

Trabajo Fin de Grado

Estudio y rediseño de cajas de distribución eléctrica a partir de metodologías y técnicas basadas en ecodiseño.

MEMORIA 1/3

Autor

David Fernández Gonzalo

Director

Ignacio López Forniés

EINA / Escuela de Ingeniería y Arquitectura
2013

RESUMEN

Reducción del impacto medioambiental de un producto de fabricación masiva, mediante la utilización de estrategias de ecodiseño.

Definición del Proyecto

Mediante unas especificaciones previas, tales como número de piezas, complejidad de componentes y producción industrial, se ha escogido un producto susceptible de ser analizado y estudiado para a través de varios procesos reducir su impacto medioambiental, y en la medida de lo posible también otros factores como el coste.

Objetivos del Proyecto

Se pueden resumir en los siguientes:

- Reducción del impacto medioambiental del producto escogido.
- Análisis de una muestra de distintas marcas del producto a estudiar para conocer su impacto actual.
- Mostrar en qué manera la reducción del impacto medioambiental a través de ciertas estrategias de ecodiseño, repercute positivamente en el coste total del producto.
- Diseñar un producto que no pierda funcionalidad en favor de otros factores.

Fases del Proyecto

0.Fase Previa

Antes de nada se describe el qué se va a hacer, de qué manera y qué se quiere conseguir. Se hace un estudio de mercado de posibles objetos que puedan ser adecuados para este proyecto y al final se elige como objeto las cajas estancas de distribución eléctrica.

1. Análisis

Se seleccionan nueve cajas de nueve productores distintos y se describen las características generales de cada una. Luego se pasa a analizar su estructura, separando todos los componentes para ver su número y cualidades de cada uno.

Posteriormente se analiza cada una de las nueve cajas con el software informático de ecodiseño Eco-it, el cual proporciona el impacto medioambiental de cada una de las cajas, para ver cual de ellas respeta mas el medio ambiente y se toma esta como referencia a seguir. Se modela esa pieza en SolidWorks, para a través de su complemento Sustainability poder comparar pieza por pieza con el futuro diseño

mejorado, y ver si se ha cumplido el requisito principal del proyecto.

También se hace una pequeña descripción de materiales y procesos utilizados en la fabricación de estas cajas estancas.

2. Estrategias

Se definen 7 estrategias de ecodiseño, y se analizan para ver cuál o cuales de ellas son mas recomendables de seguir para la mejora de un producto como son las cajas estancas para distribución eléctrica.

3. Conceptos

Una vez realizado todas las fases previas, ya se pueden fijar unas especificaciones de diseño para el nuevo producto. Se consideran también todas las normas que debe respetar el mismo y se pasa a la fase de creación del futuro nuevo producto.

Se crean cuatro propuestas distintas y luego mediante unos criterios de selección se elige una sola para desarrollarla por completo.

Una vez ya desarrollado el nuevo diseño de este tipo de producto (cajas estancas) se hace una descripción detallada de componentes, y funciones. Posteriormente se analiza mediante el complemento de SolidWorks Sustainability y se compara con la caja previamente tomada como referencia para ver en que medida se ha conseguido reducir el impacto medioambiental. Una vez conseguido se describe también como se ha mejorado la distribución del producto ayudando a reducir las emisiones de CO2 en el transporte y ahorrando costes. Ya por último se hace un pequeño análisis de mecánico para ver como con el nuevo diseño se consigue también una mejor resistencia al impacto de fuerzas. Seguidamente se muestran toda una serie de renders de presentación del producto, para exponer su forma y diseño.

4. Referencias

Aquí se incluyen todas las referencias utilizadas para la elaboración d este proyecto como han sido libros, páginas web, foros de Internet, etc. Por último hay un agradecimiento a todas las personas que han ayudado en este proyecto.

ÍNDICE

Resumen (1)

0. Fase Previa

- 0.0 Definición del proyecto (4)
 - 0.0.0 Definición (4)
 - 0.0.1 Objetivos (4)
- 0.1 Estudio de mercado (4)
- 0.2 Elección del objeto a estudio (4)

1. Análisis

- 1.0 Características generales (6)
- 1.1 Estructural (7)
 - 1.1.0 Conclusiones (10)
- 1.2 Medioambiental (10)
 - 1.2.0 Introducción (10)
 - 1.2.1 ECO-it (11)
 - 1.2.2 Ranking (12)
 - 1.2.3 Sustainability SolidWorks (13)
- 1.3 Materiales y procesos (13)

2. Estrategias

- 2.0 Introducción (15)
- 2.1 Descripción de las 7 estrategias (15)
- 2.2 Análisis de las opciones de mejora (16)

3. Conceptos

- 3.0 EDPs (18)
- 3.1 Normativas (18)
- 3.2 Conceptualización (19)
 - 3.2.0 Concepto 1 (19)
 - 3.2.1 Concepto 2 (19)
 - 3.2.2 Concepto 3 (19)
 - 3.2.3 Concepto 4 (19)
 - 3.2.4 Elección (20)
- 3.3 Desarrollo del concepto (21)
 - 3.3.0 Descripción del concepto (21)
 - 3.3.1 Estrategias seguidas (21)
 - 3.3.2 Análisis estructural (22)
- 3.4 Comparación del impacto (25)
 - 3.4.0 Carcasa superior (25)
 - 3.4.1 Carcasa inferior (26)
 - 3.4.2 Puerta (27)
 - 3.4.3 Tornillos plásticos (28)
 - 3.4.4 Aislante de la puerta (29)
 - 3.4.5 Aislante de la carcasa (30)
 - 3.4.6 Comparación total (31)

- 3.5 Transporte y distribución (32)
 - 3.5.0 Encajabilidad
 - 3.5.1 Embalaje y packaging (34)
 - 3.5.2 Emisiones en transporte (35)
- 3.6 Análisis mecánico (39)
 - 3.6.0 Conclusiones (42)
- 3.7 Renders de presentación (43)

4. Referencias

- 4.0 Internet web (47)
- 4.1 Bibliografía (49)
- 4.2 Otros (49)
- 4.3 Agradecimientos (50)

0. FASE PREVIA

Trabajo Final de Grado

0.0. Definición del proyecto

0.1. Estudio de mercado

0.2. Elección del objeto a estudio

0.0 DEFINICIÓN DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO

0.0.0 Definición del Proyecto

Mediante unas especificaciones previas, tales como número de piezas, complejidad de componentes y producción industrial, se ha escogido un producto susceptible de ser analizado y estudiado para a través de varios procesos reducir su impacto medioambiental, y en la medida de lo posible también otros factores como el coste.

0.0.1 Objetivos del Proyecto

Se pueden resumir en los siguientes:

- Reducción del impacto medioambiental del producto escogido.
- Análisis de una muestra de distintas marcas del producto a estudiar para conocer su impacto actual.
- Mostrar en qué manera la reducción del impacto medioambiental a través de ciertas estrategias de ecodiseño, repercute positivamente en el coste total del producto.
- Diseñar un producto que no pierda funcionalidad en favor de otros factores.

0.1 ESTUDIO DE MERCADO

Se han seleccionado toda una lista objetos que puedan ser apropiados para este proyecto. Para optar por uno adecuado se han sometido a un proceso de selección a través de los siguientes criterios:



Producción Industrializada: se trata de seleccionar objetos que debido al gran volumen de unidades producidas los procesos deban de estar muy optimizados y así un leve cambio en cuanto a material o distribución u otro aspecto, denote una mejora.



Se ha de poder reducir el impacto medioambiental del objeto, ya que no todos tienen el mismo potencial en este aspecto.



A tener en cuenta que se puedan conseguir un número mínimo de modelos del objeto elegido, ya que en futuras fases habrá de pesar, medir y ensayar algunas de sus partes. El número de objetos tendrá que ser de entorno a ocho o diez modelos distintos.



El objeto ha de tener un número de piezas adecuado, de entre seis a diez piezas. Esto es necesario para no elegir objetos extremadamente sencillos.

0.2 ELECCIÓN DEL OBJETO

Al final ha salido elegida la caja de distribución eléctrica, como objeto a estudiar y desarrollar. Esto es debido a que reunía la todas las cualidades requeridas, por lo que se presenta como un buen objeto a escoger.

Ref. [1] Anexos página 9



1. ANÁLISIS

Trabajo Final de Grado

1.0. Características generales

1.1. Estructural

1.2. Medioambiental

1.3. Materiales y procesos

1.0 CARACTERÍSTICAS GENERALES

1. En este apartado se van a introducir los nueve modelos de cajas de las nueve marcas distintas. Se hará un pequeño análisis de cada caja atendiendo a características comunes, como son el tamaño, número de módulos, grado de protección, y otras características, las cuáles se buscarán tanto en catálogos de las compañías como a través de internet. Puede que haya características, que depende del medio puedan variar, como es el caso del precio, ya que en muchas cajas depende del distribuidor. Se enumerarán del 1 al 9, para llevar un orden en posteriores análisis, como el medioambiental o estructural, y se incluirán una serie de fotos para identificar que caja es cada una de ellas.

Ref. [2] Anexos página 17

Spelsberg Ake 12

Índice de protección IEC 60529: IP 55

Clase de protección: Clase II

Auto-extinguible: resistencia al hilo incandescente 650°C (IEC 60695-2-1)

Nº de módulos según EN 50022 (17,5mm): 12

Nº de filas de la caja: 1

Modo de fijación: en superficie

Medidas exteriores LxHxP (mm): 250x200x122

Bloques de terminales instalables: 8xM20-Pg13,5/2xM20-25/M32-40 (x2)

Color: caja gris claro, tapa transparente

Materiales: PS, PC

Embalaje: plástico de burbujas

Incluye: tapones y tapas

Precio: 33,39€



Schneider KAEDRA 13981

Índice de protección IEC 60529: IP 65

Clase de protección: Clase II

Auto-extinguible: resistencia al hilo incandescente 650°C (IEC 60695-2-1)

Grado de protección contra impactos mecánicos según IEC 50102: IK 09

Nº de módulos según EN 50022 (17,5mm): 12

Nº de filas de la caja: 1

Medidas exteriores LxHxP (mm): 340x280x160

Bloques de terminales instalables: 6xM16/6xM20-Pg11/2xM25-Pg16/1xM32-Pg21 (x2)

