevo sistema de envase y embalaje propuesto en esta alternativa es análogo al utilizado hasta el momento con la salvedad de la introducción de una referencia más y una modificación de las alturas de las cajas actuales, además de la sustitución del material de envase de los fondos a cartón microcanal. Así pues, el nuevo sistema de envase y embalaje propuesto tendrá las características mostradas en la tabla 26.

*Tabla 26. Descripción del sistema de envase y embalaje ecodiseñado con la Alternativa 2*

Envase														
Fondo de cartón					Tapa de cartón					Bolsa protectora				
Dimensiones (mm)			Material	Peso estimado (g)	Dimensiones (mm)			Material	Peso (g)	Referencia	Dimensiones (mm)		Material	Peso (g)
90	380	565	Cartón Microcanal	177,5	105	393	592	Cartón Microcanal	155	40035420	1050x610x710		LDPE	21,8
115	380	565	Cartón Microcanal	230,2	105	393	592	Cartón Microcanal	155	40035420	1050x610x710		LDPE	21,8
135	380	565	Cartón Microcanal	272,4	105	393	592	Cartón Microcanal	155	40035420	1050x610x710		LDPE	21,8
145	380	565	Cartón Microcanal	293,5	105	393	592	Cartón Microcanal	155	40035420	1050x610x710		LDPE	21,8
180	380	565	Cartón Microcanal	367,3	105	393	592	Cartón Microcanal	155	40035420	1050x610x710		LDPE	21,8
205	380	565	Cartón Microcanal	420,0	105	393	592	Cartón Microcanal	155	40035420	1050x610x710		LDPE	21,8

El mosaico de paletización utilizado para cada tipo de caja variará respecto al sistema utilizado actualmente. Las cajas irán apiladas en 4 columnas, pero el número de niveles en el palet y la cantidad de cajas transportadas serán diferentes en función de la longitud de tubo que sea transportada por el sistema de embalaje. En la tabla 27 se detallan el rango de alturas, niveles de palet y número de cajas para cada combinación.

*Tabla 27. Número de alturas y cajas transportadas para los distintos rangos de altura de tubo con la Alternativa 2*

Rango de alturas de tubo (mm)	Tipo de caja	Niveles del palet	Nº cajas por ud de carga
70 a 90	Fondo + tapa 565x380x90 mm	11	44
92 a 110	Fondo + tapa 565x380x115 mm	9	36
112 a 115		8	32
120 a 125	Fondo + tapa 565x380x135 mm	8	32
127 a 135		7	28
136 a 145	Fondo + tapa 565x380x145 mm	7	28
146 a 170	Fondo + tapa 565x380x180 mm	6	24
173 a 180		5	20
185 a 205	Fondo + tapa 565x380x205 mm	5	20

Finalmente, el peso de la unidad de carga obtenido en esta alternativa se detalla en la tabla 28.

*Tabla 28. Peso total de la unidad de carga ecodiseñada por referencia de caja utilizada para la Alternativa 2*

Peso por componentes (g)							
Tipo de caja	Bolsa protectora	Palet	Lámina cama	Film estirable	Lámina cubrepalet	Caja + tapa de cartón	Total (kg)
565 x380x 90 mm	959,2	22000	41,4	525	122	16368,506	40,0
565x380x115 mm a 9 alturas	784,8	22000	41,4	525	122	14729,621	38,2
565x380x115 mm a 8 alturas	697,6	22000	41,4	525	122	13092,997	36,5
565x380x135 mm a 8 alturas	697,6	22000	41,4	525	122	14043,899	37,4
565x380x135 mm a 7 alturas	610,4	22000	41,4	525	122	12288,412	35,6
565x380x145 mm	610,4	22000	41,4	525	122	12704,432	36,0
565x380x180 mm a 6 alturas	523,2	22000	41,4	525	122	11780,993	35,0

565x380x180 mm a 5 alturas	436,0	22000	41,4	525	122	9817,4945	32,9
565x380x205 mm	436,0	22000	41,4	525	122	10857,544	34,0

### **ALTERNATIVA 3**

De acuerdo con lo citado en el paso 4, esta nueva alternativa propone el diseño e implantación de una nueva caja basada en el diseño de una caja hortofrutícola. En esta alternativa, se proponen tres modelos diferentes con cuatro, cinco y seis referencias de caja distinta.

Por tanto, a continuación se procede a analizar el sistema de embalaje con cada uno de estos nuevos modelos propuestos.

#### Modelo de 4 referencias

El embalaje secundario con este modelo se detalla a continuación en la tabla 29.

*Tabla 29 Descripción del sistema de envase y embalaje ecodiseñado con la Alternativa 3 con 4 referencias de caja*

Envase									
Fondo de cartón					Bolsa protectora				
Dimensiones (mm)			Material	Peso estimado (g)	Referencia	Dimensiones (mm)		Material	Peso (g)
110	380	565	Cartón Microcanal	246,7	40035420	1050x610x710		LDPE	21,8
145	380	565	Cartón Microcanal	298,7	40035420	1050x610x710		LDPE	21,8
170	380	565	Cartón Microcanal	335,9	40035420	1050x610x710		LDPE	21,8
205	380	565	Cartón Microcanal	387,9	40035420	1050x610x710		LDPE	21,8

El mosaico de paletización utilizado para cada tipo de caja variará respecto al sistema utilizado actualmente. Las cajas irán apiladas en 4 columnas, pero el número de niveles en el palet y la cantidad de cajas transportadas serán diferentes en función de la longitud de tubo que sea transportada por el sistema de embalaje. En la tabla 30 se detallan el rango de alturas, niveles de palet y número de cajas para cada combinación.

*Tabla 30 Número de alturas y cajas transportadas para los distintos rangos de altura de tubo con la Alternativa 3 con 4 referencias de caja*

Rango de alturas de tubo (mm)	Sistema de embalaje nuevo con caja hortofrutícola modelo 4 referencias		
	Tipo de caja	Niveles por palet	Nº cajas por ud de carga
70 a 90	Caja hortofrutícola 565x380x110	9	36
92 a 110			
112 a 115	Caja hortofrutícola 565x380x145	7	28
120 a 125			
127 a 135			
136 a 145			
146 a 170	Caja hortofrutícola 565x380x170	6	24
173 a 180	Caja hortofrutícola 565x380x205	5	20
185 a 205			

Finalmente, el peso de la unidad de carga obtenido en este modelo se detalla en la tabla 31.

*Tabla 31 Peso total de la unidad de carga ecodiseñada por referencia de caja utilizada para la Alternativa 3 con 4 referencias de caja*

Tipo de caja	Peso por componentes (g)							Total (kg)
	Bolsa protectora	Palet	Lámina cama	Film estirable	Lámina cubrepalet	Tapa de cartón cubrepalet	Caja	
Caja hortofrutícola 565x380x110	784,8	22000	41,4	525	122	734	8882,2	33,1
Caja hortofrutícola 565x380x145	610,4	22000	41,4	525	122	734	8364,4	32,4
Caja hortofrutícola 565x380x170	523,2	22000	41,4	525	122	734	8061,0	32,0
Caja hortofrutícola 565x380x205	436	22000	41,4	525	122	734	7757,5	31,6

### Modelo de 5 referencias

El embalaje secundario con este modelo se detalla a continuación en la tabla 32.

*Tabla 32 Descripción del sistema de envase y embalaje ecodiseñado con la Alternativa 3 con 5 referencias de caja*

Fondo de cartón					Bolsa protectora			
Dimensiones (mm)			Material	Peso estimado (g)	Referencia	Dimensiones (mm)	Material	Peso (g)
110	380	565	Cartón Microcanal	246,7	40035420	1050x610x710	LDPE	21,8
125	380	565	Cartón Microcanal	269,0	40035420	1050x610x710	LDPE	21,8
145	380	565	Cartón Microcanal	298,7	40035420	1050x610x710	LDPE	21,8
170	380	565	Cartón Microcanal	335,9	40035420	1050x610x710	LDPE	21,8
205	380	565	Cartón Microcanal	387,9	40035420	1050x610x710	LDPE	21,8

El mosaico de paletización utilizado para cada tipo de caja variará respecto al sistema utilizado actualmente. Las cajas irán apiladas en 4 columnas, pero el número de niveles en el palet y la cantidad de cajas transportadas serán diferentes en función de la longitud de tubo que sea transportada por el sistema de embalaje. En la tabla 33 se detallan el rango de alturas, niveles de palet y número de cajas para cada combinación.

*Tabla 33 Número de alturas y cajas transportadas para los distintos rangos de altura de tubo con la Alternativa 3 con 5 referencias de caja*

Rango de alturas de tubo (mm)	Sistema de embalaje nuevo con caja hortofrutícola modelo 5 referencias		
	Tipo de caja	Niveles por palet	Nº cajas por ud de carga
70 a 90	Caja hortofrutícola 565x380x110	9	36
92 a 110			
112 a 115	Caja hortofrutícola 565x380x125	8	32
120 a 125			
127 a 135	Caja hortofrutícola 565x380x145	7	28
136 a 145			
146 a 170	Caja hortofrutícola 565x380x170	6	24
173 a 180	Caja hortofrutícola 565x380x205	5	20
185 a 205			

Finalmente, el peso de la unidad de carga obtenido en este modelo se detalla en la tabla 34.

*Tabla 34 Peso total de la unidad de carga ecodiseñada por referencia de caja utilizada para la Alternativa 3 con 5 referencias de caja*

Peso por componentes (g)								
Tipo de caja	Bolsa protectora	Palet	Lámina cama	Film estirable	Lámina cubrepalet	Tapa de cartón cubrepalet	Caja	Total (kg)
Caja hortofrutícola 565x380x110	784,8	22000,0	41,4	525	122	734	8882,2	33,1
Caja hortofrutícola 565x380x125	697,6	22000,0	41,4	525	122	734	8608,4	32,7
Caja hortofrutícola 565x380x145	610,4	22000,0	41,4	525	122	734	8364,4	32,4
Caja hortofrutícola 565x380x170	523,2	22000,0	41,4	525	122	734	8061,0	32,0
Caja hortofrutícola 565x380x205	436,0	22000,0	41,4	525	122	734	7757,5	31,6

Modelo de 6 referencias

El embalaje secundario con este modelo se detalla a continuación en la tabla 35.

*Tabla 35 Descripción del sistema de envase y embalaje ecodiseñado con la Alternativa 3 con 6 referencias de caja*

Envase secundario									
Fondo de cartón					Bolsa protectora				
Dimensiones (mm)			Material	Peso estimado (g)	Referencia	Dimensiones (mm)		Material	Peso (g)
90	380	565	Cartón Microcanal	217,0	40035420	1050x610x710		LDPE	21,8
115	380	565	Cartón Microcanal	254,2	40035420	1050x610x710		LDPE	21,8
135	380	565	Cartón Microcanal	283,9	40035420	1050x610x710		LDPE	21,8
145	380	565	Cartón Microcanal	298,7	40035420	1050x610x710		LDPE	21,8
180	380	565	Cartón Microcanal	350,7	40035420	1050x610x710		LDPE	21,8
205	380	565	Cartón	387,9	40035420	1050x610x710		LDPE	21,8

			Microcanal				
--	--	--	------------	--	--	--	--

El mosaico de paletización utilizado para cada tipo de caja variará respecto al sistema utilizado actualmente, ya que las cajas irán encajadas una sobre otras apoyadas en los huecos de las esquinas de las mismas. Las cajas irán apiladas en 4 columnas, el número de niveles en el palet y la cantidad de cajas transportadas se detallan en la tabla 36:

*Tabla 36 Número de alturas y cajas transportadas para los distintos rangos de altura de tubo con la Alternativa 3 con 6 referencias de caja*

Rango de alturas de tubo (mm)	Sistema de embalaje nuevo con caja hortofrutícola modelo 6 referencias		
	Tipo de caja	Niveles por palet	Nº cajas por ud de carga
70 a 90	Caja hortofrutícola 565x380x90	11	44
92 a 110	Caja hortofrutícola 565x380x115	9	36
112 a 115			
120 a 125	Caja hortofrutícola 565x380x135	7	28
127 a 135			
136 a 145	Caja hortofrutícola 565x380x145	5	20
146 a 170	Caja hortofrutícola 565x380x180		
173 a 180	Caja hortofrutícola 565x380x205		
185 a 205	Caja hortofrutícola 565x380x205		

Finalmente, el peso de la unidad de carga obtenido en este modelo se detalla en la tabla 37.

*Tabla 37 Peso total de la unidad de carga ecodiseñada por referencia de caja utilizada para la Alternativa 3 con 6 referencias de caja*

Tipo de caja	Peso por componentes (g)							Total (kg)
	Bolsa protectora	Palet	Lámina cama	Film estirable	Lámina cubrepalet	Tapa de cartón cubrepalet	Caja	
Caja hortofrutícola 565x380x90	959,2	22000,0	41,4	525	122	734	9548,5	33,9
Caja hortofrutícola 565x380x115	784,8	22000,0	41,4	525	122	734	9149,6	33,4
Caja hortofrutícola 565x380x135	610,4	22000,0	41,4	525	122	734	7948,4	32,0

Caja hortofrutícola 565x380x145	610,4	22000	41,4	525	122	734	8364,4	32,4
Caja hortofrutícola 565x380x180	436	22000,0	41,4	525	122	734	7014,6	30,9
Caja hortofrutícola 565x380x205	436	22000,0	41,4	525	122	734	7757,5	31,6

### Actividad 5.2. Selección del envase y embalaje definitivo.

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 basado en las dos alternativas y sus diferentes combinaciones.

Para llevar a cabo la evaluación ambiental del nuevo sistema de envase y embalaje 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 las figuras siguientes para cada modelo.

### ALTERNATIVA 2

A continuación se detalla el análisis de ciclo de vida simplificado para las diferentes combinaciones existentes en la Alternativa 2.