Color: caja gris claro, tapa verde transparente

Materiales del chasis: poliestireno

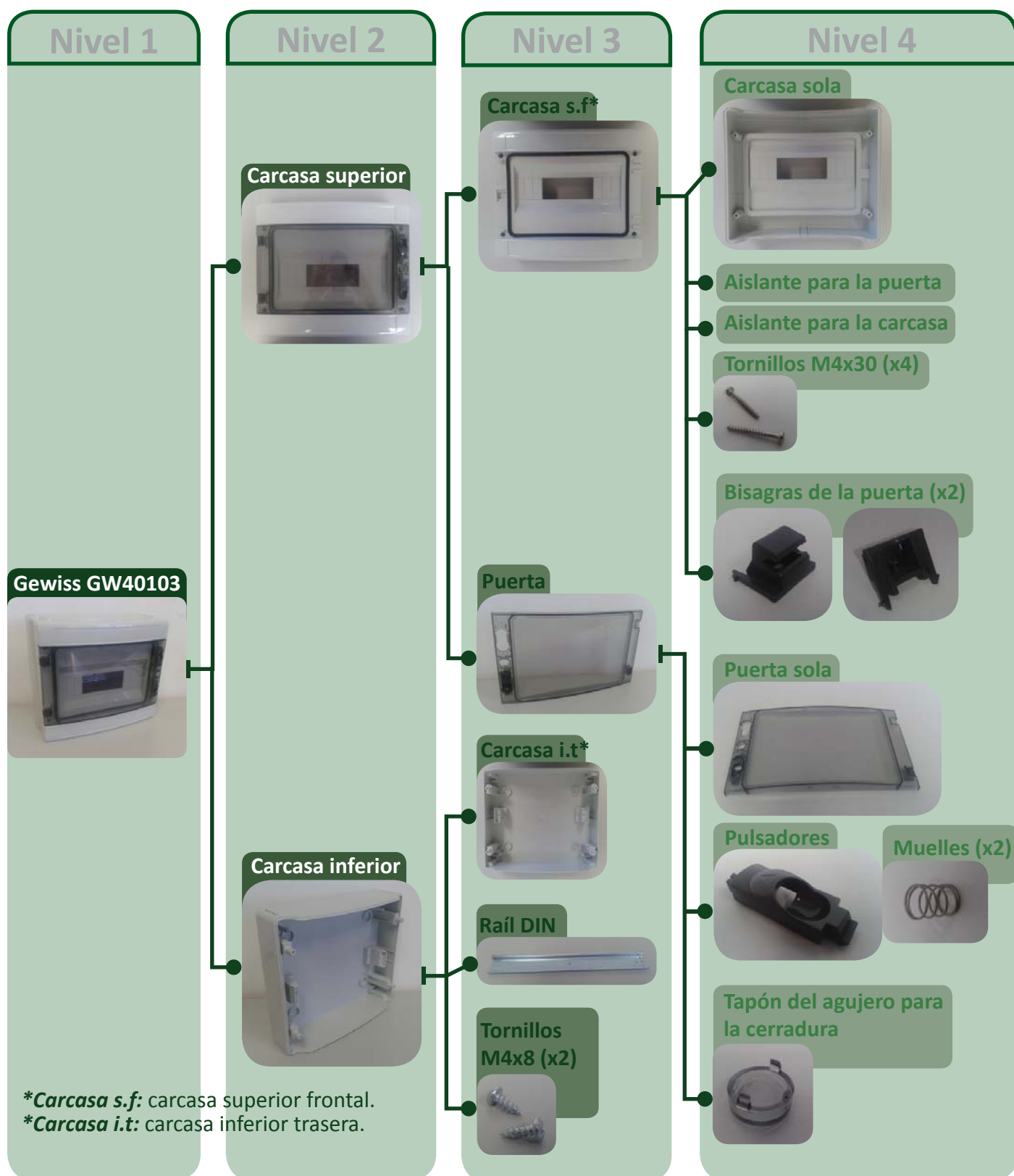
Precio: 65,35€

1.1 ESTRUCTURAL

Este tipo de análisis analiza la estructura del objeto. Se divide en sus componentes y posteriormente se analiza cada uno de ellos para ver que función tienen dentro del conjunto. Así se averigua los componentes críticos y otros superfluos dentro del objeto.

Como ejemplo voy a mostrar el análisis de una de las cajas, primero un árbol de componentes y luego una breve descripción de cada uno de ellos, para ver el resto de análisis:

Ref. [3] Anexos página 17



1.1 ESTRUCTURAL

1.



Carcasa superior

Características: esta carcasa es la encargada de alojar la puerta a través de la cuál se llega al interior de la caja estanca. Tiene una ranura con la capacidad de ampliarse recortando una serie de módulos, a través de la cuál será dónde salgan los mandos eléctricos. Es en la cuál se encajan los tornillos que la fijan con la carcasa inferior. **Material:** poliestireno. **Peso:** 532g.

Aislantes de las juntas

Características: los aislantes se encuentran en dos partes, uno entre la carcasa superior y la inferior, y el otro entre la carcasa superior y la puerta. Su función es asegurar la estanqueidad necesaria para las cajas según la norma UNE-EN 714-1995 (Uniones con junta de estanqueidad elastómera sin fuerza axial). **Material:** EPDM. **Peso (x2):** 60g.



Tornillos metálicos M4x30

Características: son los encargados de la unión entre las dos carcasas. En general con cuatro tornillos es suficiente, uno en cada esquina, con un buen apriete se asegura la estanqueidad de la caja. **Material:** acero inoxidable. **Peso (x4):** 9,2g.

Bisagras de la puerta

Características: a través de estas dos bisagras la puerta puede abrirse con facilidad. Se pueden encajar tanto en el marco izquierdo como en el derecho, según lo que el operario prefiera. **Material:** poliestireno. **Peso (x2):** 3,6g.



Puerta

Características: la puerta que encaja en las bisagras, la cuál da acceso al interior de la caja. Aloja también el sistema de cierre, el cual incluye los pulsadores con resorte que cierran la puerta y también un hueco para poder alojar una cerradura si se quisiera. **Material:** policarbonato. **Peso:** 193,3g.

Pulsadores

Características: su función es el cerrar la puerta y el poder abrirla, con la ayuda de los dos muelles que les dan la fuerza necesaria para cerrar la puerta. **Material:** poliestireno. **Peso (x2):** 9,4g.



Muelle

Características: gracias a ellos los pulsadores tienen la fuerza suficiente para cerrar la puerta. **Material:** acero inoxidable. **Peso (x2):** 0,2g.

1.1 ESTRUCTURAL

**Carcasa inferior**

Características: esta carcasa es en dónde se alojan la mayoría de los componentes. En ella están las roscas para los tornillos que fijan la carcasa superior y el raíl DIN. En ella es dónde se encuentran los alojamientos para los bloques de terminales instalables, los agujeros para atornillar la caja a la pared, y en algunas cajas también incluyen una abertura para el drenaje de posibles líquidos. Algunas carcasas incluyen las medidas entre tornillería y totales, lo cuál resulta muy útil para el usuario a la hora de instalarlas. **Material:** poliestireno. **Peso:** 642,8g.

Tapón para la cerradura

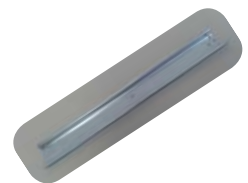
Características: en la puerta hay un pequeño alojamiento por si se quiere comprar una cerradura, pero para no dejarlo al aire libre se coloca este pequeño tapón. **Material:** policarbonato. **Peso:** 0,4g.

**Tornillos metálicos M4x8**

Características: son los que atornillan el raíl DIN a la carcasa inferior. Por su final en punta y su rosca, son tornillos que cuando entran en el alojamiento van creando la rosca en el plástico. **Material:** acero inoxidable. **Peso (x2):** 1,4g.

Raíl DIN

Características: atornillado en la carcasa inferior es dónde el operario va a montar los módulos eléctricos. Esta normalizado y la única medida que puede variar es la longitud, pero el resto son todas iguales. **Material:** acero inoxidable. **Peso:** 80,4g.

**Tapones plásticos d=27mm**

Características: estos tapones encajan en los alojamientos de la carcasa inferior destinados a los tornillos para anclarla en la pared. Se ponen para no perder la estanqueidad de la caja. **Material:** polipropileno. **Peso (x4):** 3,6g.

Tapa cubre-módulos 18x52mm

Características: estas tapas pueden partirse en distintas medidas para tapar la ranura de la carcasa superior en caso de no haber incluido todos los módulos que la competen. **Material:** poliestireno. **Peso:** 7,1g.



1.1 ESTRUCTURAL

1.1.0 Conclusiones

Una vez analizado la estructura de las nueve cajas de distribución, se pueden sacar unas series de conclusiones realmente necesarias e interesantes para la posterior fase de diseño del producto:

- Hay cuatro **componentes** que son **comunes** a todas las cajas, los cuales son: raíl DIN, carcasa inferior, carcasa superior y puerta. Por ello para poder prescindir de alguno de ellos habrá que cambiar el concepto de producto como caja a otro tipo de concepto distinto.
- Depende de qué fabricante se trate a veces incluyen una serie de **complementos** para la caja, otras marcas en cambio no.
- Resulta muy útil el **grabar las medidas generales** o entre tornillos en la parte trasera de la carcasa inferior. El operario lo agradecerá y únicamente ha de

grabarse esa marca en el molde de inyección con lo que no resulta, en principio, tedioso.

- El **agujero** opcional para el **drenaje** se presenta en alguna de las cajas.

- Cuanto **menor sea el tamaño** de las carcasas, menor el impacto medioambiental, por contra el cableado estará mas prieto, y no se podrán instalar guías auxiliares u otros componentes.

- El que el operario pueda abrir la puerta tanto hacia la derecha como a la izquierda es muy importante. Por ello se puede diseñar con la **puerta reversible** o la misma carcasa superior sea simétrica y se pueda dar la vuelta.

- En cuanto a los **componentes normalizados**, están los tornillos y el raíl DIN, el cual en todos los casos excepto en uno coincidían las medidas generales a excepción de la longitud.

1.2 MEDIOAMBIENTAL

1.2.0 Introducción

En este apartado se va a realizar un análisis de impacto medioambiental de cada una de las nueve cajas. Primero por separado, analizando cada uno de los componentes individualmente, y luego dando un resultado completo de toda la caja. Para ello se han de utilizar los datos recogidos en las fases anteriores, como son el material, los procesos de fabricación, la cantidad y el peso de cada uno de los componentes.

La finalidad de este análisis es ver cuáles son las cajas que menos impacto dejan en la tierra, y así poder analizar a que es debido, para en la posterior fase de diseño tener en cuenta estas conclusiones e intentar mejorarlo.

El software informático en ecodiseño que se va a utilizar en esta fase son dos:

- Al inicio se analizará con ECO-it. En él se introducen los distintos componentes de cada caja, junto con todos sus datos, material, peso, etc. Y de este análisis escogeremos la caja con el menor impacto medioambiental, la cual analizaremos con el siguiente software.
- La caja con menor impacto se modelará en 3D con SolidWorks, y posteriormente se analizará exhaustivamente con su complemento en medio ambiente

Sustainability, el cual nos dará unos resultados fáciles de comparar con el futuro nuevo diseño.

Tanto ECO-it, como SolidWorks Sustainability son dos herramientas necesarias para el correcto análisis de este proyecto. Ambas funcionan con indicadores ecológicos que reflejan mediante puntuaciones individuales el impacto de un proceso o material sobre el medio ambiente. El impacto será más grave cuanto más alta sea la puntuación.

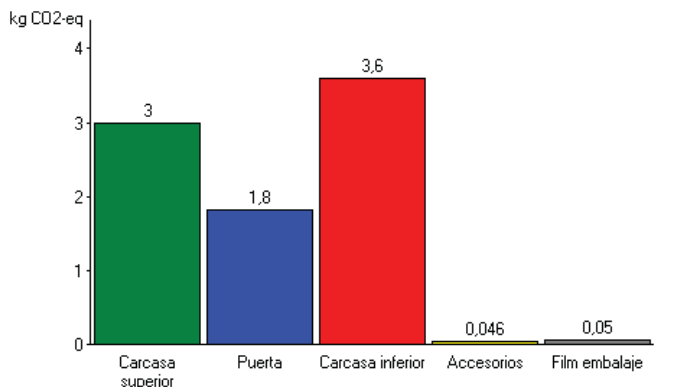


1.2 MEDIOAMBIENTAL

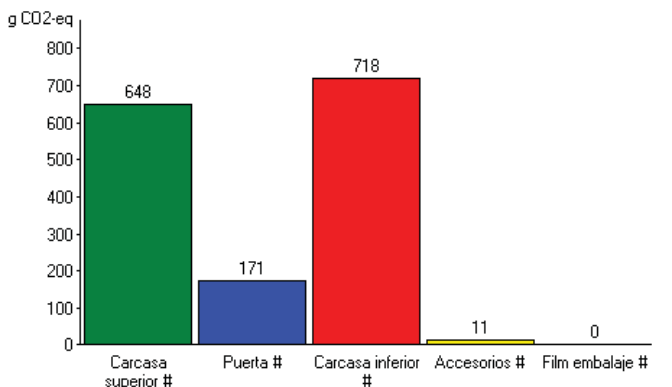
1.2.1 ECO-it

La metodología empleada es la siguiente. Primero se analizan todos los componentes de todas las cajas en cuanto a su impacto ocasionado durante su producción y debido a su material, y luego se analiza el impacto ocasionado durante la eliminación del producto. A continuación se pone un ejemplo de una caja. Análisis completo véase:

Ref. [4] Anexos página 61



Producción: Gewiss GW 40103 8,5 kg CO2-eq, Método: IPCC 2007, 100 yr



Eliminación: Gewiss GW 40103 1,5 kg CO2-eq, Método: IPCC 2007, 100 yr. #: Uno o más val

	Material/Producción	Eliminación	Total
Carcasa superior	3 kg CO2-eq	0,65 kg CO2-eq	3,65 kg CO2-eq
Carcasa inferior	3,6 kg CO2-eq	0,72 kg CO2-eq	4,32 kg CO2-eq
Puerta	1,8 kg CO2-eq	0,17 kg CO2-eq	1,97 kg CO2-eq
Accesorios	0,046 kg CO2-eq	0,011 kg CO2-eq	0,057 kg CO2-eq
Embalaje	0,05 kg CO2-eq	0,02 kg CO2-eq	0,07 kg CO2-eq
Total (IT)			10,067 kg CO2-eq



Impacto de Componentes Comunes
ICC= 9,94 kg CO2-eq

1. ANÁLISIS

1.2 MEDIOAMBIENTAL

1.2.2 Ranking medioambiental

Se enumeran en orden ascendente en cuanto a las emisiones de CO2 producidas por cada una de las cajas.