Fondo de 565x380x90 mm con 9 niveles de cajas

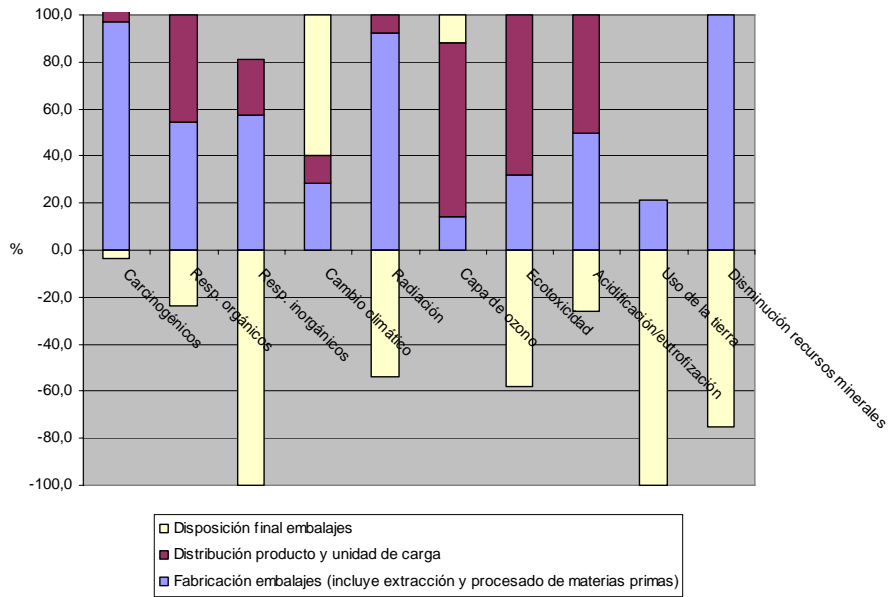
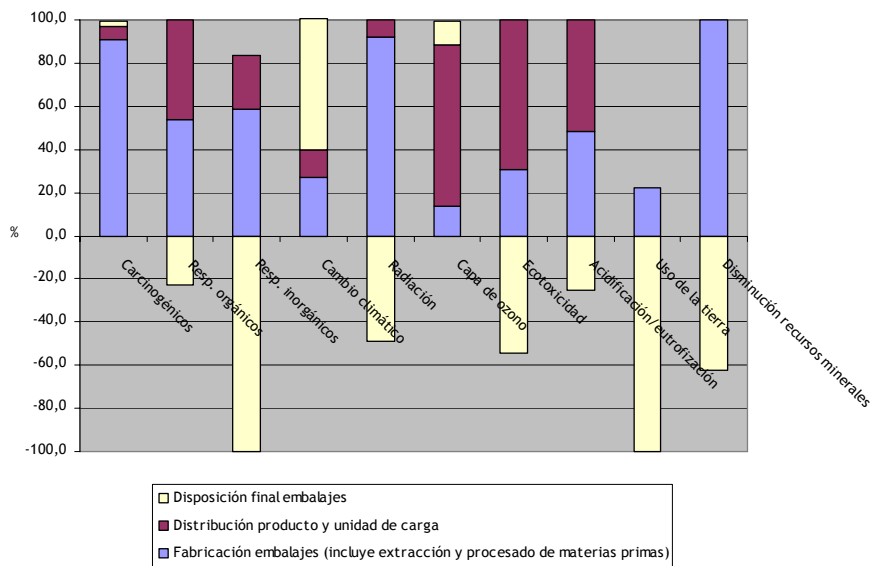


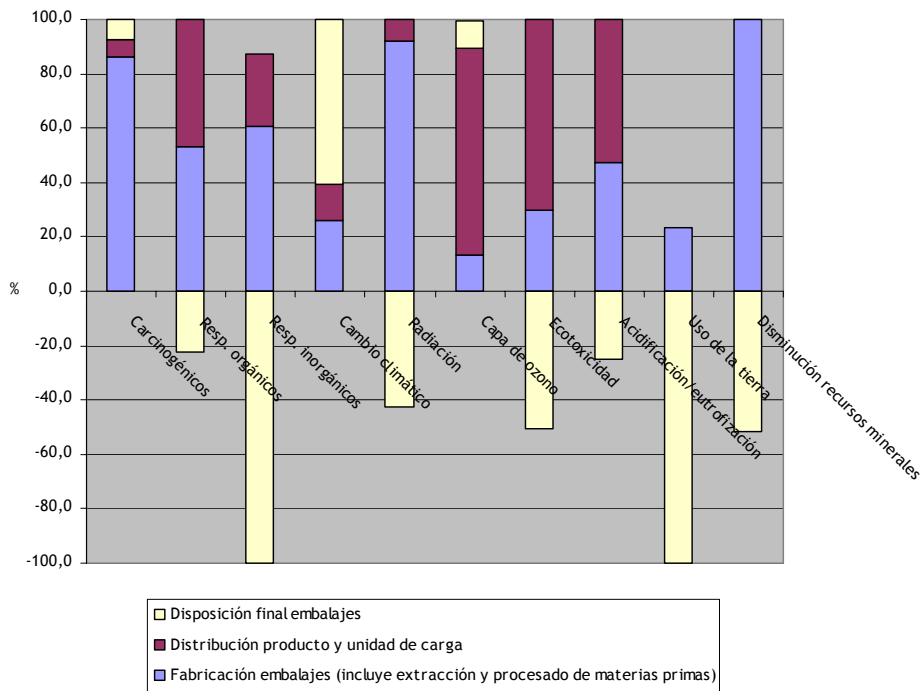
Figura 19: Contribución relativa al impacto ambiental de las diferentes etapas del ciclo de vida para el sistema de envase y embalaje con fondo de altura 90 mm de la Alternativa 2

Fondo de 565x380x115 mm con 9 niveles de cajas



*Figura 20: Contribución relativa al impacto ambiental de las diferentes etapas del ciclo de vida para el sistema de envase y embalaje con fondo de altura 115 mm con 9 alturas para la Alternativa 2*

Fondo de 565x380x115 mm con 8 niveles de cajas



*Figura 21: Contribución relativa al impacto ambiental de las diferentes etapas del ciclo de vida para el sistema de envase y embalaje con fondo de altura 115 mm con 8 alturas para la Alternativa 2*

Fondo de 565x380x135 mm con 8 niveles de cajas

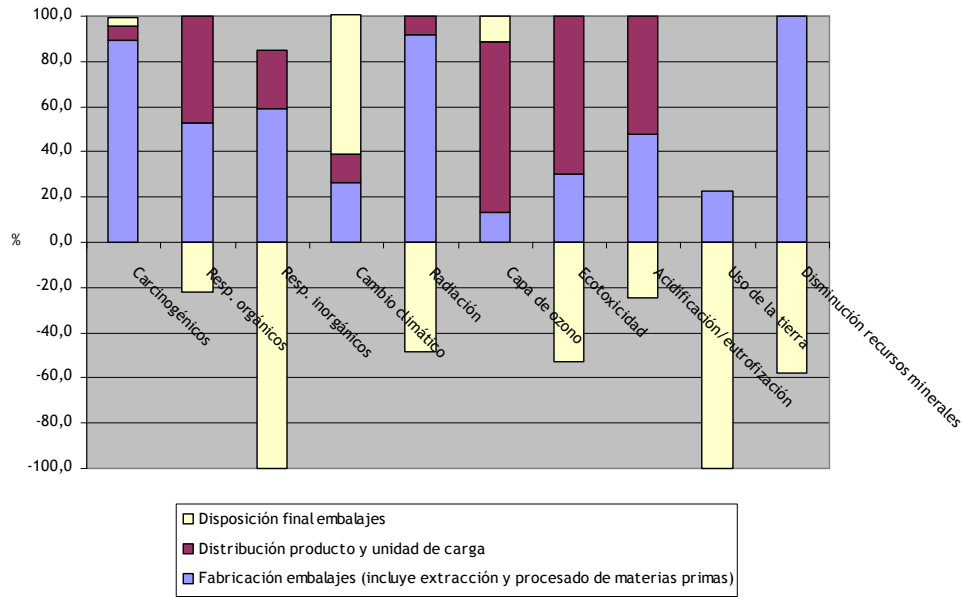


Figura 22: Contribución relativa al impacto ambiental de las diferentes etapas del ciclo de vida para el sistema de envase y embalaje con fondo de altura 135 mm con 8 alturas para la Alternativa 2

Fondo de 565x380x135 mm con 7 niveles de cajas

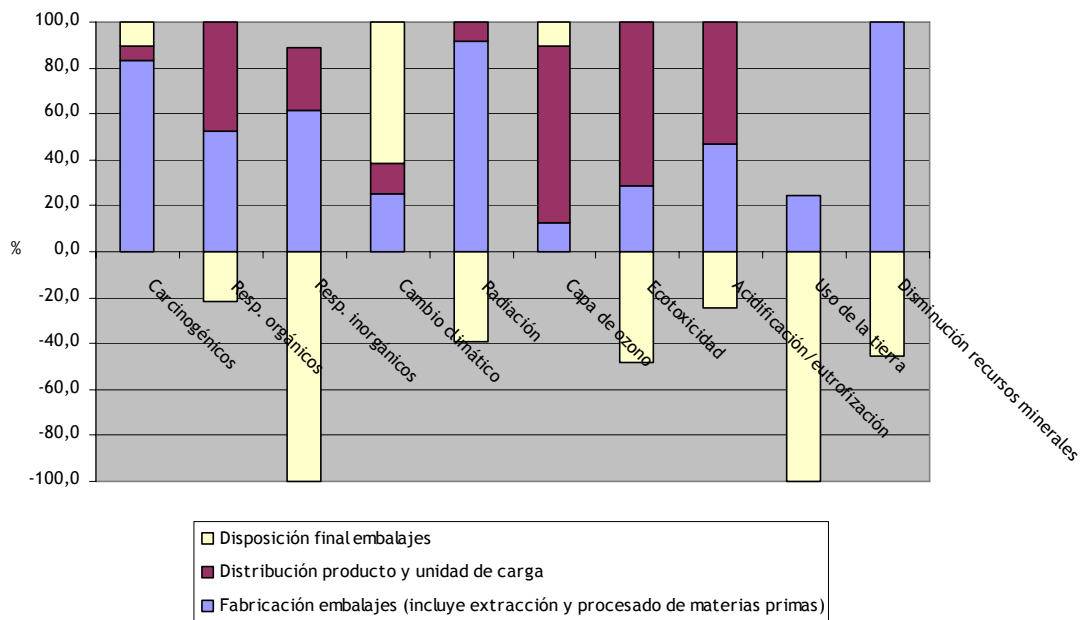


Figura 23: Contribución relativa al impacto ambiental de las diferentes etapas del ciclo de vida para el sistema de envase y embalaje con fondo de altura 135 mm con 7 alturas para la Alternativa 2

Fondo de 565x380x145 mm con 7 niveles de cajas

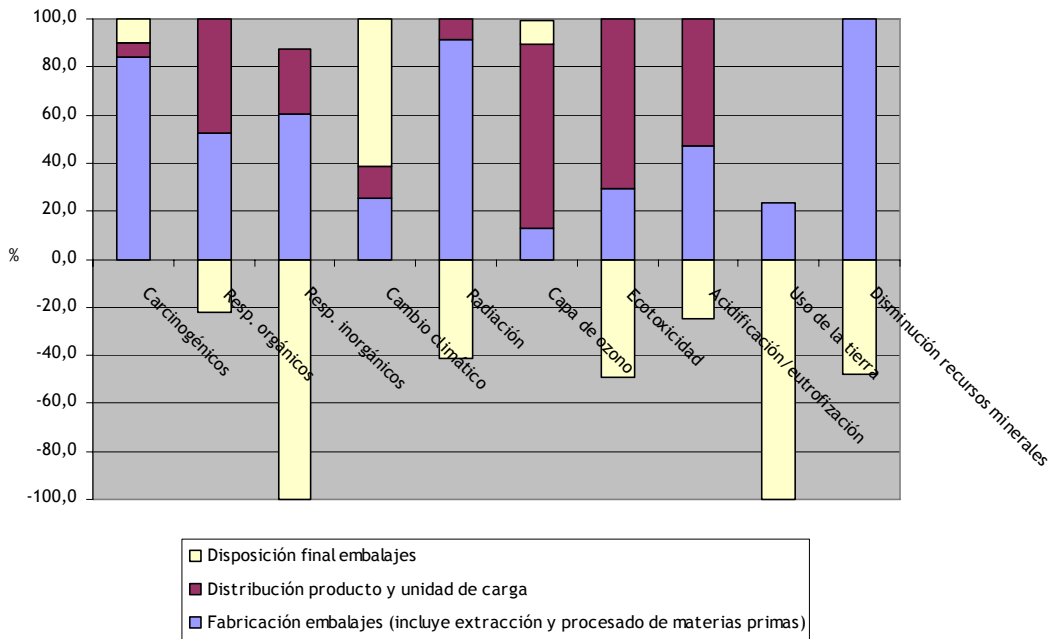


Figura 24: Contribución relativa al impacto ambiental de las diferentes etapas del ciclo de vida para el sistema de envase y embalaje con fondo de altura 145 mm para la Alternativa 2

Fondo de 565x380x180 mm con 6 niveles de cajas

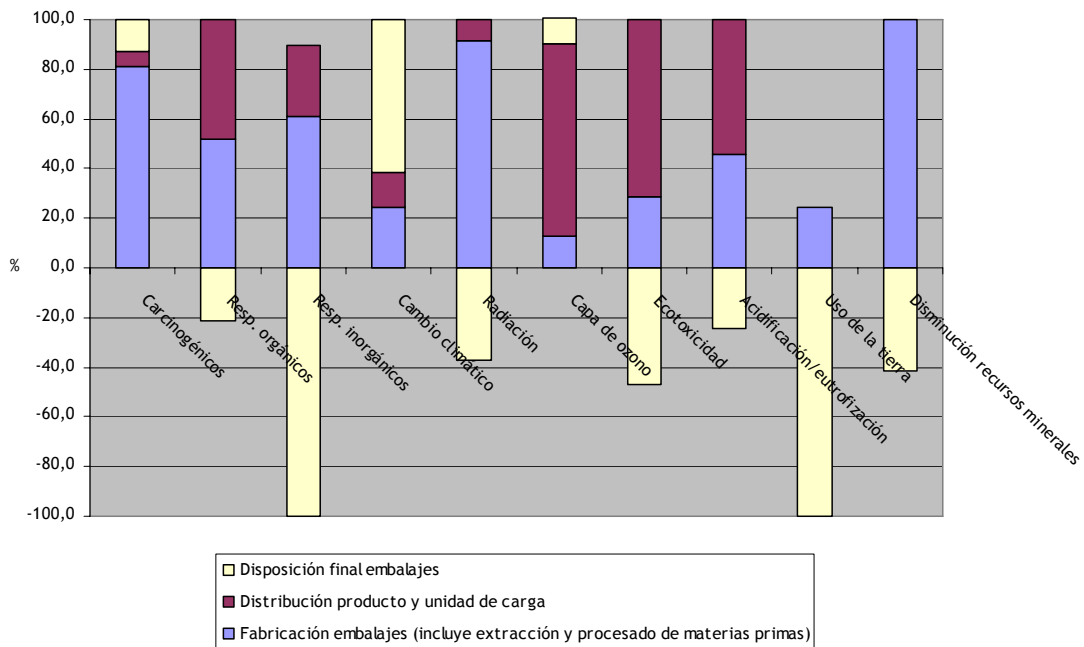


Figura 25: Contribución relativa al impacto ambiental de las diferentes etapas del ciclo de vida para el sistema de envase y embalaje con fondo de altura 180 mm con 6 alturas para la Alternativa 2

Fondo de 565x380x180 mm con 5 niveles de cajas

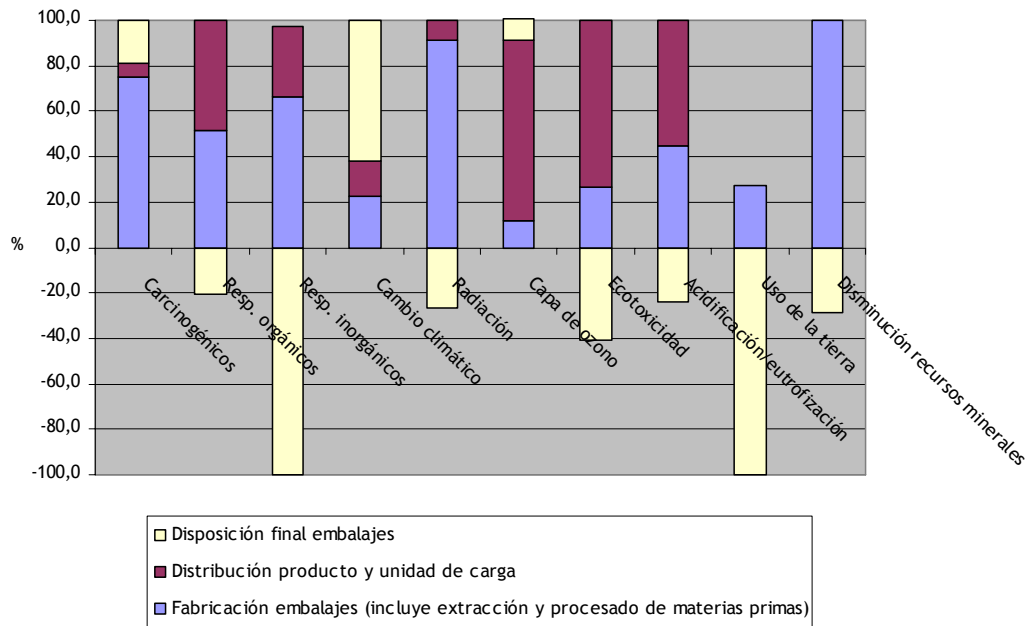
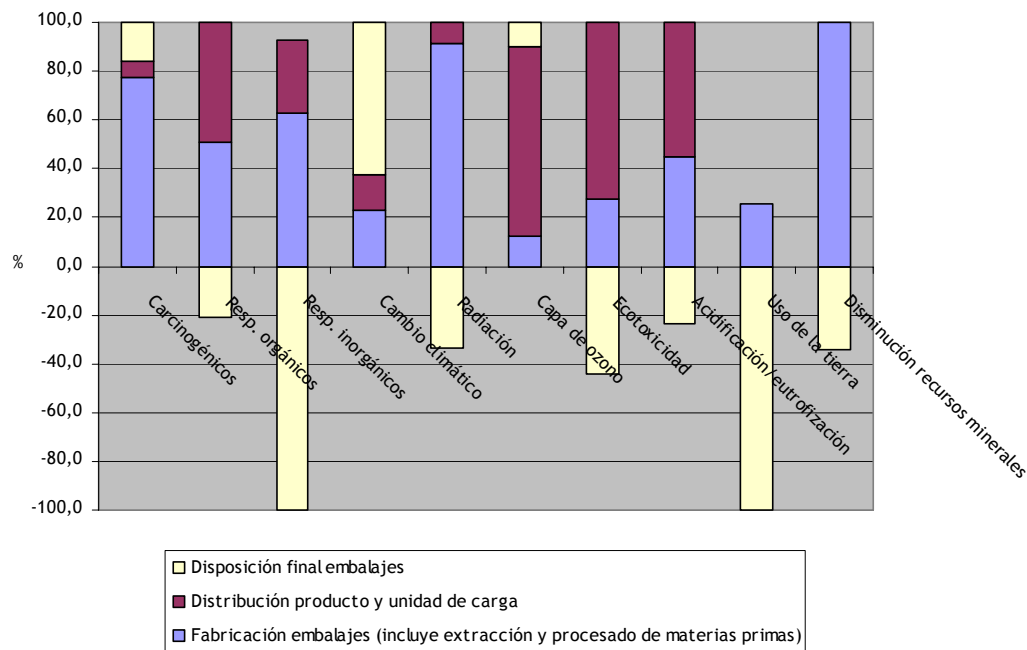


Figura 26: Contribución relativa al impacto ambiental de las diferentes etapas del ciclo de vida para el sistema de envase y embalaje con fondo de altura 180 mm con 5 alturas para la Alternativa 2

Fondo de 565x380x205 mm con 5 niveles de cajas



*Figura 27: Contribución relativa al impacto ambiental de las diferentes etapas del ciclo de vida para el sistema de envase y embalaje con fondo de altura 205 mm para la alternativa 2*

Para el sistema de envase y embalaje propuesto en esta alternativa, 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 sistema de envase y embalaje empleado por TUBOPLAST HISPANIA S.A., ya que como se ha descrito, en el sistema de envase y embalaje nuevo propuesto, únicamente ha variado la introducción de una nueva caja, la variación de las alturas del sistema empleado y la sustitución del actual cartón por cartón microcanal de menor espesor.

Con esta alternativa se alcanza un ahorro del 1,25% de cartón en base a la producción anual de TUBOPLAST HISPANIA S.A. ya que se consigue optimizar la unidad de carga transportando un 37% menos de aire en las cajas. Este ahorro de cartón implica una cantidad aproximada de 6 toneladas anuales menos de material empleado, con el consiguiente ahorro de costes que esto supone para la empresa.

Asimismo se analizaron los requisitos legales y normativos para el nuevo sistema de envase y embalaje ecodiseñado propuesto a partir de la Alternativa 2 (tablas 38 y 39).

*Tabla 38: Parámetros de valoración de la gestión del residuo de envase y embalaje para el nuevo sistema de envase y embalaje ecodiseñado con la Alternativa 2.*

Parámetro	Unidad	Descripción	Normas/Documents de apoyo	
Cantidad de residuo de envase generado	565 x380x 90 mm	40,0 kg	Se refiere a la cantidad de residuo de envase y embalaje generado tras el desembalado de la unidad de carga	Tabla 28. Peso total de la unidad de carga Ecodiseñada por referencia para la Alternativa 2
	565x380x115 mm a 9 alturas	38,2 kg		
	565x380x115 mm a 8 alturas	36,5 kg		
	565x380x135 mm a 8 alturas	37,4 kg		
	565x380x135 mm a 7 alturas	35,6 kg		
	565x380x145 mm	36,0 kg		
	565x380x180 mm a 6 alturas	35,0 kg		
	565x380x180 mm a 5 alturas	32,9 kg		
	565x380x205 mm	34,0 kg		
Volumen del	565 x380x 90 mm	0.0193 m <sup>3</sup>	Se ha calculado suponiendo las dimensiones del envase, calculándose	Tabla 28. Peso total de la unidad de carga Ecodiseñada por

Parámetro		Unidad	Descripción	Normas/Documents de apoyo
envase	565x380x115 mm	0.0247 m <sup>3</sup>	como sigue: V = Anchura x Longitud x Altura	referencia para la Alternativa 2
	565x380x135 mm	0.0290 m <sup>3</sup>		
	565x380x145 mm	0.0311 m <sup>3</sup>		
	565x380x180 mm	0.0386 m <sup>3</sup>		
	565x380x205 mm	0.0440 m <sup>3</sup>		
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 y cartón, 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.*

**Tabla 39: Parámetros derivados de la legislación y normativa vigente para el nuevo sistema de envase y embalaje ecodiseñado con la Alternativa 2. (Adaptado de Hortal, 2009)**

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 el periodo de tiempo de uso no puede definirse
			Ratio cantidad de envase/cantidad de producto.	Cantidad envase/cantidad de producto	AD	PEP	Debido a las múltiples combinaciones existentes este parámetro no se dispone
			Ratio cantidad de residuo de envase generado/Cantidad de producto	Kr/Kp	AD	PEP	Debido a las múltiples combinaciones existentes este parámetro no se dispone
			Ratio volumen de envase/volumen producto.	Volumen de envase/Volumen producto	AD	PEP	(Ancho x Largo x Alto) / (π x R <sup>2</sup> x Altura tubo x Ud de tubo). Debido a las múltiples combinaciones existentes este parámetro no se dispone
			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

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.

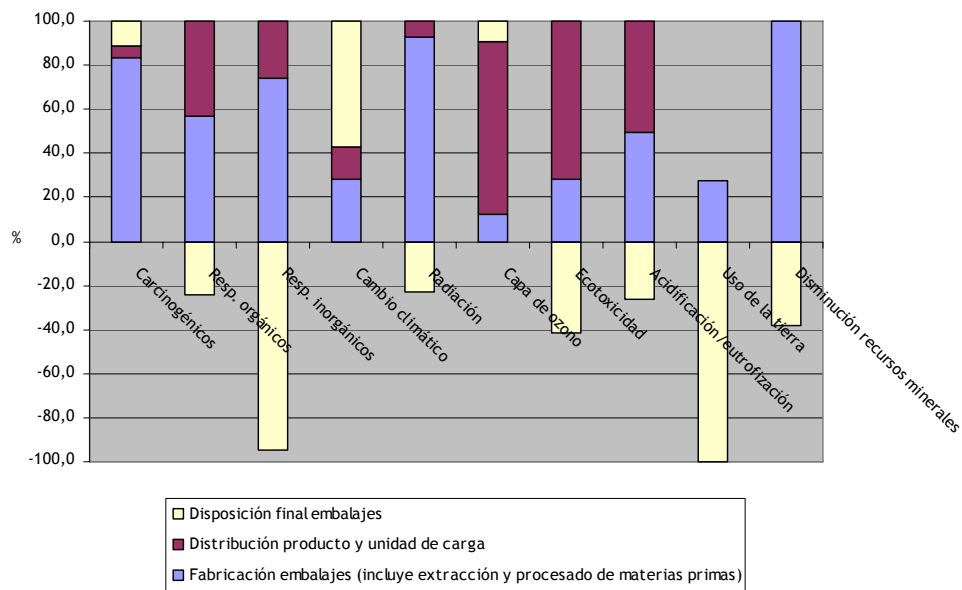
AD: Adimensional

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.

### ALTERNATIVA 3

A continuación se detalla el análisis de ciclo de vida simplificado para las diferentes combinaciones existentes en la Alternativa 3.