Spelsber AKe 12

1º



5,655 kg CO2-eq

IDE CD13PT

2º



6,631 kg CO2-eq

Vilaplana 883

3º



6,727 kg CO2-eq

Famatel 3912-T

4º



7,078 kg CO2-eq

Solera 1312 IP65

5º



8,414 kg CO2-eq

Hager VE 112E

6º



9,974 kg CO2-eq

Gewiss GW40103

7º



10,067 kg CO2-eq

Schneider 13981

8º



10,954 kg CO2-eq

Legrand 601831

9º



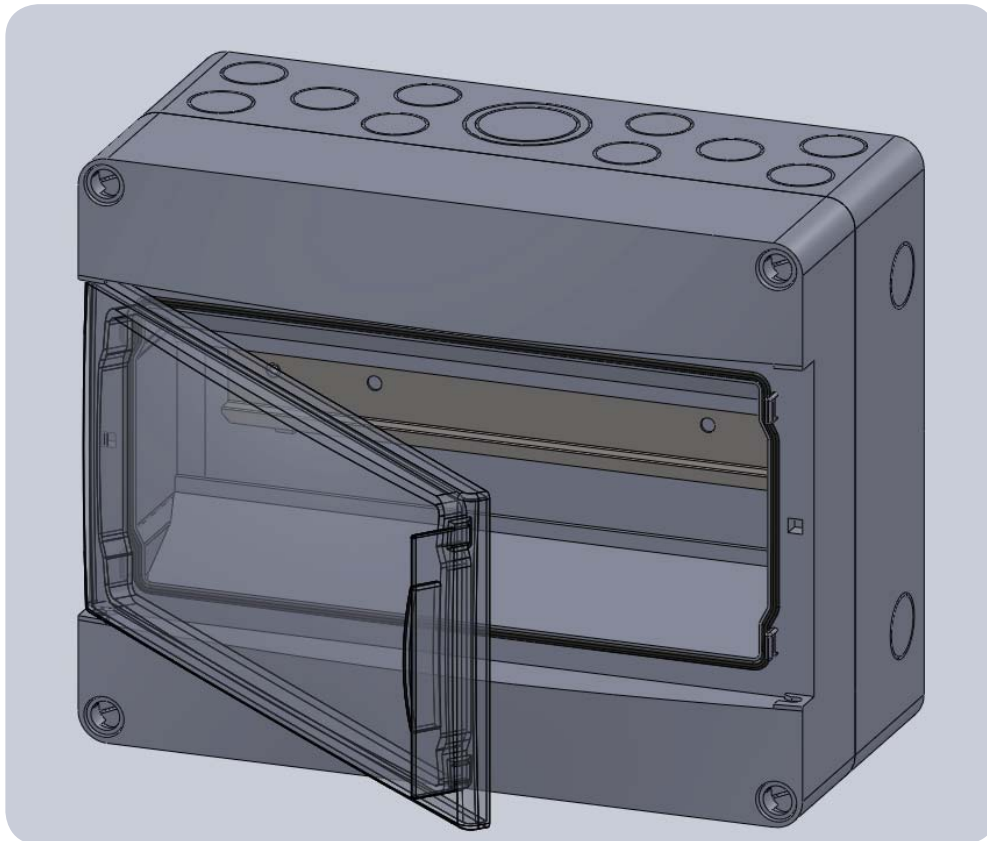
11,944 kg CO2-eq

1.2 MEDIOAMBIENTAL

1.2.3 Sustainability SolidWorks

Se modela la caja con menor impacto medioambiental (Spelsberg Ake 12) en SolidWorks, y posteriormente se analiza con el complemento de ecodiseño Sustainability. Se muestra a continuación un resumen de resultados, para el análisis completo véase:

Ref. [5] Anexos página 119



Huella de carbono (kg CO₂): 5,17 kg CO₂

Euforización del agua (kg PO₄): 49.05 kg PO₄

Acidificación atmosférica (kg SO₂): 53.21 kg SO₂

Energía total consumida (MJ): 104.03 MJ

1.3 MATERIALES Y PROCESOS

Aquí se describe brevemente los materiales empleados en las cajas analizadas, con sus propiedades físicas y algunos de los procesos de fabricación que se han podido llevar a cabo. Para mas detalle vease:

Ref. [6] Anexos página 143

2. ESTRATEGIAS

Trabajo Final de Grado

2.0. Introducción

2.1. Descripción de las 7 estrategias

2.2. Análisis de las opciones de
mejora

2.0 INTRODUCCIÓN

Para poder llevar a cabo una mejora sustancial en cuanto a la reducción del impacto medioambiental de los conceptos que mas adelante se van a diseñar, es necesario marcar una estrategia de ecodiseño lógica y razonable. Por ello se va a pasar a explicar brevemente en qué debe consistir.

Una estrategia de ecodiseño son toda una serie de factores en los que se puede intervenir para mejorar sustancialmente el impacto medioambiental de un producto o servicio. Una manera ordenada de englobarlos es a través de la llamada rueda de la estrategia de ecodiseño, la cuál proporciona un marco

básico para utilizar sistemáticamente y repasar el ciclo de vida de un producto, con ello se puede:

- Estimular el proceso creativo del diseño.
- Asistir a visualizar el funcionamiento ambiental actual.
- Destacar las oportunidades para la mejora.

La forma circular denota la relación con el ciclo de vida, continuidad, no indica la necesidad de seguir los puntos uno a uno sino los necesarios en cada momento. Cada sector de círculo es un grupo estratégico.



2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS 7 ESTRATEGIAS

Ref. [7] Anexos página 147

2.2 ANÁLISIS DE LAS OPCIONES DE MEJORA

En este apartado se van a representar de manera gráfica el producto a desarrollar, las cajas de distribución eléctricas. De esta manera podremos ver en cuál o cuáles de las siete estrategias podremos incidir de manera significativa con el nuevo diseño.

1. Desarrollo de nuevos conceptos 4

El desarrollo de nuevos conceptos o nuevas alternativas puedan aportar ideas o soluciones al producto final que de no haber explorado nuevos caminos no se podrían haber identificado.

2. Optimización del producto 3,5

Este punto es muy interesante ya que en la fase previa de análisis se vio como algunas marcas de cajas habían decidido ir por esta estrategia, integrando por ejemplo funciones en piezas conjuntas, como fue el caso de una de las cajas que incorporó en la propia puerta el mismo cierre, sin tener así que fabricar dos piezas distintas; fusionando en una sola pieza funciones comunes a varias. De ahí se pueden sacar ideas y conceptos muy interesantes.

3. Optimización del uso del material 4,5

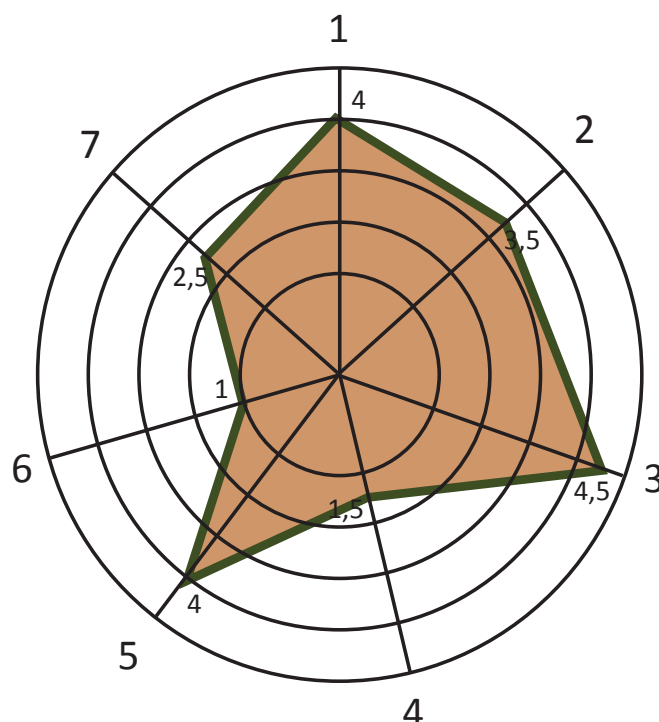
Se ha visto en los análisis realizados que el buen uso de materiales apropiados para cada función pueden reducir el impacto significativamente. Así pues se puede incluir esta estrategia tanto en el diseño como en la distribución y en el empaquetado, tocando varios campos a la vez.

4. Optimización de los métodos de producción 1,5

Esta estrategia quizás sea una de las que menos partido se pueden sacar en este proyecto, ya que según el producto a realizar y sus características, los procesos productivos están bastante fijados.

5. Optimización del transporte y la distribución 4

En este aspecto creo que se pueden hacer cosas interesantes, ya que según he visto, todas las cajas en su distribución se envían de la misma manera, con las dos carcasas montadas, ya que una no puede ir dentro de la otra, lo cual ahorraría mucho espacio en la distribución. Esto es solo un ejemplo,



pero esta estrategia tiene múltiples soluciones, y más allá de su simplicidad puede ofrecer grandes ahorros tanto económicos como para el medio ambiente.

6. Reducir el impacto durante el uso y la utilización 1

Debido a sus características, las cajas de distribución, son un producto que no presentan grandes complicaciones en su instalación o uso. Únicamente se atornillan en el sitio deseado y se introducen los componentes a proteger dentro de ellas, pero una vez ahí no presentan mas molestias posteriores, con lo cual difícilmente esta estrategia podrá ser válida para nuestro producto.

7. Optimizar el sistema de eliminación de producto 2,5

No se trata de un producto de usar y tirar o que presente una vida útil reducida, y tampoco presenta componentes especialmente peligroso para el medio ambiente. Por lo que una vez se desea eliminar basta con tirar sus partes plásticas, la mayoría, a un contenedor para polímeros y los tornillos metálicos a la basura. No obstante se podría pensar en reutilizar ciertas piezas para otros ámbitos, u otras utilidades.

3. CONCEPTOS

Trabajo Final de Grado

3.0. EDPs

3.1. Normativas

3.2. Conceptualización

3.3. Desarrollo del concepto

3.4. Comparación del impacto

3.5. Transporte y distribución

3.6. Análisis mecánico

3.7. Renders de presentación

3.0 ESPECIFICACIONES DE DISEÑO DE PRODUCTO

“Críticas.”

- Ha de ser una caja estanca, es decir las juntas entre las carcasas y también la de la puerta han de estar bien aseguradas.
- Hay que especificar si es de 10 o de 12 módulos.
- Ha de cumplir todas las normas necesarias (se especificarán más adelante). Siendo críticas las de resistencia al impacto y la de resistencia al hilo incandescente.
- Estéticamente ha de ser de las mejores del mercado.
- Tiene que poder incluir accesorios. No tienen por qué ir incluidos en una primera compra pero si que interesaría el poder adquirirlos posteriormente, como puedan ser cerraduras, tapones, etc.
- La puerta ha de poder ser reversible de alguna forma.
- Se ha de intentar reducir el impacto medioambiental en lo máximo posible.
- El raíl DIN ha de respetar las medidas para alojar correctamente los mandos eléctricos.
- El incluir unas muescas para la apertura de agujeros para alojar las prensaestopas, o sacar directamente los cables, esas muescas son de ayuda.

“Deseables.”