*Fondo de 565x380x90 mm con 11 niveles de cajas*



*Figura 28: Contribución relativa al impacto ambiental de las diferentes etapas del ciclo de vida para el sistema de envase y embalaje con fondo de altura 90 mm para la Alternativa 3*

*Fondo de 565x380x110 mm con 9 niveles de cajas*

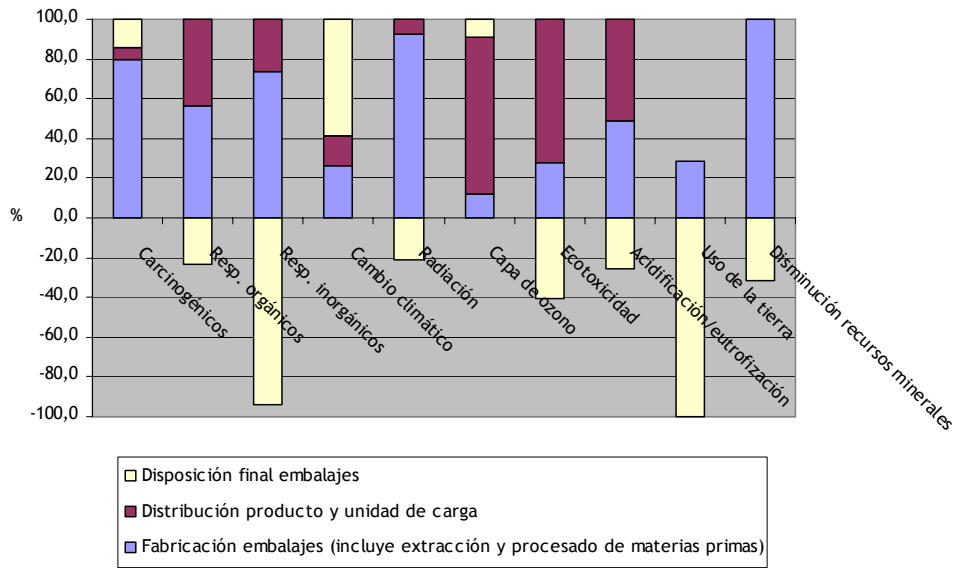


Figura 29: Contribución relativa al impacto ambiental de las diferentes etapas del ciclo de vida para el sistema de envase y embalaje con fondo de altura 110 mm para la Alternativa 3

Fondo de 565x380x115 mm con 9 niveles de cajas

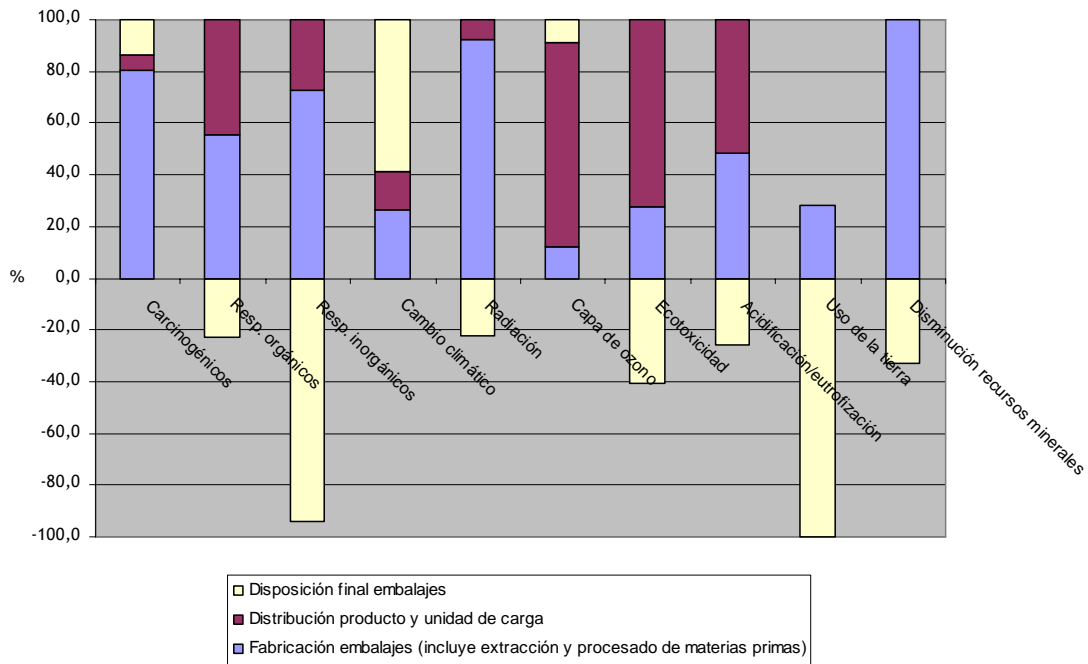


Figura 30: Contribución relativa al impacto ambiental de las diferentes etapas del ciclo de vida para el sistema de envase y embalaje con fondo de altura 115 mm para la Alternativa 3

Fondo de 565x380x125 mm con 8 niveles de cajas

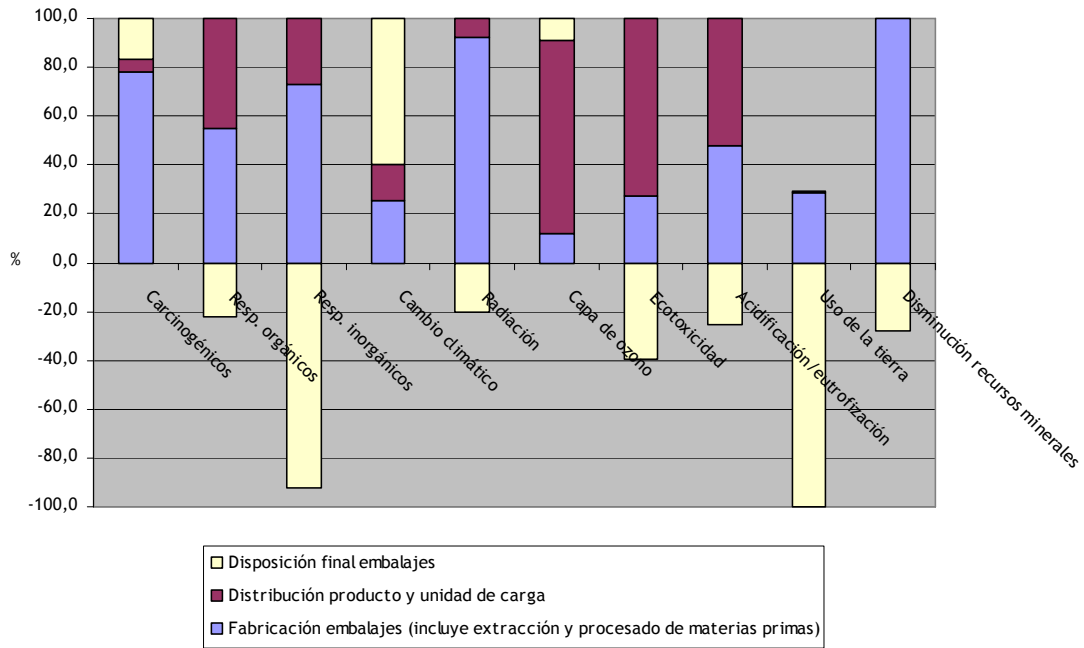


Figura 31: Contribución relativa al impacto ambiental de las diferentes etapas del ciclo de vida para el sistema de envase y embalaje con fondo de altura 125 mm para la Alternativa 3

Fondo de 565x380x135 mm con 7 niveles de cajas

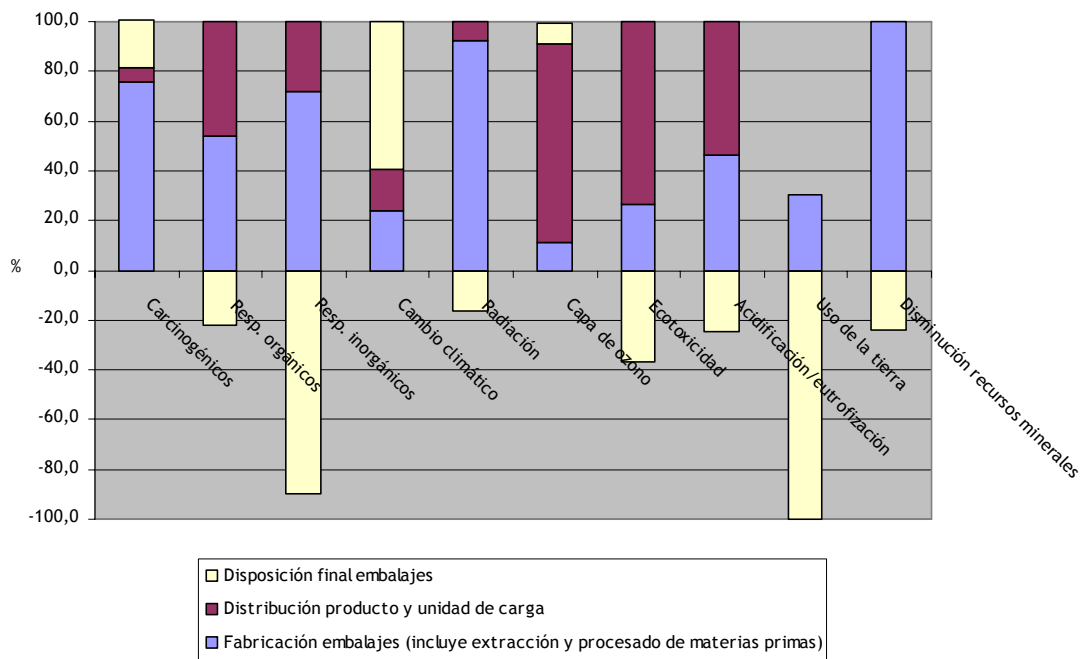


Figura 32: Contribución relativa al impacto ambiental de las diferentes etapas del ciclo de vida para el sistema de envase y embalaje con fondo de altura 135 mm para la Alternativa 3

Fondo de 565x380x145 mm con 7 niveles de cajas

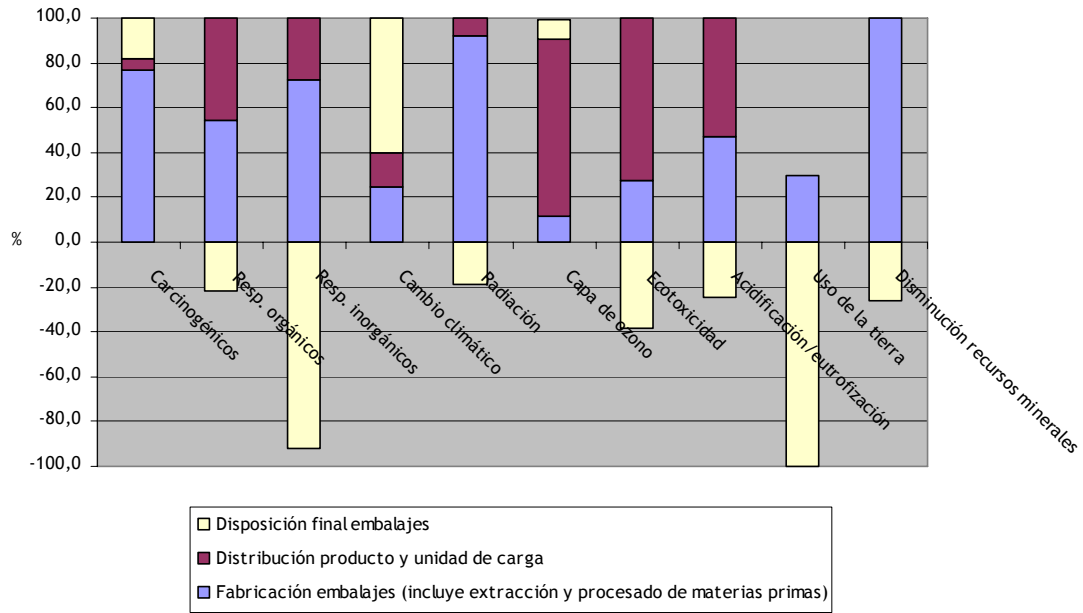


Figura 33: Contribución relativa al impacto ambiental de las diferentes etapas del ciclo de vida para el sistema de envase y embalaje con fondo de altura 145 mm para la Alternativa 3

Fondo de 565x380x170 mm con 6 niveles de cajas

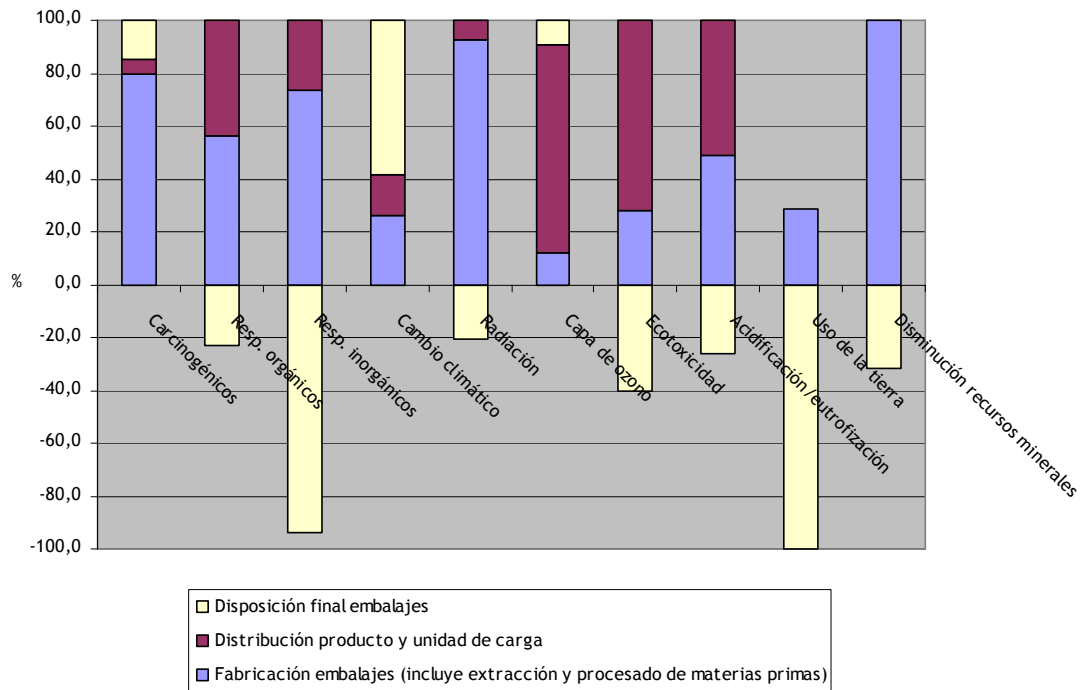


Figura 34: Contribución relativa al impacto ambiental de las diferentes etapas del ciclo de vida para el sistema de envase y embalaje con fondo de altura 170 mm para la Alternativa 3