- Se intentará reducir al máximo el material empleado en la caja, para reducir en costes de producción.
- Habrá de tener el menor número de piezas posibles porque así se reduce material, impacto medioambiental y se simplifica el uso del producto.
- El montaje de la caja ha de ser lo mas sencillo posible.
- Los cambios de sección han de estar redondeados para evitar lesiones.
- Los tornillos que unen las dos carcasas han de ser muy sencillos de roscar, y de fácil acceso.
- El incorporar varias funciones en una misma pieza es una buena idea.
- Cuanto más sencilla sea la caja mas barato resulta de fabricar el molde.
- Interesante el incorporar las medidas de la caja en la parte posterior para facilitar el montaje al operario.
- El incluir unas aberturas opcionales para el drenaje es útil en ciertos casos.

3.1 NORMATIVAS

1. UNE-EN 60439:2005 Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Partes 1 y 2.

2. UNE-EN 60670:2009 Instalaciones receptores de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bar. Partes 1 y 23

3. UNE-EN 62208:2012 Envoltorios vacíos destinados a los conjuntos de aparamenta de baja tensión. Requisitos generales.

4. UNE-EN ISO 9001 Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos (ISO 9001:2008).

5. UNE-EN 60695:2011 Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 2-12-13.

6. UNE-EN 714:1995 Sistemas de canalización en materiales termoplásticos. Uniones con junta de estanqueidad elastómera sin fuerza axial entre tubos a presión y accesorios inyectados. Ensayo de estanqueidad a presión hidráulica interior sin fuerza axial.

7. UNE-EN ISO 180:2001 Plásticos. Determinación de la resistencia al impacto Izod (ISO 180:2000).

8. UNE-EN ISO 14006:2011 Sistemas de gestión ambiental. Directrices para la incorporación del ecodiseño.

Ref. [8] Anexos página 153

3.2 CONCEPTUALIZACIÓN

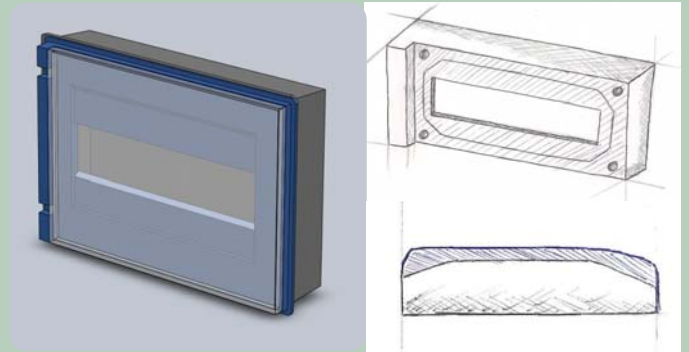
Esta fase empieza con toda una serie de técnicas creativas para encauzar el problema y sugerir posibles opciones de mejora. Si se quiere ver la fase completa véase:

Ref. [9] Anexos página 154

Se presenta a continuación un resumen de las cuatro alternativas surgidas de esta fase de conceptualización y creatividad.

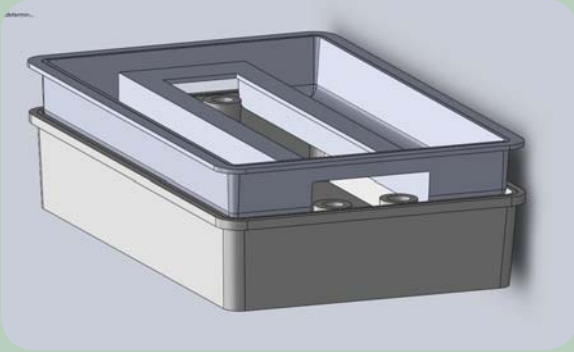
3.2.0 CONCEPTO 1: Caja Ultra-plana

Este primer concepto trata de reducir la profundidad de las cajas analizadas. La mayor parte de ellas presentan en muchos casos poco aprovechado en la carcasa frontal. Se incluye esa diferencia de altura para alojar la puerta frontal, no obstante creo se puede reducir considerablemente, optimizando el espacio, reduciendo el tamaño y disminuyendo material.



3.2.1 CONCEPTO 2: Caja Apilable

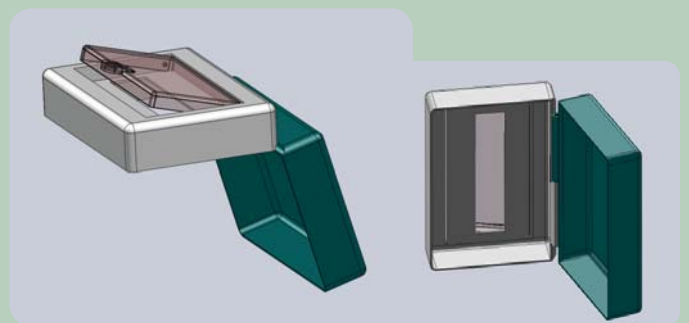
En este segundo concepto el objetivo principal es el de reducir espacio en el transporte, a través de aumentar la apilabilidad de las cajas. La idea principal es el poder introducir parte de la carcasa superior dentro de la inferior, reduciendo el espacio durante el transporte.



3.2.2 CONCEPTO 3: Caja de Doble puerta

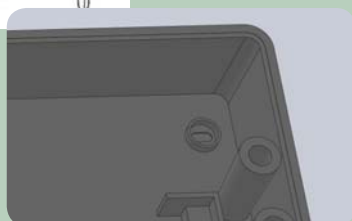
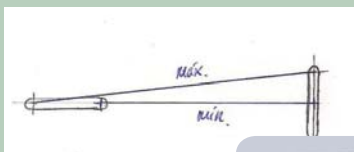
Se trata de un concepto enfocado a la funcionalidad, permitiendo abrir y cerrar la caja sin necesidad de atornillar continuamente las dos carcasas entre sí.

A través de una bisagra van las dos unidades y con un clipaje de cierre permanecen unidas mientras no se quiera acceder al interior.



3.2.3 CONCEPTO 4: Varias Mejoras

En sí no se trata de un concepto solo, en este cuarto apartado he recogido varias ideas o mejoras las cuales por separado no son suficiente como para conformar un concepto aparte, no obstante se pueden analizar y posteriormente quizás incorporar en el diseño final.



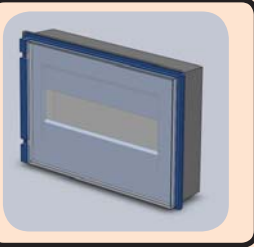
3.2 CONCEPTUALIZACIÓN

3.2.4 Elección del concepto

Se trata de elegir uno de los cuatro conceptos para su posterior desarrollo completo. Para ello se hace a través de una tabla ponderada según criterios propios al proyecto.

Como resultado de este análisis el concepto elegido para desarrollar ha sido el Concepto 2: caja apilable, incluyendo alguna idea del concepto 4: varias mejoras.

1



CONCEPTO 1

Caja Ultra-plana

Este concepto trataba de reducir el impacto medioambiental mediante la reducción del material y las medidas, en perjuicio de perder funcionalidad y espacio dentro de la caja. Presentaba una carcasa superior reducida en el espesor al mínimo, y aumentaba el tamaño de la puerta frontal, pero reducía su profundidad.

	1	2	3	4	5	
1. Componentes	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	3
2. Material	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	4
3. Transporte y distribución	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	4
4. Facilidad de uso	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	3
5. Atractivo visual	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	2
6. Funcionalidad	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	1
7. Fabricación	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	3
8. Estanqueidad	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	4
9. Resistencia al impacto	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	3

***Ventajas**
Al reducir la profundidad de la caja ocupa menos espacio durante el transporte. A la hora de montarlo sobre una pared también estorba menos, y tiene un menor peso una vez montado. Se puede ampliar el tamaño de la puerta ya que se reduce su espesor.

***Inconvenientes**
El espacio que se elimina en la carcasa superior para poder reducir su espesor, es un espacio empleado para alojar cables, y en caso de que se quiera colocar un portaregletas, en este concepto no resultaría tan fácil como en una caja con medidas normales.

C1 27ptos

2

3

4

5

6

1. Fotografía del concepto a puntuar
2. Nombre del concepto, y breve descripción del mismo
3. Valores del 1 al 5, y su puntuación con respecto a esta escala

4. Nueve criterios de elección, que se evalúan a través de las puntuaciones del recuadro 3
5. Ventajas e inconvenientes del concepto a estudiar
6. Puntuación total obtenida por el concepto

3.3 DESARROLLO DEL CONCEPTO

3.3.0 Descripción del concepto

El nuevo concepto de caja ha surgido por la combinación de varias estrategias de ecodiseño para disminuir el impacto medioambiental, junto con un depurado trabajo de diseño para ganar en atractivo visual.

3.3.1 Estrategias de Ecodiseño seguidas

*Desarrollo de nuevos conceptos

En este aspecto se ha seguido en la medida de intentar innovar a través de un nuevo concepto de caja que no existiera ya en el mercado, como es el caso de esta caja apilable.

*Optimización del uso del material

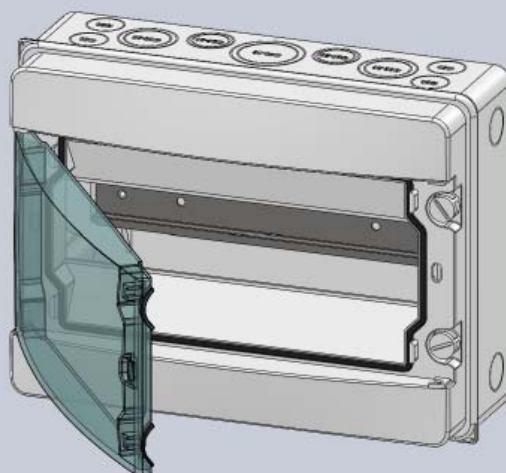
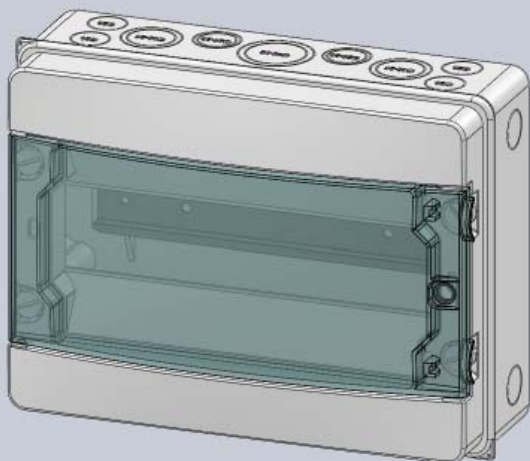
Aquí se ha seguido la línea de intentar reducir al máximo las medidas de la caja, así como sus componentes o piezas. Se ha conseguido incorporar a una misma pieza funciones que en otras cajas realizaban incluso cinco o seis piezas distintas.

A lo largo de las siguientes páginas se va a describir con más detalle la nueva caja, haciendo hincapié en anclajes, utilización y demás puntos a tener en cuenta dentro de la descripción del producto.

Con ello se ha conseguido reducir considerablemente el impacto en cuanto a material empleado.

*Optimización del transporte y la distribución

Esta estrategia se ha seguido en la idea de reducir al máximo posible el espacio que ocupa la caja cuando está dentro de su caja de envoltorio. Con ello se consigue un 7% más de capacidad de carga en un palé normalizado del tipo europeo.