Fondo de 565x380x180 mm con 5 niveles de cajas

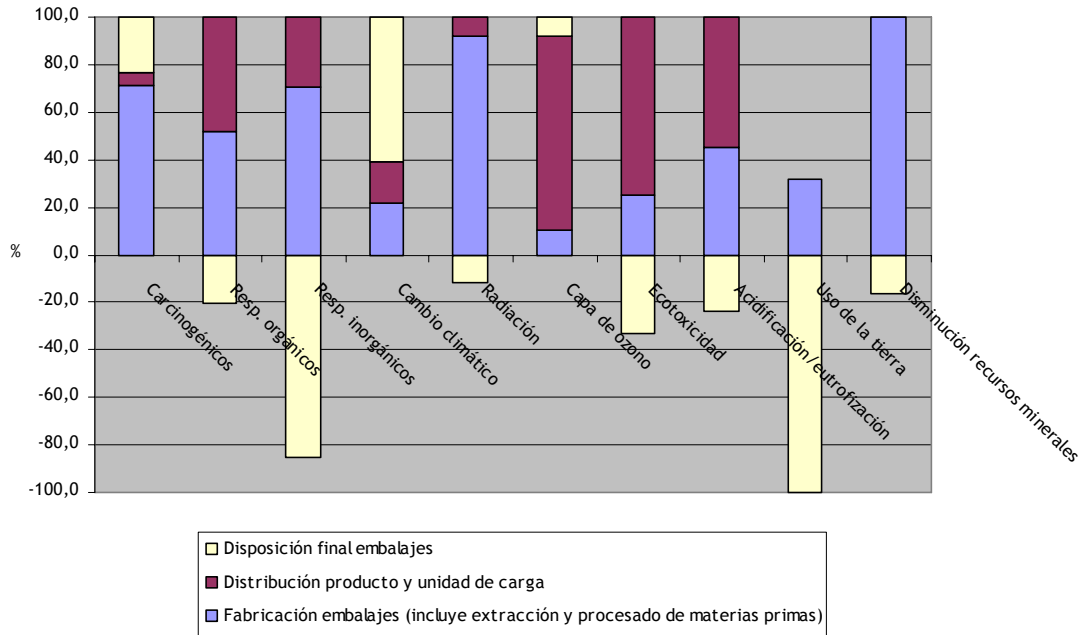


Figura 35: Contribución relativa al impacto ambiental de las diferentes etapas del ciclo de vida para el sistema de envase y embalaje con fondo de altura 180 mm para la Alternativa 3

Fondo de 565x380x205 mm con 5 niveles de cajas

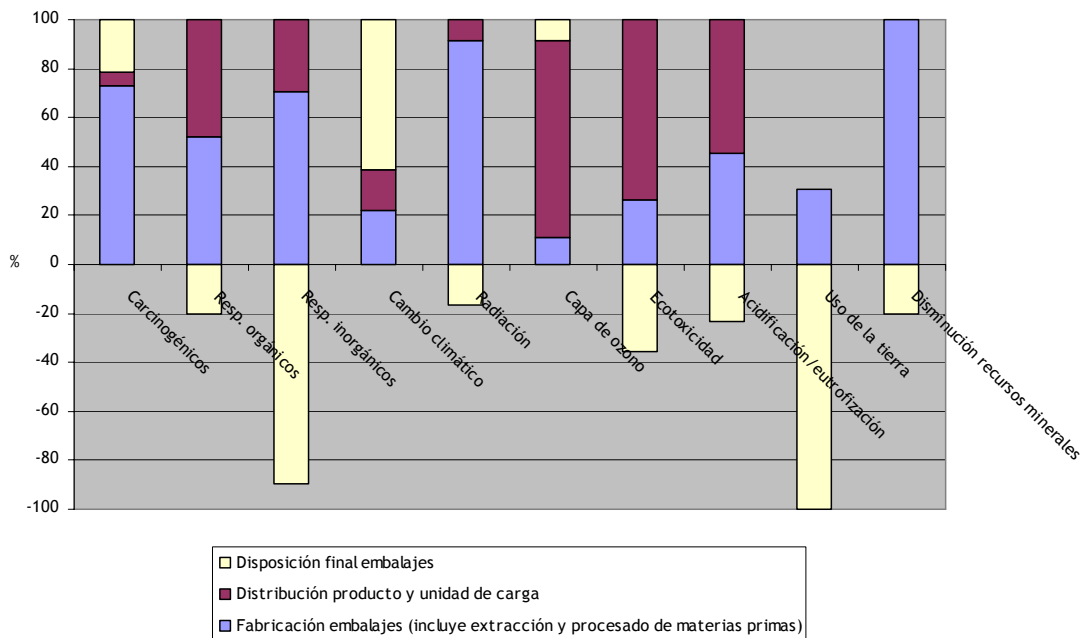


Figura 36: Contribución relativa al impacto ambiental de las diferentes etapas del ciclo de vida para el sistema de envase y embalaje con fondo de altura 205 mm para la Alternativa 3

Para el sistema de envase y embalaje propuesto en esta alternativa, la etapa de *fabricación* (que incluye la extracción y procesado de las materias primas) es la que mayor contribución relativa al impacto ambiental presenta. El perfil ambiental de esta alternativa es relativamente parecido al observado para el sistema de envase y embalaje empleado actualmente por TUBOPLAST HISPANIA S.A., aunque se tratan de modelos totalmente diferentes ya que se ha eliminado la tapa de la caja y se ha sustituido el material del fondo a cartón microcanal.

Cabe resaltar que con esta alternativa se consigue un ahorro de material que puede ir desde un 24,1% hasta un 25,91% en base a la producción anual de TUBOPLAST HISPANIA S.A.. Estos porcentajes implican un ahorro de material en masa que van desde 117 toneladas (modelo 4 referencias) hasta 126 toneladas (modelo 6 referencias) anuales aproximadamente, con el consiguiente ahorro de costes que esto supone para la empresa.

Asimismo se analizaron los requisitos legales y normativos para el nuevo sistema de envase y embalaje ecodiseñado propuesto a partir de la Alternativa 3 (tablas 40 y 41).

Tabla 40: Parámetros de valoración de la gestión del residuo de envase y embalaje para el nuevo sistema de envase y embalaje ecodiseñado con la Alternativa 3.

	Parámetro			Unidad			Descripción	Normas/Documents de apoyo
	Sistema de envase y embalaje nuevo ecodiseñado con Alternativa 3 con 4 referencias de cajas	Sistema de envase y embalaje nuevo ecodiseñado con Alternativa 3 con 5 referencias de cajas	Sistema de envase y embalaje nuevo ecodiseñado con Alternativa 3 con 6 referencias de cajas	Sistema de envase y embalaje nuevo ecodiseñado con Alternativa 3 con 4 referencias de cajas	Sistema de envase y embalaje nuevo ecodiseñado con Alternativa 3 con 5 referencias de cajas	Sistema de envase y embalaje nuevo ecodiseñado con Alternativa 3 con 6 referencias de cajas		
Cantidad de residuo envase generado	---	---	Caja hortofrutícola 565x380x90	---	---	33,9 kg	Se refiere a la cantidad de residuo de envase y embalaje generado tras el desembalado de la unidad de carga	Tabla 31 Peso total de la unidad de carga ecodiseñada por referencia de caja utilizada para la Alternativa 3 con 4 referencias de caja  Tabla 34 Peso total de la unidad de carga ecodiseñada por referencia de caja utilizada para la Alternativa 3 con 5 referencias de caja  Tabla 37 Peso total de la unidad de carga ecodiseñada por referencia de caja utilizada para la Alternativa 3 con 6 referencias de caja
	Caja hortofrutícola 565x380x110	Caja hortofrutícola 565x380x110	---	33,1 kg	33,1 kg	---		
	---	---	Caja hortofrutícola 565x380x115	---	---	33,4 kg		
	---	Caja hortofrutícola 565x380x125	---	---	32,7 kg	---		
	---	---	Caja hortofrutícola 565x380x135	---	---	32,0 kg		
	Caja hortofrutícola 565x380x145	Caja hortofrutícola 565x380x145	Caja hortofrutícola 565x380x145	32,4 kg	32,4 kg	32,4 kg		
	Caja hortofrutícola 565x380x170	Caja hortofrutícola 565x380x170	---	32,0 kg	32,0 kg	---		
	---	---	Caja hortofrutícola 565x380x180	---	---	30,9 kg		
	Caja hortofrutícola 565x380x205	Caja hortofrutícola 565x380x205	Caja hortofrutícola 565x380x205	31,6 kg	31,6 kg	31,6 kg		
Volumen del envase	---	---	Caja hortofrutícola 565x380x90	---	---	0,0193 m <sup>3</sup>	Se ha calculado suponiendo las dimensiones del envase, calculándose como sigue: V = Anchura x Longitud x Altura = 565 mm x 380 mm x 90 mm = 0,0193 m <sup>3</sup>	Tabla 31 Peso total de la unidad de carga ecodiseñada por referencia de caja utilizada para la Alternativa 3 con 4 referencias de caja
	Caja hortofrutícola 565x380x110	Caja hortofrutícola 565x380x110	---	0,0236 m <sup>3</sup>	0,0236 m <sup>3</sup>	---	Se ha calculado suponiendo las dimensiones del envase, calculándose como sigue: V = Anchura x Longitud x Altura = 565 mm x 380 mm x 110 mm = 0,0236 m <sup>3</sup>	Tabla 34 Peso total de la unidad de carga ecodiseñada por referencia de caja utilizada para la Alternativa 3 con 5 referencias de caja
	---	---	Caja hortofrutícola 565x380x115	---	---	0,0247 m <sup>3</sup>	Se ha calculado suponiendo las dimensiones del envase, calculándose como sigue: V = Anchura x Longitud x Altura = 565 mm x 380 mm x 115 mm = 0,0247 m <sup>3</sup>	Tabla 37 Peso total de la unidad de carga ecodiseñada por referencia de caja utilizada para la Alternativa 3 con 6 referencias de caja
	---	Caja hortofrutícola 565x380x125	---	---	0,0268 m <sup>3</sup>	---	Se ha calculado suponiendo las dimensiones del envase, calculándose como sigue: V = Anchura x Longitud x Altura = 565 mm x 380 mm x 125 mm = 0,0268 m <sup>3</sup>	

	Parámetro						Unidad	Descripción	Normas/Documents de apoyo
	Sistema de envase y embalaje nuevo ecodiseñado con Alternativa 3 con 4 referencias de cajas	Sistema de envase y embalaje nuevo ecodiseñado con Alternativa 3 con 5 referencias de cajas	Sistema de envase y embalaje nuevo ecodiseñado con Alternativa 3 con 6 referencias de cajas	Sistema de envase y embalaje nuevo ecodiseñado con Alternativa 3 con 4 referencias de cajas	Sistema de envase y embalaje nuevo ecodiseñado con Alternativa 3 con 5 referencias de cajas	Sistema de envase y embalaje nuevo ecodiseñado con Alternativa 3 con 6 referencias de cajas			
	---	---	Caja hortofrutícola 565x380x135	---	---	0.0290 m <sup>3</sup>	Se ha calculado suponiendo las dimensiones del envase, calculándose como sigue: V = Anchura x Longitud x Altura = 565 mm x 380 mm x 135 mm = 0.0290 m <sup>3</sup>		
	Caja hortofrutícola 565x380x145	Caja hortofrutícola 565x380x145	Caja hortofrutícola 565x380x145	0.0311 m <sup>3</sup>	0.0311 m <sup>3</sup>	0.0311 m <sup>3</sup>	Se ha calculado suponiendo las dimensiones del envase, calculándose como sigue: V = Anchura x Longitud x Altura = 565 mm x 380 mm x 145 mm = 0.0311 m <sup>3</sup>		
	Caja hortofrutícola 565x380x170	Caja hortofrutícola 565x380x170	---	0.0365 m <sup>3</sup>	0.0365 m <sup>3</sup>	---	Se ha calculado suponiendo las dimensiones del envase, calculándose como sigue: V = Anchura x Longitud x Altura = 565 mm x 380 mm x 170 mm = 0.0365 m <sup>3</sup>		
	---	---	Caja hortofrutícola 565x380x180	---	---	0.0386 m <sup>3</sup>	Se ha calculado suponiendo las dimensiones del envase, calculándose como sigue: V = Anchura x Longitud x Altura = 565 mm x 380 mm x 180 mm = 0.0386 m <sup>3</sup>		
	Caja hortofrutícola 565x380x205	Caja hortofrutícola 565x380x205	Caja hortofrutícola 565x380x205	0.0440 m <sup>3</sup>	0.0440 m <sup>3</sup>	0.0440 m <sup>3</sup>	Se ha calculado suponiendo las dimensiones del envase, calculándose como sigue: V = Anchura x Longitud x Altura = 565 mm x 380 mm x 205 mm = 0.0440 m <sup>3</sup>		
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 y cartón, y probada la existencia de los canales adecuados de recogida, gestión y posterior reciclado.		
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.	UNE-EN 13430	
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	

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

**Tabla 41: Parámetros derivados de la legislación y normativa vigente para el nuevo sistema de envase y embalaje ecodiseñado con la Alternativa 3**

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 el periodo de tiempo de uso no puede definirse
			Ratio cantidad de envase/cantidad de producto.	Cantidad envase/cantidad de producto	AD	PEP	Debido a las múltiples combinaciones existentes este parámetro no se dispone
			Ratio cantidad de residuo de envase generado/Cantidad de producto	Kr/Kp	AD	PEP	Debido a las múltiples combinaciones existentes este parámetro no se dispone
			Ratio volumen de envase/volumen producto.	Volumen de envase/Volumen producto	AD	PEP	(Ancho x Largo x Alto) / (π x R <sup>2</sup> x Altura tubo x Ud de tubo). Debido a las múltiples combinaciones existentes este parámetro no se dispone
			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

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.

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 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 ha determinado por parte de TUBOPLAST HISPANIA S.A. las siguientes consideraciones:

- La Alternativa 2 será implantada a corto plazo, dado el ahorro de material y de coste que supone para la empresa.
- La Alternativa 3 queda en fase de validación industrial. Esto supone que se deben realizar una serie de ensayos para su validación en las instalaciones de TUBOPLAST HISPANIA S.A. y su adaptación a la maquinaria de desembalaje de sus clientes. Su implantación se prevé a medio-largo plazo.

En la tabla 42 se resumen las acciones futuras a realizar para la adecuada implantación de las medidas así como el plazo de ejecución.

*Tabla 42. Plan de acción a medio y largo plazo*

Estrategia de ecodiseño	Medida asociada	Medida de prevención concreta	Estado de implantación	Acciones futuras	Plazo de ejecución
Optimizar la relación continente/contenido	Reducción del peso de materias primas del envase	Sustitución del cartón por cartón microcanal	En proceso	Aumento en 1 referencia	Corto plazo
Optimizar la relación continente/contenido	Minimizar aquellos componentes o partes del envase superfluos	Eliminación de la tapa superior de la caja	Fase de validación industrial	Evaluar su posible futura implantación	Medio-Largo plazo
Optimizar la relación continente/contenido	Minimizar aquellos componentes o partes del envase superfluos	Eliminación de la bolsa protectora interior	Medida no descartada, pero debe estudiarse su implantación a largo plazo puesto que primero debe asegurarse la integridad del producto	Evaluar su posible implantación	Largo plazo

### 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, TUBOPLAST HISPANIA S.A. tiene previsto volver

a llevar a cabo la metodología descrita en la presente guía en otra serie de sistemas de envase y embalaje utilizados por la empresa para la expedición de sus productos

## 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. Para ello se analizaron diferentes aspectos de acuerdo con la Metodología de Ecodiseño Integral de Envases y Embalajes EE7+, entre los que se incluyen los ahorros en cantidad de material, la evaluación ambiental comparativa del sistema de envase y embalaje de partida y una revisión de las diferencias en cuanto a requisitos de gestión del residuo así como los legales y normativos para ambos sistemas. De esta manera se tendrá una panorámica completa de los resultados alcanzados tras la ejecución del proyecto.

### ALTERNATIVA 2

En el caso de la Alternativa 2, los ahorros estimados son del 1,25% en consumo de cartón, tal como se muestra en la tabla 43.

*Tabla 43. Ahorro de materiales estimado por la aplicación de la Alternativa 2*

	Sistema embalaje actual	Sistema de embalaje propuesto
	Modelo actual con 5 referencias	Modelo 6 referencias 2
Dimensiones (mm)	565x380x110	565x380x90
	565x380x125	565x380x115
	565x380x145	565x380x135
	565x380x170	565x380x145
	565x380x205	565x380x180
	---	565x380x205
m <sup>3</sup> de aire transportado	---	-37%
Ahorro de cartón (%)	---	-1.25
Ahorro de cartón (kg)	---	<b>6083.5</b>

En las figuras 37 y 38 se muestran las actuales cajas y un ejemplo de caja con fondo y tapa en cartón microcanal (Alternativa 2), respectivamente.



Figura 37. Caja actual de cartón con fondo y tapa



Figura 38. Ejemplo de caja con fondo y tapa en cartón microcanal (Alternativa 2)

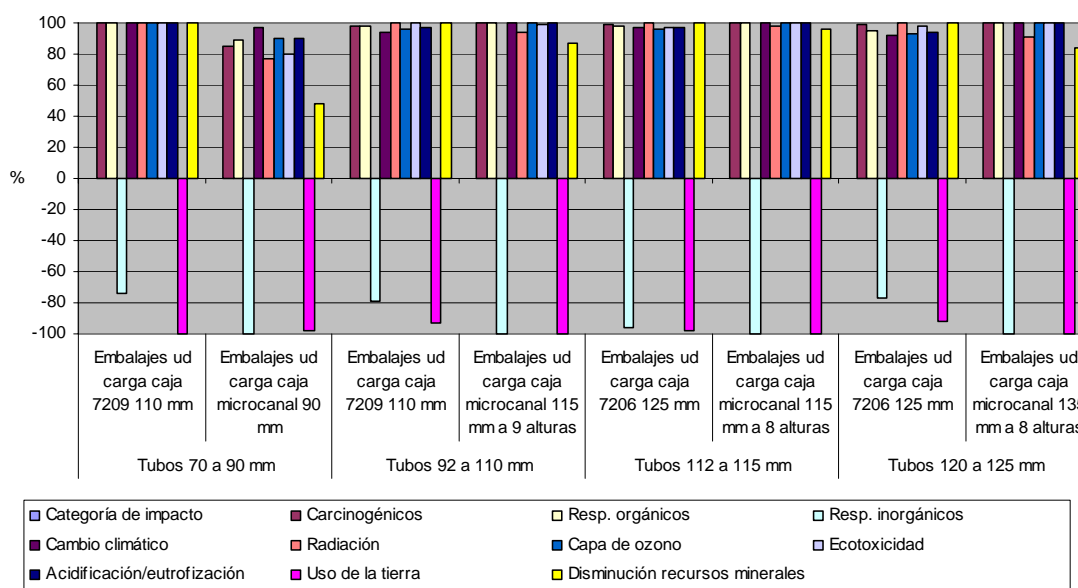
En cuanto a la evaluación comparativa en términos de impacto ambiental, se realizó un análisis de ciclo de vida simplificado basado en la misma unidad funcional definida en la Actividad 2.2. Las comparaciones se efectuaron en función de la altura del tubo transportado y el tipo de caja a la que se sustituye. En la tabla 44 se especifican las comparaciones realizadas.

Tabla 44. Equivalencia de los sistemas de envase y embalaje de partida y el nuevo propuesto ecodiseñado para la Alternativa 2

Rango de alturas de tubo (mm)	Sistema de envase y embalaje de partida Modelo actual con 5 referencias		Sistema de embalaje propuesto ecodiseñado Alternativa 2 Modelo con 6 referencias	
	Tipo de caja	Nº cajas por unidad de carga	Tipo de caja	Nº cajas por unidad de carga
70 a 90	565x380x110	36	565x380x90	44
92 a 110			565x380x115	36
112 a 115				32
120 a 125			32	
127 a 135	565x380x145	28	565x380x135	28
136 a 145			565x380x145	

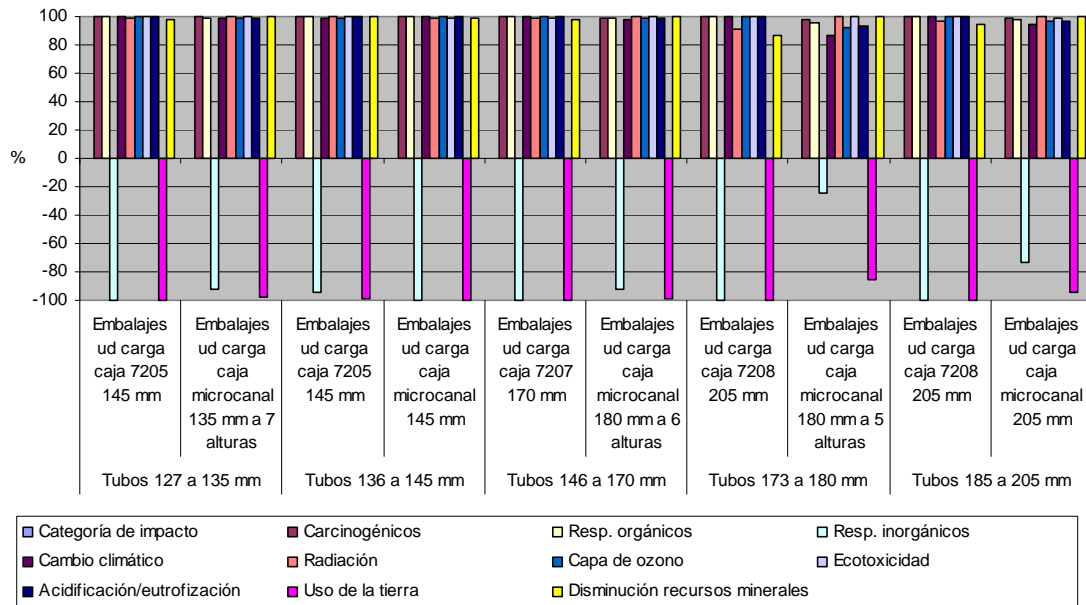
146 a 170	565x380x170	24	565x380x180	24
173 a 180	565x380x205	20		20
185 a 205			565x380x205	20

Los resultados alcanzados se resumen en las figuras 39 y 40.



*Figura 39: Análisis de ciclo de vida simplificado<sup>1</sup> para el sistema de envase y embalaje de partida frente al ecodiseñado con la Alternativa 2. Los resultados se expresan en función de la altura de tubo transportado y el tipo de caja que sustituye a la del sistema de envase y embalaje de partida*

<sup>1</sup> 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 14040 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.



*Figura 40: Análisis de ciclo de vida simplificado<sup>2</sup> para el sistema de envase y embalaje de partida frente al ecodiseñado con la Alternativa 2. Los resultados se expresan en función de la altura de tubo transportado y el tipo de caja que sustituye a la del sistema de envase y embalaje de partida*

A la vista de los gráficos mostrados en las figuras 39 y 40 se concluye que la nueva alternativa por la que se incrementa el número de referencias de cajas, se modifican las alturas de algunas referencias de cajas, así como el cambio de tipo de cartón desde uno de mayor canal a uno microcanal, reduce la contribución relativa al impacto ambiental en buena parte de las categorías de impacto consideradas.

No obstante los cambios en el comportamiento ambiental más destacables son la reducción del impacto debida a la introducción de la nueva caja de altura 90 mm para los tubos de 70 a 90 mm, así como la disminución de la contribución relativa al impacto ambiental en algunas categorías de impacto por la sustitución de la actual caja 7208 de 205 mm por las nuevas referencias en microcanal de 180 mm a 5 alturas, y la nueva caja microcanal de 205 mm.

<sup>2</sup> 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 14040 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.

En lo que se refiere a los aspectos relativos a la gestión del residuo y los requisitos legales y normativos, los cambios observados no han sido importantes, principalmente porque el nuevo sistema de envase y embalaje propuesto con la Alternativa 2 no supone un cambio total de materiales o de la configuración de las unidades de carga. En las tablas 45 y 46 se resumen las principales diferencias entre el sistema de envase y embalaje de partida y el nuevo sistema ecodiseñado a través de la Alternativa 2, que se centran únicamente en las diferencias en cuanto a la cantidad de residuo de envase generado y al volumen del envase. El resto de parámetros permanecen constantes.

*Tabla 45. Comparación de los parámetros de valoración de la gestión del residuo de envase y embalaje para el sistema de envase y embalaje de partida y la Alternativa 2 ecodiseñada*

Parámetro	Sistema de envase y embalaje actual	Sistema de envase y embalaje nuevo ecodiseñado con Alternativa 2	Sistema de envase y embalaje actual	Sistema de envase y embalaje nuevo ecodiseñado o con Alternativa 2	Descripción	Normas / documentos de apoyo
Cantidad de residuo de envase generado	---	565 x380x 90 mm	---	40,02 kg	Cantidad de residuo de envase generado	Inventarios de envase y embalaje
	565 x 380 x 110 mm	---	37,15 kg	---		
	---	565x380x115 mm a 9 alturas	---	38,20 kg		
	---	565x380x115 mm a 8 alturas	---	36,48 kg		
	565 x 380 x 125 mm		36,19 kg	---		
	---	565x380x135 mm a 8 alturas	---	37,43 kg		
	---	565x380x135 mm a 7 alturas	---	35,59 kg		
	565 x 380 x 145 mm	565x380x145 mm	34,06 kg	36,00 kg		
	565 x 380 x 170 mm	---	35,24 kg	---		
	---	565x380x180 mm a 6 alturas	---	34,99 kg		
	---	565x380x180 mm a 5 alturas	---	32,94 kg		
	565 x 380 x 205 mm	565x380x205 mm	34,64 kg	33,98 kg		
Volumen del envase	565 x 380 x 110 mm	565 x380x 90 mm	0.02 m <sup>3</sup>	0.0193 m <sup>3</sup>	Se ha calculado suponiendo las dimensiones del envase, calculándose como sigue: V = Anchura x Longitud x Altura	Inventarios de envase y embalaje
	565 x 380 x 125 mm	565x380x115 mm	0.0268 m <sup>3</sup>	0.0247 m <sup>3</sup>		
	565 x 380 x 145 mm	565x380x135 mm	0.0311 m <sup>3</sup>	0.0290 m <sup>3</sup>		
	565 x 380 x 170 mm	565x380x145 mm	0.0365 m <sup>3</sup>	0.0311 m <sup>3</sup>		
	565 x 380 x 205 mm	565x380x180 mm	0.0440 m <sup>3</sup>	0.0386 m <sup>3</sup>		
---	565x380x205 mm	----	0.0440 m <sup>3</sup>			
Valorización del residuo			100 %	100 %	Cantidad de residuo de envase valorizable.	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			UNE-EN 13430

Parámetro	Sistema de envase y embalaje actual	Sistema de envase y embalaje nuevo ecodiseñado con Alternativa 2	Sistema de envase y embalaje actual	Sistema de envase y embalaje nuevo ecodiseñado con Alternativa 2	Descripción	Normas / documentos de apoyo
					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

Tabla 46: Parámetros derivados de la legislación y normativa vigente para el sistema de envase y embalaje de partida y la Alternativa 2 ecodiseñada (Adaptado de Hortal, 2009)

Origen	Requisito esencial	Norma	Parámetro	Indicador relacionado	Unidades	Instrumento legal	Resultado y forma de cálculo para el envase inicial	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 el periodo de tiempo de uso no puede definirse	
			Ratio cantidad de envase/cantidad de producto.	Cantidad envase/cantidad producto	AD	PEP	Debido a las múltiples combinaciones existentes este parámetro no se dispone	
			Ratio cantidad de residuo de envase generado/Cantidad de producto	Kr/Kp	AD	PEP	Debido a las múltiples combinaciones existentes este parámetro no se dispone	
			Ratio volumen de envase/volumen producto.	Volumen de envase/Volumen producto	AD	PEP	$(\text{Ancho} \times \text{Largo} \times \text{Alto}) / (\pi \times R^2 \times \text{Altura tubo} \times \text{Ud de tubo})$ . Debido a las múltiples combinaciones existentes este parámetro no se dispone	
	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		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	

Origen	Requisito esencial	Norma	Parámetro	Indicador relacionado	Unidades	Instrumento legal	Resultado y forma de cálculo para el envase inicial	Resultado y forma de cálculo para el envase ecodiseñado
	con materiales que 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 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.	

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.