Dibujos de presentación del nuevo concepto desarrollado: **caja estanca DFG 12**

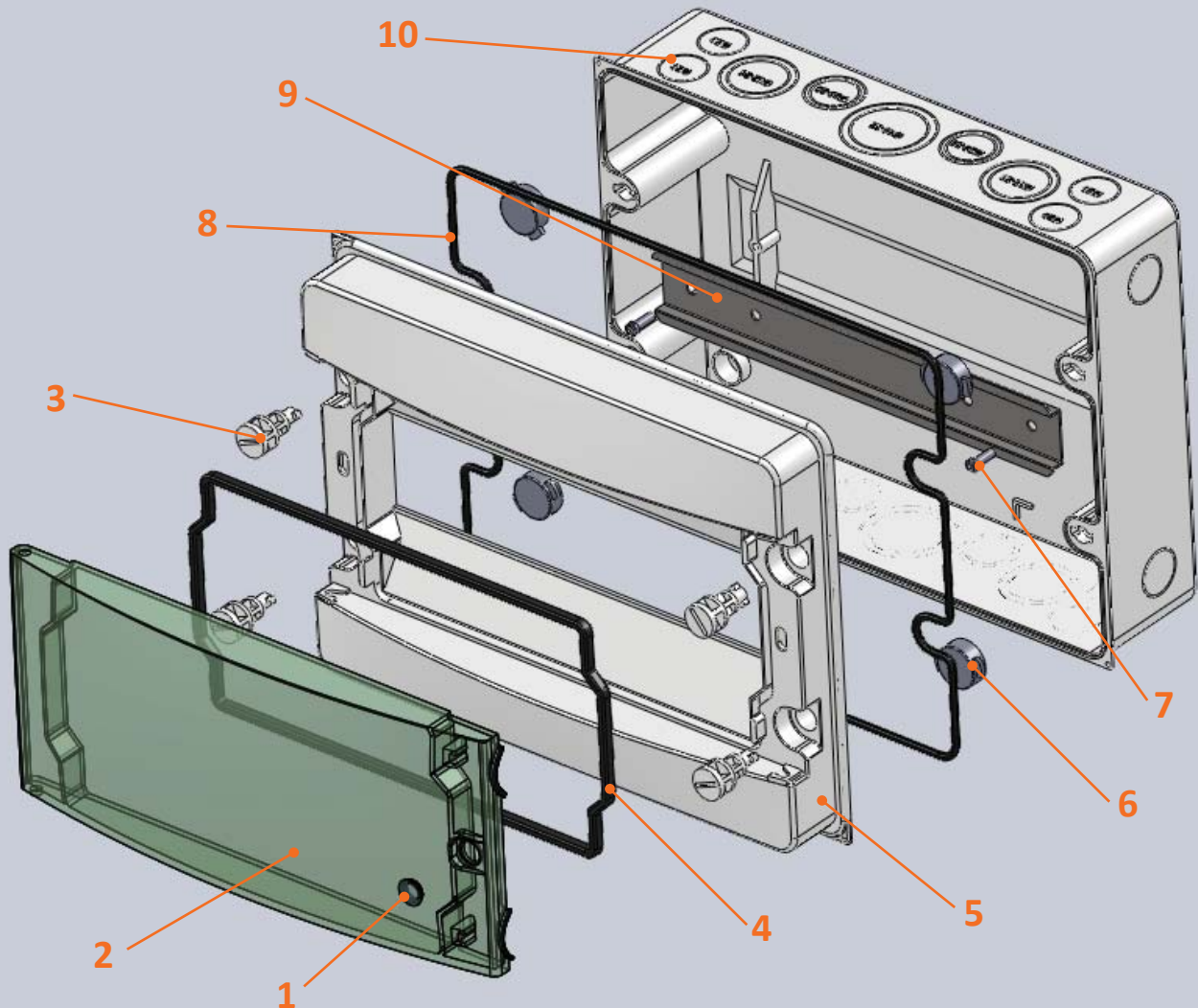
3.3 DESARROLLO DEL CONCEPTO

3.3.2 Análisis estructural de componentes

Se desarrolla una vista explosionada para ver claramente todos los componentes que forman parte de la nueva caja.

Para ver el análisis completo de funciones y características de cada uno de los componentes véase

Ref. **[11]** Anexos página 175



- 1. Tapón de la puerta
- 2. Puerta
- 3. Tornillos plásticos
- 4. Aislante de la puerta
- 5. Carcasa superior

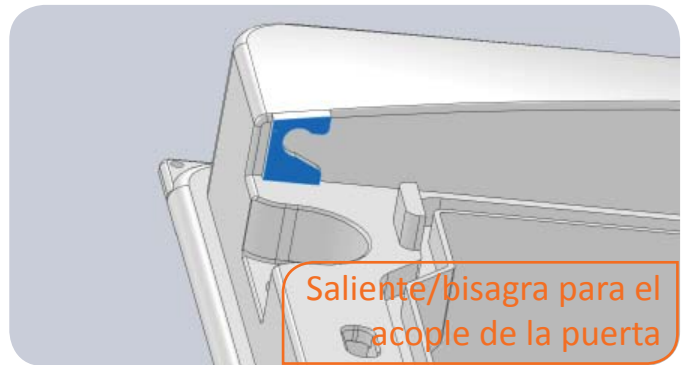
- 6. Tapones
- 7. Tornillos M4x12
- 8. Aislante de las carcasas
- 9. Raíl DIN
- 10. Carcasa inferior

3.3 DESARROLLO DEL CONCEPTO

Precinto de seguridad entre la carcasa inferior y superior



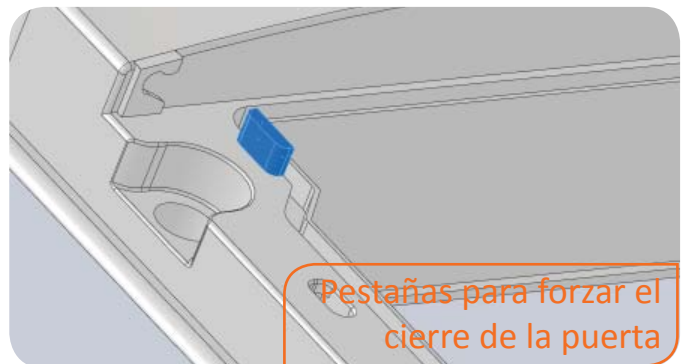
Saliente/bisagra para el acople de la puerta



Rebaje de los alojamientos para permitir la encajabilidad de las carcasas



Pestañas para forzar el cierre de la puerta



Alojamiento para encajar el aislante para las carcasas



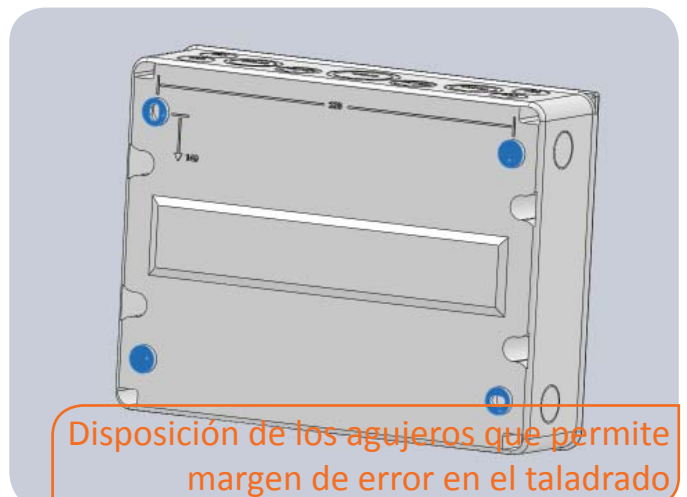
Plano inclinado para facilitar el montaje y para indicaciones



Medidas de la distancia entre agujeros para atornillar



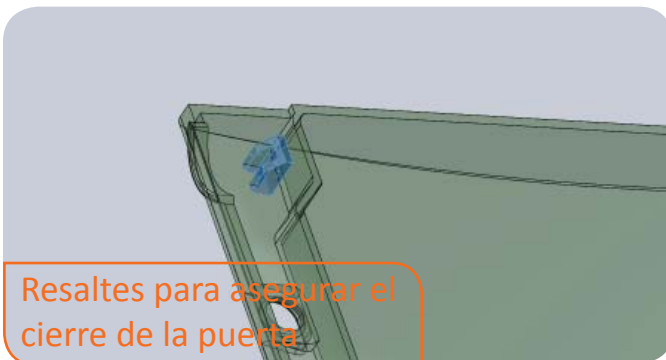
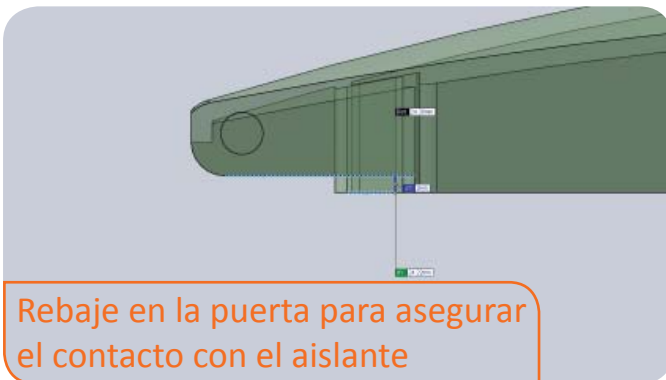
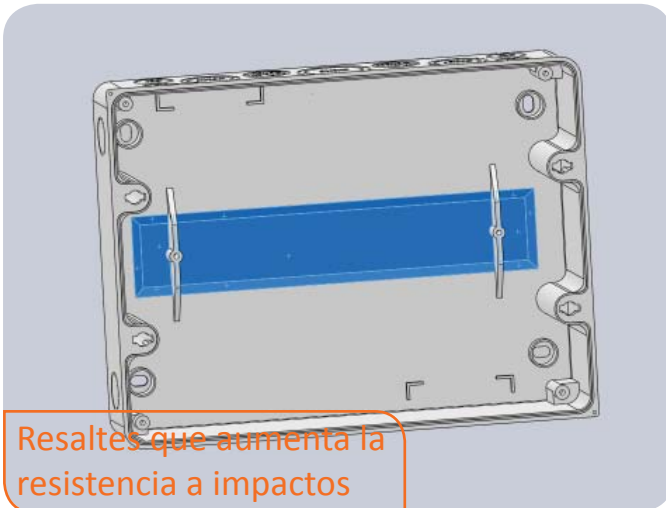
Disposición de los agujeros que permite margen de error en el taladrado



3. CONCEPTOS

3.3 DESARROLLO DEL CONCEPTO

3.



3.4 COMPARACIÓN DEL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

A continuación se va a comparar mi caja recientemente desarrollada con la caja que menor impacto medioambiental había dado, la de la marca Spelsberg Ake 12.

Se irá comparando componente por componente y al final se dará una valoración de la reducción total del impacto medioambiental.

Si se quiere ver todo el proceso con más detalle y con todos los cálculos véase:

Ref. [12] Anexos página 196

3.4.0 Carcasa superior

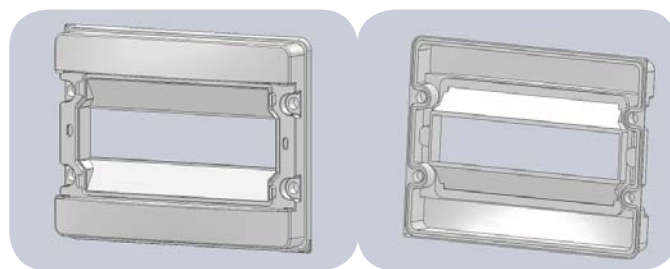
Material: PS (Poliestireno)

Volumen: 2.22E+5 mm³

Área de superficie: 1.85E+5 mm²

Peso: 230.64 g

Tipo de fabricación: Moldeo por inyección



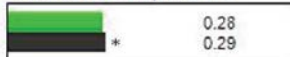
Comparación de huella de carbono

Total: PS Flujo medio/alto : 1.29 kg CO₂
PS Flujo medio/alto : 1.24 kg CO₂

Adquisición de material



Fabricación del producto



Utilización del producto



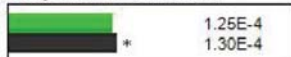
Fin de la vida útil



Comparación de eutrofización del agua

Total: PS Flujo medio/alto : 5.74E-4 kg PO₄
PS Flujo medio/alto : 5.52E-4 kg PO₄

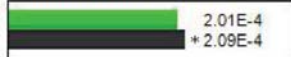
Adquisición de material



Fabricación del producto



Utilización del producto



Fin de la vida útil



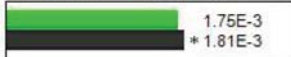
Comparación de acidificación atmosférica

Total: PS Flujo medio/alto : 4.40E-3 kg SO₂
PS Flujo medio/alto : 4.24E-3 kg SO₂

Adquisición de material



Fabricación del producto



Utilización del producto



Fin de la vida útil



Comparación de energía total consumida

Total: PS Flujo medio/alto : 27.94 MJ
PS Flujo medio/alto : 26.89 MJ

Adquisición de material



Fabricación del producto



Utilización del producto



Fin de la vida útil



Huella de carbono



1.24 kg CO₂

Material: 0.50 kg CO₂
Fabricación: 0.28 kg CO₂
Utilización: 0.30 kg CO₂
Fin de la vida útil: 0.15 kg CO₂