### ALTERNATIVA 3

En el caso de la Alternativa 3 en la que se propone la eliminación de la tapa, el uso de un fondo basado en las cajas hortofrutícolas y el uso de cartón microcanal, los ahorros estimados varían entre el 24,1 % al 25,91%, dependiendo del número de referencias utilizadas, según se muestra en la tabla 47.

Tabla 47. Ahorro de materiales estimado por la aplicación de la Alternativa 3

Sistema embalaje de partida	Sistema de embalaje propuesto ecodiseñado			
	Modelo actual con 5 referencias	Modelo 4 referencias	Modelo 5 referencias	Modelo 6 referencias

Dimensiones (mm)	565x380x110	565x380x110	565x380x110	565x380x90
	565x380x125	565x380x145	565x380x125	565x380x115
	565x380x145	565x380x170	565x380x145	565x380x135
	565x380x170	565x380x205	565x380x170	565x380x145
	565x380x205	---	565x380x205	565x380x180
	---	---	---	565x380x205
m <sup>3</sup> de aire transportado	---	+18%	+1%	-37%
Ahorro de cartón (%)	---	-24.10	-24.65	-25.91
Ahorro de cartón (kg)	---	117341.1	120003.1	126159.8

En las figuras 41 y 42 se muestran las actuales cajas y un ejemplo de caja en cartón microcanal con formato hortofrutícola (Alternativa 3), respectivamente.



Figura 41. Caja actual de cartón con fondo y tapa



Figura 42. Ejemplo de caja con fondo hortofrutícola en cartón microcanal (Alternativa 3)

En cuanto a la evaluación comparativa en términos de impacto ambiental, se realizó un análisis de ciclo de vida simplificado basado en la misma unidad funcional definida en la Actividad 2.2. Las comparaciones se efectuaron en función de la altura del tubo transportado y el tipo de caja a la que se sustituye. En la tabla 48 se especifican las comparaciones realizadas.

Los resultados alcanzados tras la realización del análisis ambiental se resumen en las figuras 43 y 44 (para el modelo de 4 referencias), 45 y 46 (para el modelo de 5 referencias), 47 y 48 (para el modelo de 6 referencias).

*Tabla 48. Equivalencia de los sistemas de envase y embalaje de partida y el nuevo propuesto ecodiseñado para la Alternativa 3*

Rango de alturas de tubo (mm)	Sistema de embalaje de partida. Modelo actual con 5 referencias		Sistema de envase y embalaje modelo 4 referencias Alternativa 3		Sistema de envase y embalaje modelo 5 referencias Alternativa 3		Sistema de envase y embalaje modelo 6 referencias Alternativa 3	
	Tipo de caja	Nº cajas por ud de carga	Tipo de caja	Nº cajas por ud de carga	Tipo de caja	Nº cajas por ud de carga	Tipo de caja	Nº cajas por ud de carga
70 a 90	565x380x110	36	Caja hortofrutícola 565x380x110	36	Caja hortofrutícola 565x380x110	36	Caja hortofrutícola 565x380x90	44
92 a 110							Caja hortofrutícola 565x380x115	36
112 a 115	565x380x125	32	Caja hortofrutícola 565x380x145	28	Caja hortofrutícola 565x380x125	32	Caja hortofrutícola 565x380x115	36
120 a 125							Caja hortofrutícola 565x380x135	28
127 a 135	565x380x145	28	Caja hortofrutícola 565x380x170	24	Caja hortofrutícola 565x380x145	28	Caja hortofrutícola 565x380x145	28
136 a 145							Caja hortofrutícola 565x380x180	20
146 a 170	565x380x170	24	Caja hortofrutícola 565x380x205	20	Caja hortofrutícola 565x380x170	24	Caja hortofrutícola 565x380x180	20
173 a 180	565x380x205	20	Caja hortofrutícola 565x380x205	20	Caja hortofrutícola 565x380x205	20	Caja hortofrutícola 565x380x205	20
185 a 205							Caja hortofrutícola 565x380x205	20

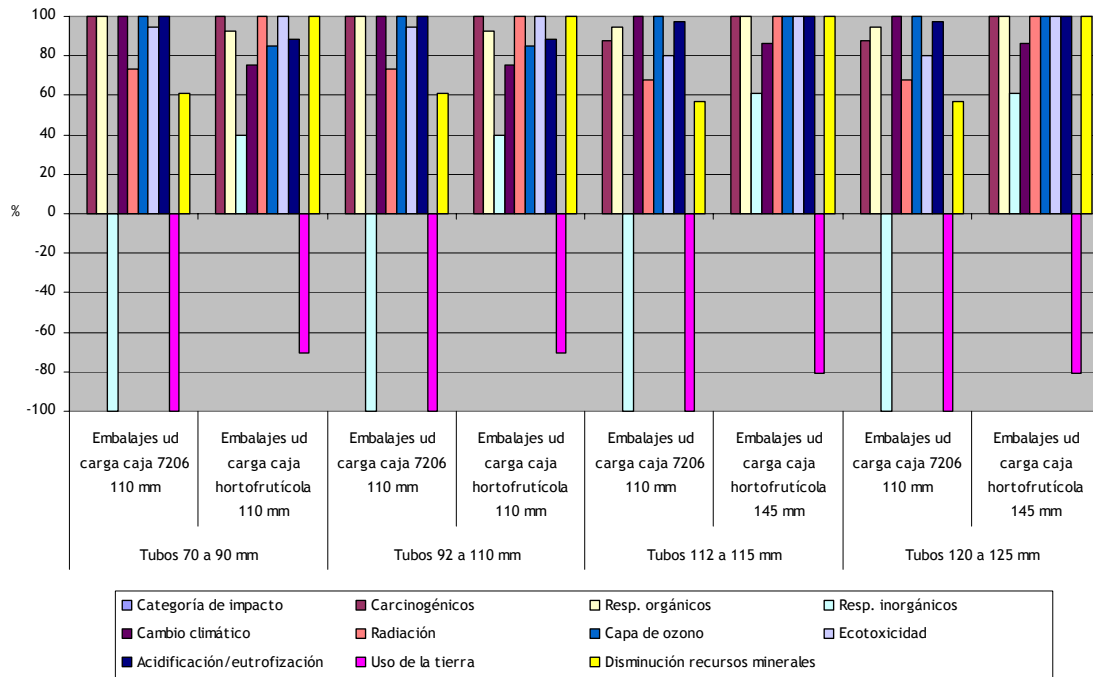


Figura 43: Análisis de ciclo de vida simplificado<sup>3</sup> para el sistema de envase y embalaje de partida frente al ecodiseñado con la Alternativa 3 con el modelo de 4 referencias. Los resultados se expresan en función de la altura de tubo transportado y el tipo de caja que sustituye a la del sistema de envase y embalaje de partida

<sup>3</sup> 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 14040 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.

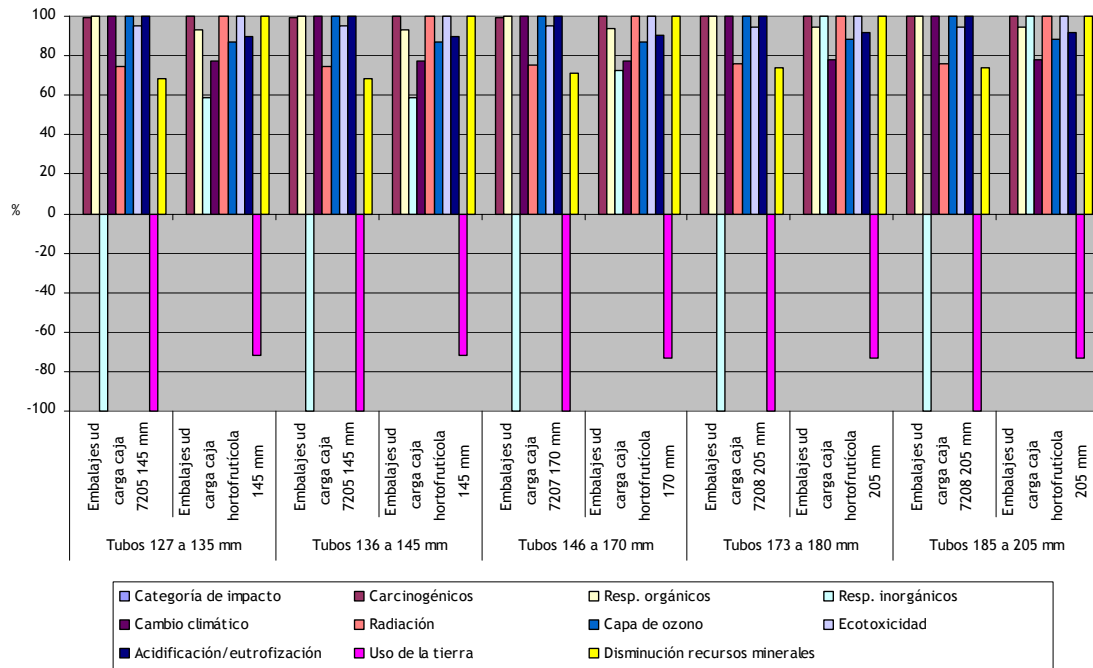


Figura 44: Análisis de ciclo de vida simplificado<sup>4</sup> para el sistema de envase y embalaje de partida frente al ecodiseño con la Alternativa 3 con el modelo de 4 referencias. Los resultados se expresan en función de la altura de tubo transportado y el tipo de caja que sustituye a la del sistema de envase y embalaje de partida

<sup>4</sup> 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 14040 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.

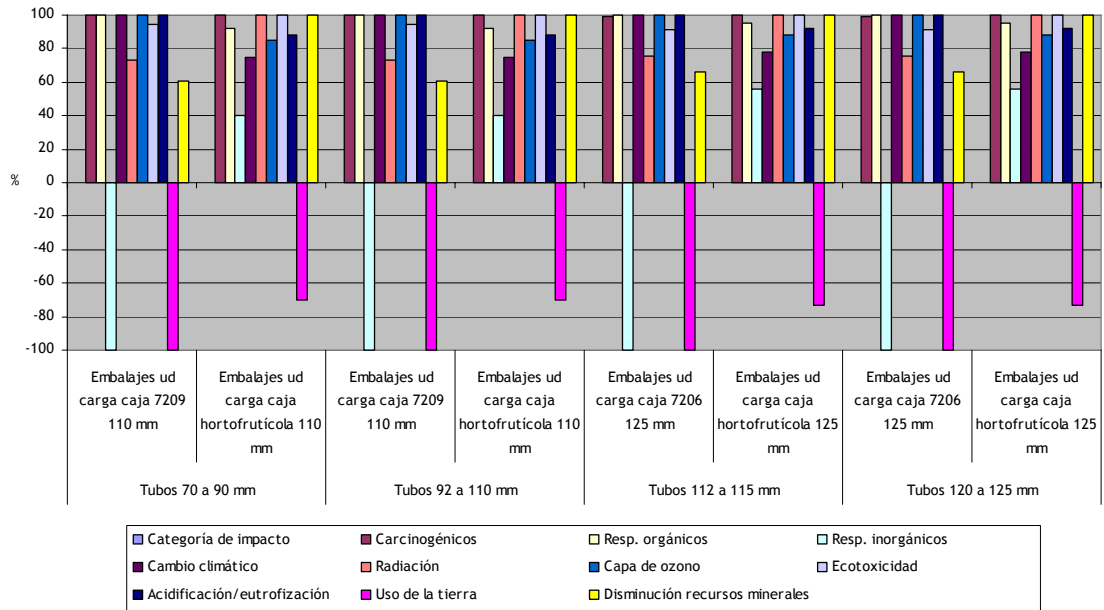


Figura 45: Análisis de ciclo de vida simplificado<sup>5</sup> para el sistema de envase y embalaje de partida frente al ecodiseño con la Alternativa 3 con el modelo de 5 referencias. Los resultados se expresan en función de la altura de tubo transportado y el tipo de caja que sustituye a la del sistema de envase y embalaje de partida

<sup>5</sup> 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 14040 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.

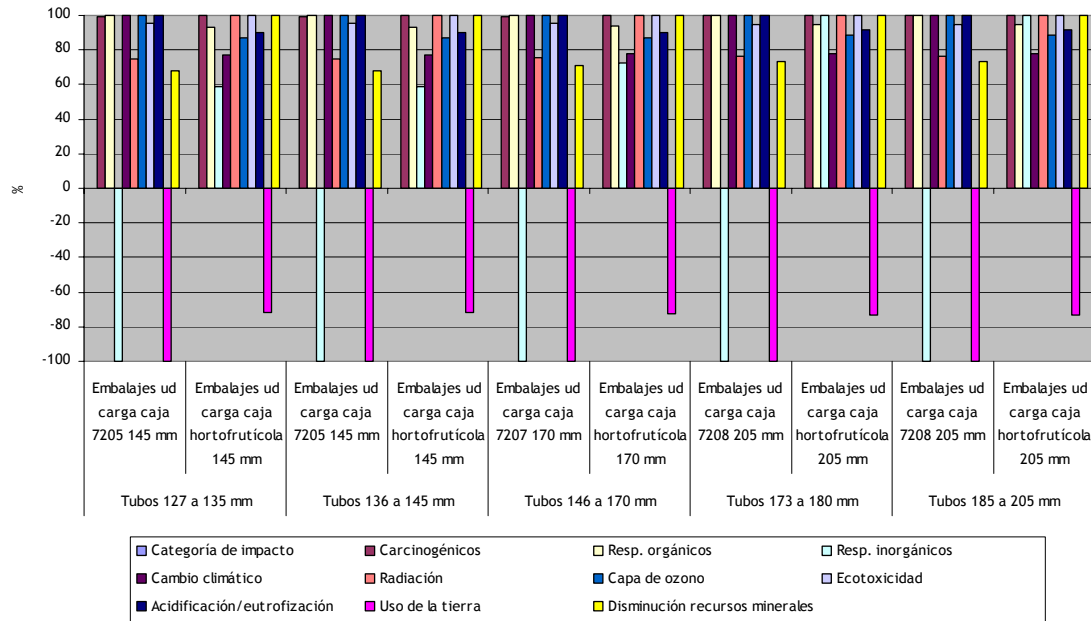


Figura 46: Análisis de ciclo de vida simplificado<sup>6</sup> párale sistema de envase y embalaje de partida frente al ecodiseñado con la Alternativa 3 con el modelo de 5 referencias. Los resultados se expresan en función de la altura de tubo transportado y el tipo de caja que sustituye a la del sistema de envase y embalaje de partida

<sup>6</sup> 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 14040 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.