Eutrofización del agua



5.52E-4 kg PO₄

Material: 1.25E-4 kg PO₄
Fabricación: 6.99E-5 kg PO₄
Utilización: 2.01E-4 kg PO₄
Fin de la vida útil: 1.56E-4 kg PO₄

Acidificación atmosférica



4.24E-3 kg SO₂

Material: 1.16E-3 kg SO₂
Fabricación: 1.75E-3 kg SO₂
Utilización: 1.21E-3 kg SO₂
Fin de la vida útil: 1.11E-4 kg SO₂

Energía total consumida



26.89 MJ

Material: 16.99 MJ
Fabricación: 5.47 MJ
Utilización: 4.31 MJ
Fin de la vida útil: 0.12 MJ

Gráficos de impacto medioambiental (Carcasa superior)

✓ Reducción del 4%

3. CONCEPTOS

3.4 COMPARACIÓN DEL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

3.4.1 Carcasa inferior

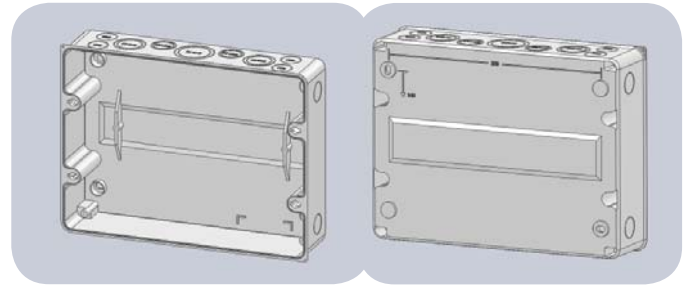
Material: PS (Poliestireno)

Volumen: 2.95E+5 mm³

Área de superficie: 2.57E+5 mm²

Peso: 307.25 g

Tipo de fabricación: Moldeo por inyección



Comparación de huella de carbono

Total: PS Flujo medio/alto : 1.72 kg CO₂
PS Flujo medio/alto : 1.63 kg CO₂

Adquisición de material



Fabricación del producto



Utilización del producto



Fin de la vida útil



Comparación de eutrofización del agua

Total: PS Flujo medio/alto : 7.72E-4 kg PO₄
PS Flujo medio/alto : 7.31E-4 kg PO₄

Adquisición de material



Fabricación del producto



Utilización del producto



Fin de la vida útil



Comparación de acidificación atmosférica

Total: PS Flujo medio/alto : 5.83E-3 kg SO₂
PS Flujo medio/alto : 5.54E-3 kg SO₂

Adquisición de material



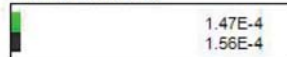
Fabricación del producto



Utilización del producto



Fin de la vida útil



Comparación de energía total consumida

Total: PS Flujo medio/alto : 37.43 MJ
PS Flujo medio/alto : 35.48 MJ

Adquisición de material



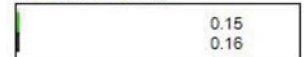
Fabricación del producto



Utilización del producto



Fin de la vida útil



Huella de carbono



1.63 kg CO₂

Material:	0.67 kg CO ₂
Fabricación:	0.36 kg CO ₂
Utilización:	0.40 kg CO ₂
Fin de la vida útil:	0.21 kg CO ₂

Eutrofización del agua



7.31E-4 kg PO₄

Material:	1.67E-4 kg PO ₄
Fabricación:	8.87E-5 kg PO ₄
Utilización:	2.68E-4 kg PO ₄
Fin de la vida útil:	2.08E-4 kg PO ₄

Acidificación atmosférica



5.54E-3 kg SO₂

Material:	1.55E-3 kg SO ₂
Fabricación:	2.22E-3 kg SO ₂
Utilización:	1.62E-3 kg SO ₂
Fin de la vida útil:	1.47E-4 kg SO ₂

Energía total consumida



35.48 MJ

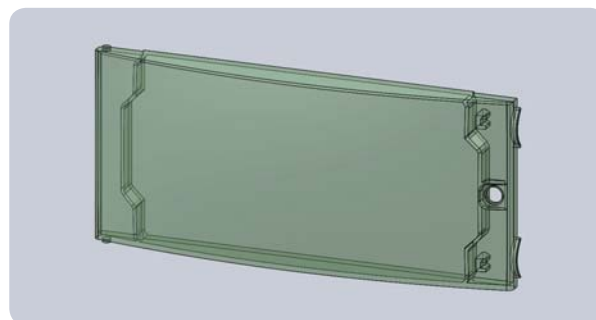
Material:	22.64 MJ
Fabricación:	6.95 MJ
Utilización:	5.74 MJ
Fin de la vida útil:	0.15 MJ

Gráficos de impacto medioambiental (Carcasa inferior)

✓ Reducción del 5.5%

3.4 COMPARACIÓN DEL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

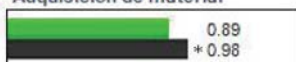
3.4.2 Puerta

Material: PC (Policarbonato)**Volumen:** $1.06E+5 \text{ mm}^3$ **Área de superficie:** $87703.59E+5 \text{ mm}^2$ **Peso:** 125.57 g**Tipo de fabricación:** Moldeo por inyección

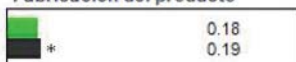
Comparación de huella de carbono

Total: PC Alta viscosidad : 1.45 kg CO₂
 PC Alta viscosidad : 1.31 kg CO₂

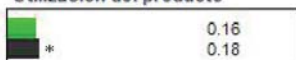
Adquisición de material



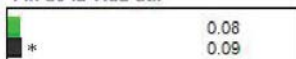
Fabricación del producto



Utilización del producto



Fin de la vida útil



Huella de carbono

1.31 kg CO₂

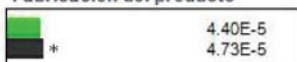
Comparación de eutrofización del agua

Total: PC Alta viscosidad : 4.84E-4 kg PO₄
 PC Alta viscosidad : 4.39E-4 kg PO₄

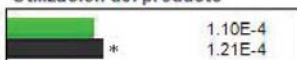
Adquisición de material



Fabricación del producto



Utilización del producto



Fin de la vida útil

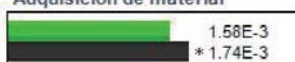


Material: 0.89 kg CO₂
 Fabricación: 0.18 kg CO₂
 Utilización: 0.16 kg CO₂
 Fin de la vida útil: 0.08 kg CO₂

Comparación de acidificación atmosférica

Total: PC Alta viscosidad : 3.72E-3 kg SO₂
 PC Alta viscosidad : 3.40E-3 kg SO₂

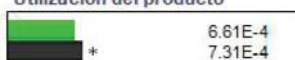
Adquisición de material



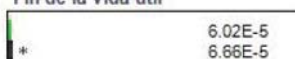
Fabricación del producto



Utilización del producto



Fin de la vida útil



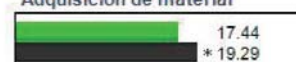
Eutrofización del agua

4.39E-4 kg PO₄

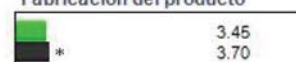
Comparación de energía total consumida

Total: PC Alta viscosidad : 25.66 MJ
 PC Alta viscosidad : 23.30 MJ

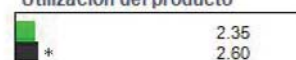
Adquisición de material



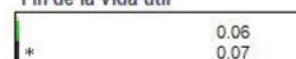
Fabricación del producto



Utilización del producto



Fin de la vida útil



Material: 2.00E-4 kg PO₄
 Fabricación: 4.40E-5 kg PO₄
 Utilización: 1.10E-4 kg PO₄
 Fin de la vida útil: 8.50E-5 kg PO₄

Acidificación atmosférica

3.40E-3 kg SO₂

Material: 1.58E-3 kg SO₂
 Fabricación: 1.10E-3 kg SO₂
 Utilización: 6.61E-4 kg SO₂
 Fin de la vida útil: 6.02E-5 kg SO₂

Energía total consumida



23.30 MJ

Material: 17.44 MJ
 Fabricación: 3.45 MJ
 Utilización: 2.35 MJ
 Fin de la vida útil: 0.06 MJ

Gráficos de impacto medioambiental (Puerta)



Reducción del 9.5%

3. CONCEPTOS

3.4 COMPARACIÓN DEL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

3.4.3 Tornillos plásticos

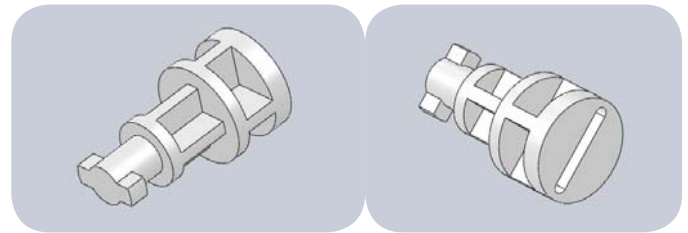
Material: PS (Poliestireno)

Volumen: 1818.5 mm³

Área de superficie: 1848.2 mm²

Peso: 1.89 g

Tipo de fabricación: Moldeo por inyección



Comparación de huella de carbono

Total: PS Flujo medio/alto : 0.10 kg CO₂
PS Flujo medio/alto : 0.09 kg CO₂



Comparación de eutrofización del agua

Total: PS Flujo medio/alto : 3.10E-5 kg PO₄
PS Flujo medio/alto : 2.44E-5 kg PO₄



Comparación de acidificación atmosférica

Total: PS Flujo medio/alto : 5.25E-4 kg SO₂
PS Flujo medio/alto : 4.91E-4 kg SO₂



Comparación de energía total consumida

Total: PS Flujo medio/alto : 2.22 MJ
PS Flujo medio/alto : 1.93 MJ



Huella de carbono



Material: 0.01 kg CO₂
Fabricación: 0.07 kg CO₂
Utilización: 2.48E-3 kg CO₂
Fin de la vida útil: 1.27E-3 kg CO₂

0.09 kg CO₂

Eutrofización del agua



Material: 3.67E-6 kg PO₄
Fabricación: 1.78E-5 kg PO₄
Utilización: 1.65E-6 kg PO₄
Fin de la vida útil: 1.28E-6 kg PO₄

2.44E-5 kg PO₄

Acidificación atmosférica



Material: 3.41E-5 kg SO₂
Fabricación: 4.46E-4 kg SO₂
Utilización: 9.95E-6 kg SO₂
Fin de la vida útil: 9.06E-7 kg SO₂

4.91E-4 kg SO₂

Energía total consumida



Material: 0.50 MJ
Fabricación: 1.40 MJ
Utilización: 0.04 MJ
Fin de la vida útil: 9.47E-4 MJ

1.93 MJ

Gráficos de impacto medioambiental (Tornillo plástico)

✓ Reducción del 13%

3.4 COMPARACIÓN DEL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

3.4.4 Aislante de la puerta

Material: EPDM (Caucho etileno-propileno-dieno)**Volumen:** 13566.84 mm³**Área de superficie:** 11087.41 mm²**Peso:** 12.21 g**Tipo de fabricación:** Moldeo por inyección

Comparación de huella de carbono

Total: EPDM : 0.02 kg CO₂
EPDM : 0.03 kg CO₂

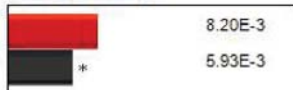
Fabricación del producto



Utilización del producto



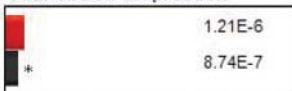
Fin de la vida útil



Comparación de eutrofización del agua

Total: EPDM : 1.45E-5 kg PO₄
EPDM : 2.01E-5 kg PO₄

Fabricación del producto



Utilización del producto



Fin de la vida útil



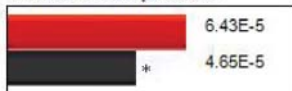
Comparación de acidificación atmosférica