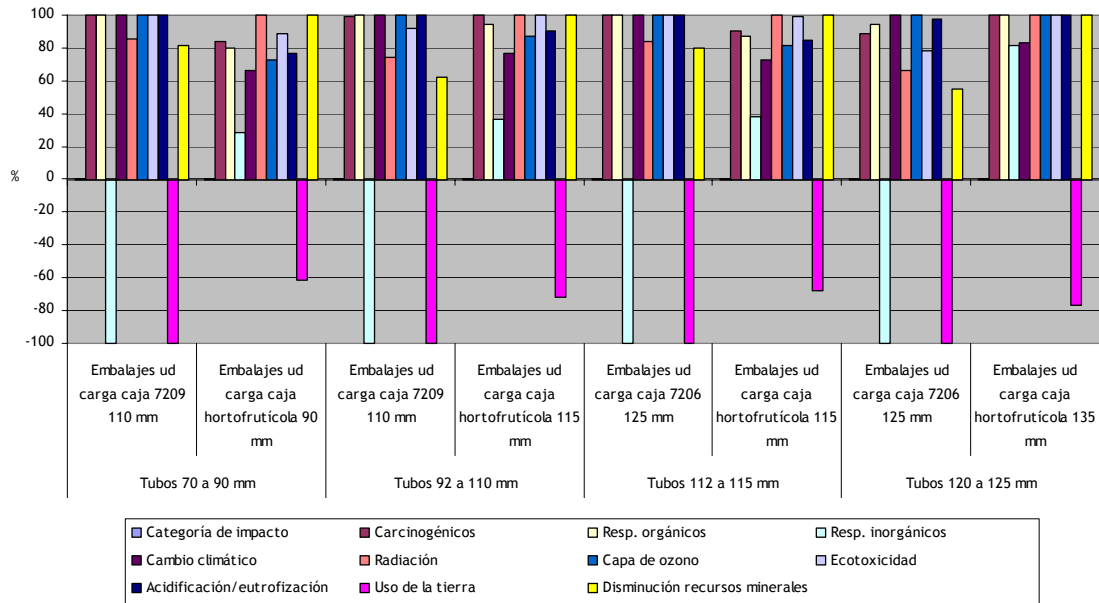


Figura 47: Análisis de ciclo de vida simplificado<sup>7</sup> para el sistema de envase y embalaje de partida frente al ecodiseño con la Alternativa 3 con el modelo de 6 referencias. Los resultados se expresan en función de la altura de tubo transportado y el tipo de caja que sustituye a la del sistema de envase y embalaje de partida

<sup>7</sup> 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 14040 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.

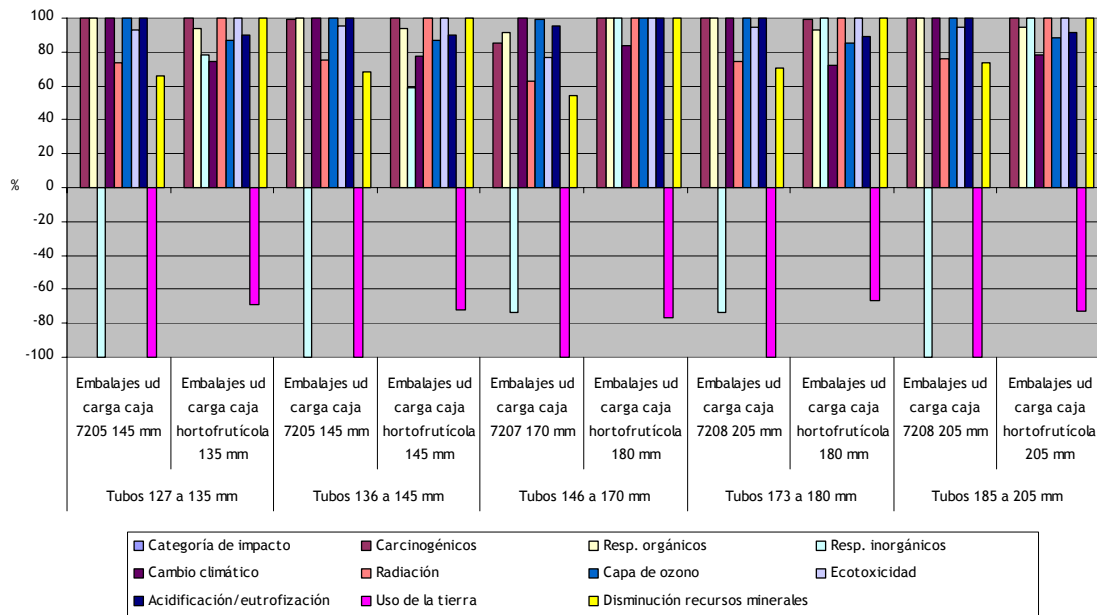


Figura 48: Análisis de ciclo de vida simplificado<sup>8</sup> para el sistema de envase y embalaje de partida frente al ecodiseñado con la Alternativa 3 con el modelo de 6 referencias. Los resultados se expresan en función de la altura de tubo transportado y el tipo de caja que sustituye a la del sistema de envase y embalaje de partida

A la vista de los gráficos mostrados en las figuras 43 a 48 se concluye que la nueva alternativa por la que se sustituyen las actuales cajas con fondo y tapa por nuevas cajas sin tapa basadas en formato hortofrutícola, así como el cambio de tipo de cartón desde uno de mayor canal a uno microcanal, reduce la contribución relativa al impacto ambiental en algunas de las categorías de impacto consideradas.

No obstante los cambios en el comportamiento ambiental más destacables son la reducción del impacto en la mayor parte de las categorías de impacto para las nuevas cajas con formato hortofrutícola de 90 mm y 115 mm frente a las actuales de fondo y tapa de 110 mm y 125 mm respectivamente para el modelo de 6 referencias. Comparando las tres soluciones propuestas para la Alternativa 3, **la solución más adecuada desde el punto de vista ambiental es la Alternativa 3 con 6 referencias.**

<sup>8</sup> 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 14040 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.

En lo que se refiere a los aspectos relativos a la gestión del residuo y los requisitos legales y normativos, los cambios observados no han sido importantes, principalmente porque las tres soluciones de sistema de envase y embalaje propuesto con la Alternativa 3 no suponen un cambio radical en cuanto a materiales utilizados o el tipo de configuración de las unidades de carga. En las tablas 49 y 50 se resumen las principales diferencias entre el sistema de envase y embalaje de partida y el nuevo sistema ecodiseñado a través de la Alternativa 2, que se centran únicamente en las diferencias en cuanto a la cantidad de residuo de envase generado (que es menor al desaparecer la tapa) y al volumen del envase. El resto de parámetros permanecen constantes.

Tabla 49. Comparación de los parámetros de valoración de la gestión del residuo de envase y embalaje para el sistema de envase y embalaje de partida y la Alternativa 3 ecodiseñada

	Parámetro				Unidad				Descripción	Normas / documentos de apoyo
	Sistema de envase y embalaje actual	Sistema de envase y embalaje nuevo ecodiseñado con Alternativa 3 con 4 referencias de cajas	Sistema de envase y embalaje nuevo ecodiseñado con Alternativa 3 con 5 referencias de cajas	Sistema de envase y embalaje nuevo ecodiseñado con Alternativa 3 con 6 referencias de cajas	Sistema de envase y embalaje actual	Sistema de envase y embalaje nuevo ecodiseñado con Alternativa 3 con 4 referencias de cajas	Sistema de envase y embalaje nuevo ecodiseñado con Alternativa 3 con 5 referencias de cajas	Sistema de envase y embalaje nuevo ecodiseñado con Alternativa 3 con 6 referencias de cajas		
Cantidad de residuo de envase generado	---	---	---	Caja hortofrutícola 565x380x90	---	---	---	33,9 kg	Cantidad de residuo de envase generado	Inventarios de envase y embalaje
	565 x 380 x 110 mm	Caja hortofrutícola 565x380x110	Caja hortofrutícola 565x380x110	---	37,15 kg	33,1 kg	33,1 kg	---		
	---	---	---	Caja hortofrutícola 565x380x115	---	---	---	33,4 kg		
	565 x 380 x 125 mm	---	Caja hortofrutícola 565x380x125	---	36,19 kg	---	32,7 kg	---		
	---	---	---	Caja hortofrutícola 565x380x135	---	---	---	32,0 kg		
	565 x 380 x 145 mm	Caja hortofrutícola 565x380x145	Caja hortofrutícola 565x380x145	Caja hortofrutícola 565x380x145	34,06 kg	32,4 kg	32,4 kg	32,4 kg		
	565 x 380 x 170 mm	Caja hortofrutícola 565x380x170	Caja hortofrutícola 565x380x170	---	35,24 kg	32,0 kg	32,0 kg	---		
	---	---	---	Caja hortofrutícola 565x380x180	---	---	---	30,9 kg		
	565 x 380 x 205 mm	Caja hortofrutícola 565x380x205	Caja hortofrutícola 565x380x205	Caja hortofrutícola 565x380x205	34,64 kg	31,6 kg	31,6 kg	31,6 kg		
Volumen del envase	---	---	---	Caja hortofrutícola 565x380x90	---	---	---	0,0193 m <sup>3</sup>	Se ha calculado suponiendo las dimensiones del envase, calculándose como sigue: V = Anchura x Longitud x Altura	Inventarios de envase y embalaje
	565 x 380 x 110 mm	Caja hortofrutícola 565x380x110	Caja hortofrutícola 565x380x110	---	0,02 m <sup>3</sup>	0,0236 m <sup>3</sup>	0,0236 m <sup>3</sup>	---		
	---	---	---	Caja hortofrutícola 565x380x115	---	---	---	0,0247 m <sup>3</sup>		
	565 x 380 x 125 mm	---	Caja hortofrutícola 565x380x125	---	0,0268 m <sup>3</sup>	---	0,0268 m <sup>3</sup>	---		
	---	---	---	Caja hortofrutícola 565x380x135	---	---	---	0,0290 m <sup>3</sup>		
	565 x 380 x 145 mm	Caja hortofrutícola 565x380x145	Caja hortofrutícola 565x380x145	Caja hortofrutícola 565x380x145	0,0311 m <sup>3</sup>	0,0311 m <sup>3</sup>	0,0311 m <sup>3</sup>	0,0311 m <sup>3</sup>		
	565 x 380 x 170 mm	Caja hortofrutícola 565x380x170	Caja hortofrutícola 565x380x170	---	0,0365 m <sup>3</sup>	0,0365 m <sup>3</sup>	0,0365 m <sup>3</sup>	---		
	---	---	---	Caja hortofrutícola 565x380x180	---	---	---	0,0386 m <sup>3</sup>		
	565 x 380 x 205 mm	Caja hortofrutícola 565x380x205	Caja hortofrutícola 565x380x205	Caja hortofrutícola 565x380x205	0,0440 m <sup>3</sup>	0,0440 m <sup>3</sup>	0,0440 m <sup>3</sup>	0,0440 m <sup>3</sup>		

Parámetro				Unidad				Descripción	Normas / documentos de apoyo
Sistema de envase y embalaje actual	Sistema de envase y embalaje nuevo ecodiseñado con Alternativa 3 con 4 referencias de cajas	Sistema de envase y embalaje nuevo ecodiseñado con Alternativa 3 con 5 referencias de cajas	Sistema de envase y embalaje nuevo ecodiseñado con Alternativa 3 con 6 referencias de cajas	Sistema de envase y embalaje actual	Sistema de envase y embalaje nuevo ecodiseñado con Alternativa 3 con 4 referencias de cajas	Sistema de envase y embalaje nuevo ecodiseñado con Alternativa 3 con 5 referencias de cajas	Sistema de envase y embalaje nuevo ecodiseñado con Alternativa 3 con 6 referencias de cajas		
Valorización del residuo				100 %	100 %	100 %	100 %	Cantidad de residuo de envase valorizable.	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					UNE-EN 13430
				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

Tabla 50: Parámetros derivados de la legislación y normativa vigente para el sistema de envase y embalaje de partida y la Alternativa 3 ecodiseñada (Adaptado de Hortal, 2009)

Origen	Requisito esencial	Norma	Parámetro	Indicador relacionado	Unidades	Instrumento legal	Resultado y forma de cálculo para el envase inicial	Resultado y forma de cálculo para el envase ecodiseñado Alternativa 3 con 4, 5 y 6 cajas
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 el periodo de tiempo de uso no puede definirse	
			Ratio cantidad de envase/cantidad de producto.	Cantidad envase/cantidad producto	AD	PEP	Debido a las múltiples combinaciones existentes este parámetro no se dispone	
			Ratio cantidad de residuo de envase generado/Cantidad de producto	Kr/Kp	AD	PEP	Debido a las múltiples combinaciones existentes este parámetro no se dispone	
			Ratio volumen de envase/volumen producto.	Volumen de envase/Volumen producto	AD	PEP	$(\text{Ancho} \times \text{Largo} \times \text{Alto}) / (\pi \times R^2 \times \text{Altura tubo} \times \text{Ud de tubo})$ . Debido a las múltiples combinaciones existentes este parámetro no se dispone	
			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		
			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		

Origen	Requisito esencial	Norma	Parámetro		Indicador relacionado	Unidades	Instrumento legal	Resultado y forma de cálculo para el envase inicial	Resultado y forma de cálculo para el envase ecodiseñado Alternativa 3 con 4, 5 y 6 cajas
			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.*

### **Actividad 7.2. Comunicaciones y otros documentos.**

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