Total: EPDM : 7.26E-5 kg SO₂
EPDM : 1.00E-4 kg SO₂

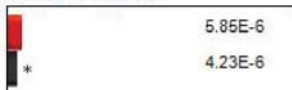
Fabricación del producto



Utilización del producto



Fin de la vida útil



Comparación de energía total consumida

Total: EPDM : 0.24 MJ
EPDM : 0.33 MJ

Fabricación del producto



Utilización del producto



Fin de la vida útil



Huella de carbono

0.03 kg CO₂

Material:	0.00 kg CO ₂
Fabricación:	4.87E-3 kg CO ₂
Utilización:	0.02 kg CO ₂
Fin de la vida útil:	8.20E-3 kg CO ₂

Eutrofización del agua

2.01E-5 kg PO₄

Material:	0.00 kg PO ₄
Fabricación:	1.21E-6 kg PO ₄
Utilización:	1.06E-5 kg PO ₄
Fin de la vida útil:	8.27E-6 kg PO ₄

Acidificación atmosférica

1.00E-4 kg SO₂

Material:	0.00 kg SO ₂
Fabricación:	3.03E-5 kg SO ₂
Utilización:	6.43E-5 kg SO ₂
Fin de la vida útil:	5.85E-6 kg SO ₂

Energía total consumida



0.33 MJ

Material:	0.00 MJ
Fabricación:	0.09 MJ
Utilización:	0.23 MJ
Fin de la vida útil:	6.11E-3 MJ

Gráficos de impacto medioambiental (Aislante de la puerta)



Aumento del 42.2%

3. CONCEPTOS

3.4 COMPARACIÓN DEL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

3.4.5 Aislante de las carcasas

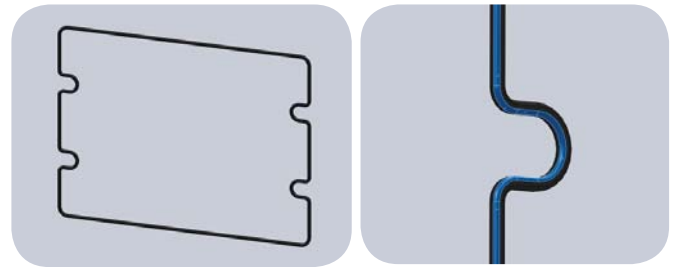
Material: EPDM (Caucho etileno-propileno-dieno)

Volumen: 8287.42 mm³

Área de superficie: 10467.37 mm²

Peso: 7.46 g

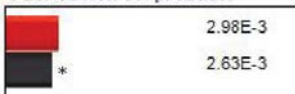
Tipo de fabricación: Moldeo por inyección



Comparación de huella de carbono

Total: EPDM : 0.02 kg CO₂
EPDM : 0.02 kg CO₂

Fabricación del producto



Utilización del producto



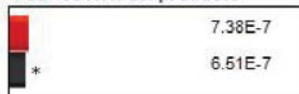
Fin de la vida útil



Comparación de eutrofización del agua

Total: EPDM : 1.08E-5 kg PO₄
EPDM : 1.23E-5 kg PO₄

Fabricación del producto



Utilización del producto



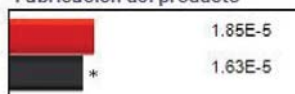
Fin de la vida útil



Comparación de acidificación atmosférica

Total: EPDM : 5.41E-5 kg SO₂
EPDM : 6.13E-5 kg SO₂

Fabricación del producto



Utilización del producto



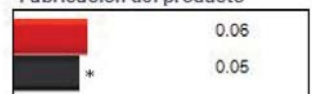
Fin de la vida útil



Comparación de energía total consumida

Total: EPDM : 0.18 MJ
EPDM : 0.20 MJ

Fabricación del producto



Utilización del producto



Fin de la vida útil



Huella de carbono



0.02 kg CO₂

Material:	0.00 kg CO ₂
Fabricación:	2.98E-3 kg CO ₂
Utilización:	9.79E-3 kg CO ₂
Fin de la vida útil:	5.01E-3 kg CO ₂

Eutrofización del agua



1.23E-5 kg PO₄

Material:	0.00 kg PO ₄
Fabricación:	7.38E-7 kg PO ₄
Utilización:	6.51E-6 kg PO ₄
Fin de la vida útil:	5.05E-6 kg PO ₄

Acidificación atmosférica



6.13E-5 kg SO₂

Material:	0.00 kg SO ₂
Fabricación:	1.85E-5 kg SO ₂
Utilización:	3.93E-5 kg SO ₂
Fin de la vida útil:	3.57E-6 kg SO ₂

Energía total consumida



0.20 MJ

Material:	0.00 MJ
Fabricación:	0.06 MJ
Utilización:	0.14 MJ
Fin de la vida útil:	3.73E-3 MJ

Gráficos de impacto medioambiental (Aislante de las carcasas)



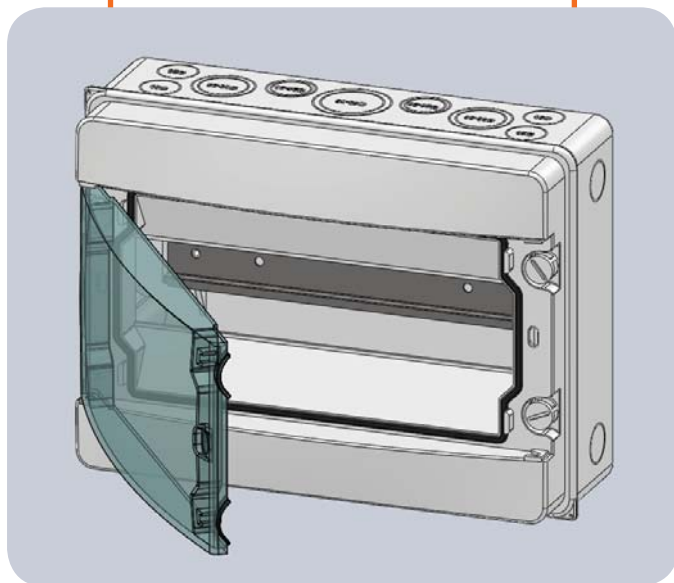
Aumento del 9.5%

3.4 COMPARACIÓN DEL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

3.4.6 Comparación Total

Se van a comparar, la caja analizada con menor impacto medioambiental (Spelsberg Ake12) con el nuevo concepto de caja desarrollado para ver cuanto es la reducción del impacto en total.

CAJA ENCAJABLE DFG 12



Huella de carbono: 4.92 kg CO₂



Reducción del 5%



Euforización del agua: 40.43 kg PO₄



Reducción del 17.5%



Acidificación atmosférica: 49.62 kg SO₂



Reducción del 7%



Energía total consumida: 97.97 MJ

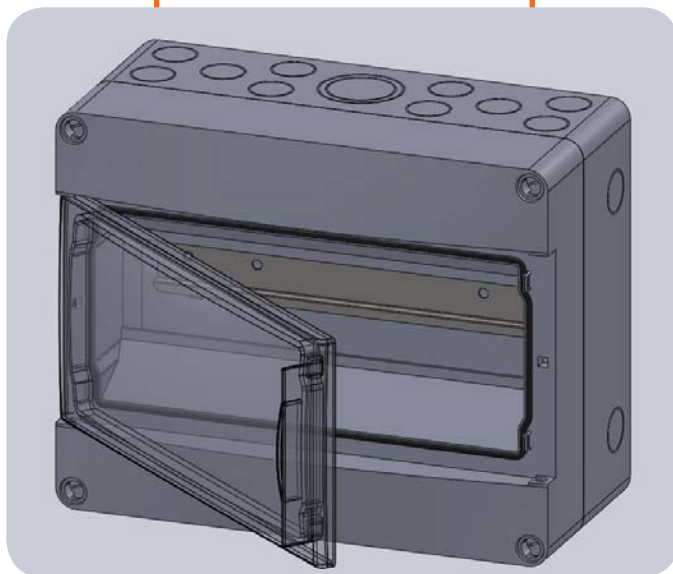


Reducción del 6%



Como se puede observar el resultado es muy satisfactorio, ya que se ha conseguido reducir el impacto medioambiental en cada uno de los cuatro indicadores.

SPELSBERG AKE 12



Huella de carbono: 5,17 kg CO₂

Euforización del agua: 49.05 kg PO₄

Acidificación atmosférica: 53.21 kg SO₂

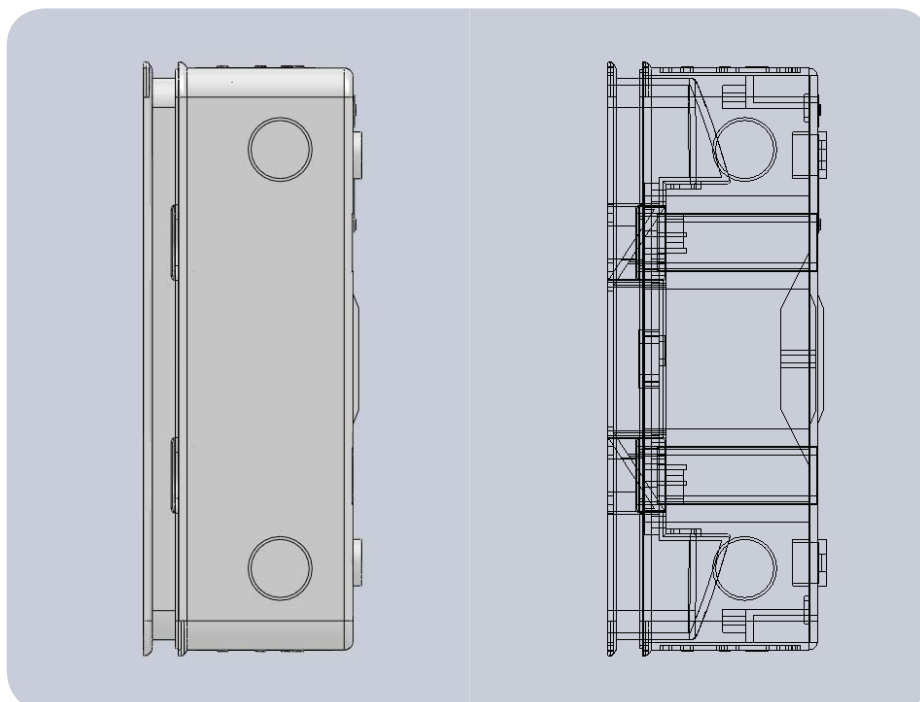
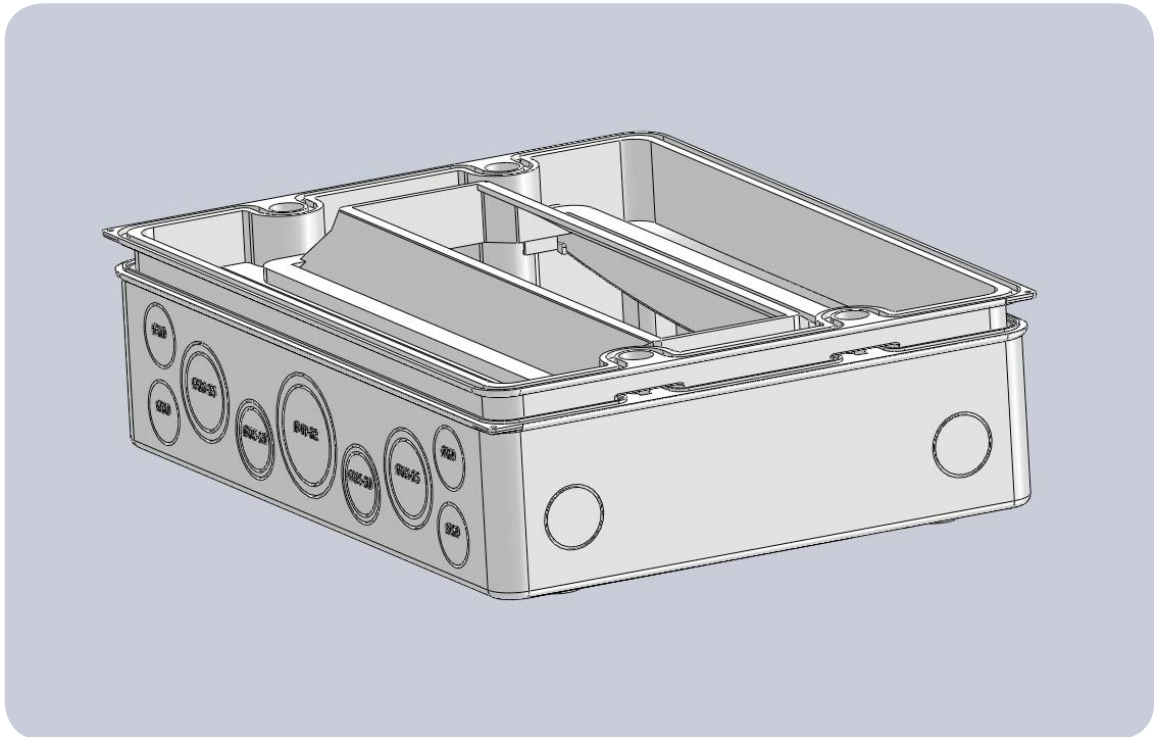
Energía total consumida: 104.03 MJ

Puede parecer que un 5% no es una reducción exagerada, pero hay que tener en cuenta que es comparada con la caja con menor impacto del mercado, y un 5% en términos de producción masiva es una reducción muy importante.

3.5 TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN

3.5.0 Encajabilidad

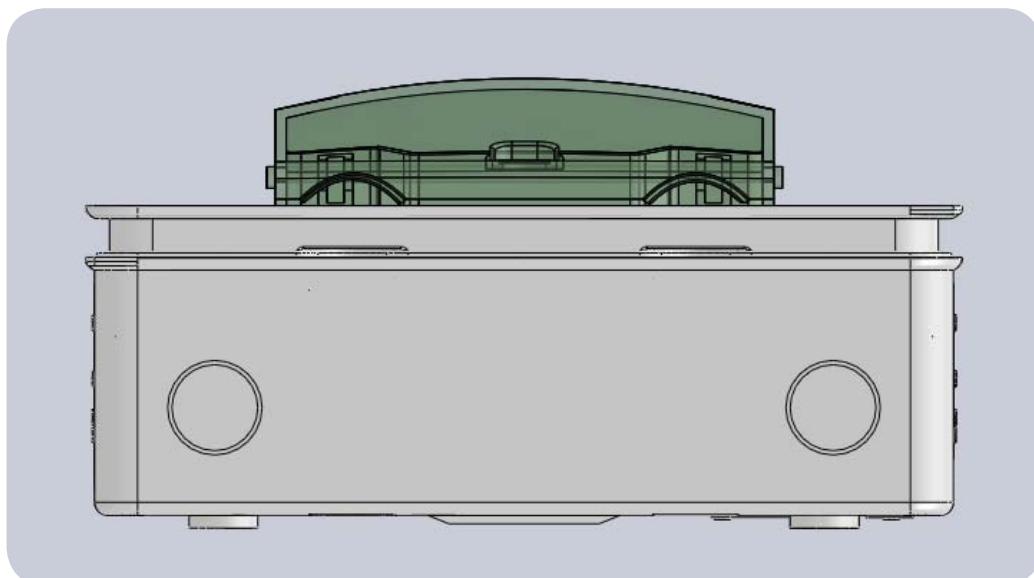
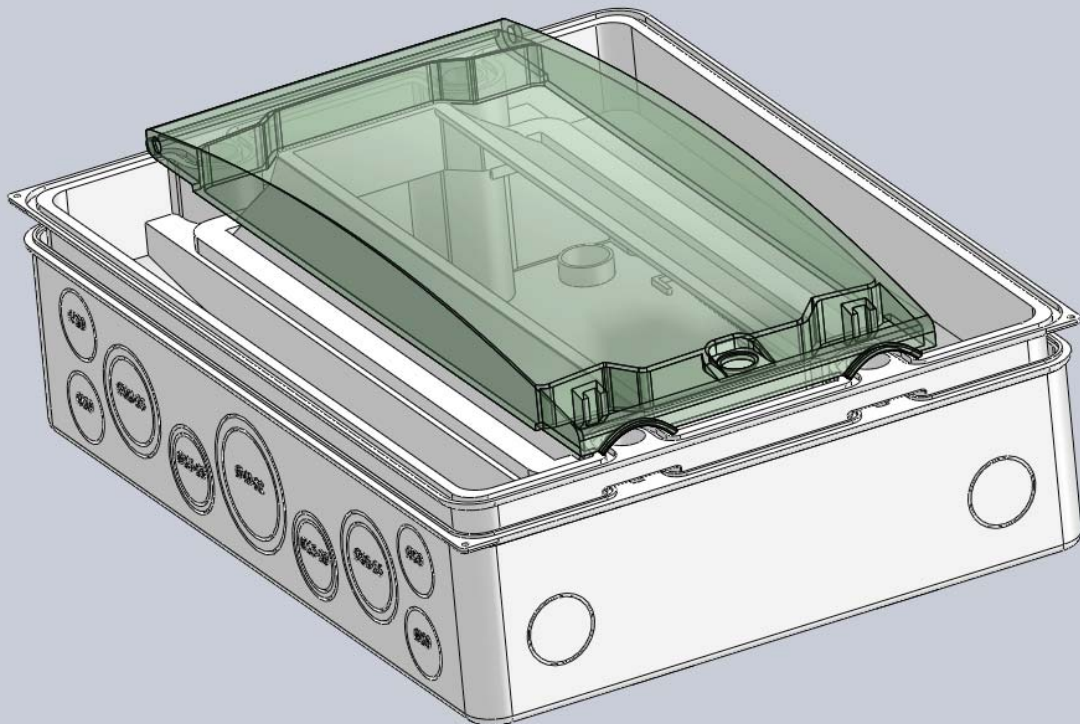
La nueva caja permite ahorrar espacio durante la distribución gracias a que la carcasa superior puede introducirse dentro de la inferior y así reduce su volumen durante el transporte. A continuación se muestra de qué manera encaja una carcasa dentro de la otra.



3.5 TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN

3.5.0 Encajabilidad

Aún con todo la puerta no se puede introducir dentro de la base debido a sus medidas, por lo que ha de reposar encima de la carcasa superior. No obstante se sigue ahorrando en espacio incluso con este inconveniente.

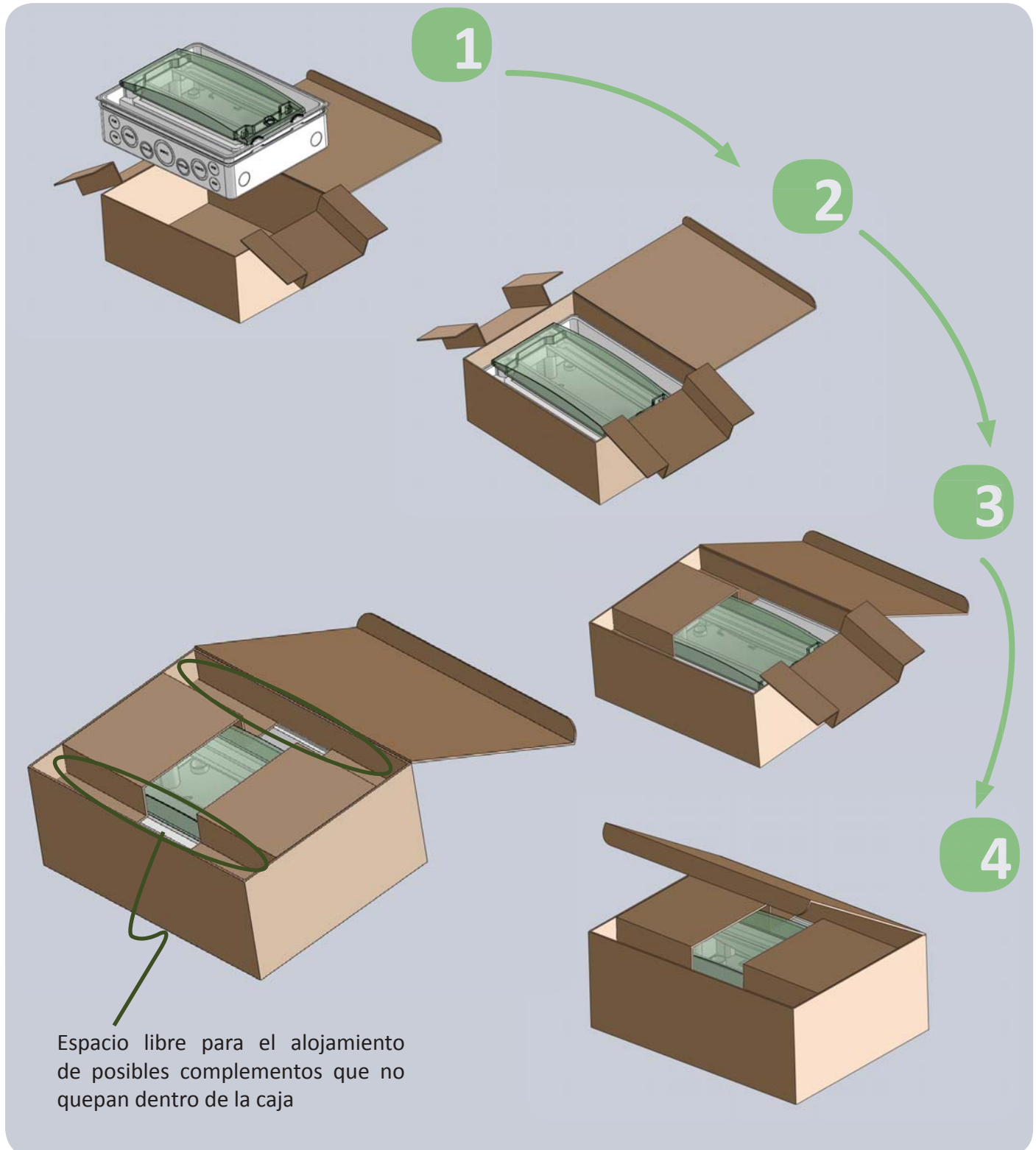


3.5 TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN

3.5.1 Embalaje y Packaging

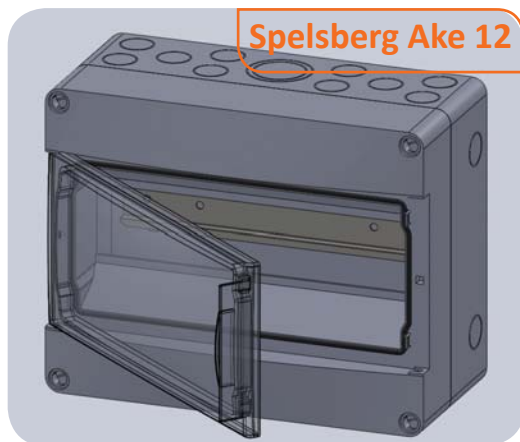
He creído oportuno diseñar un tipo de embalaje apropiado para este nuevo producto. El material se trata de cartón reciclado (0,29 kg CO₂ eq) y la forma y la manera de proteger el producto se presenta a continuación.

Para una descripción más extensa véase:
Ref. [12] Anexos página 219

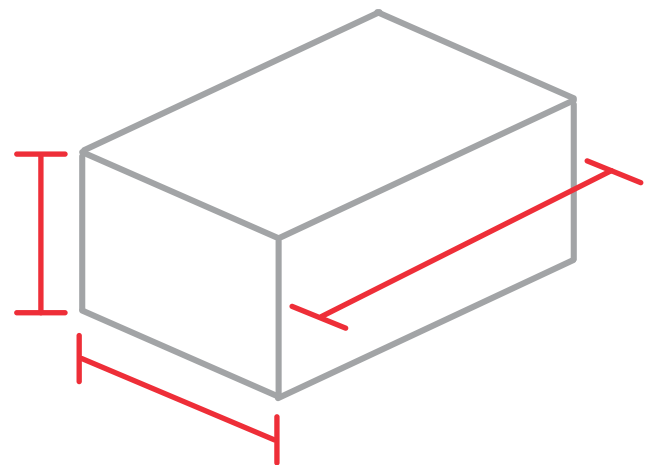


3.5 TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN

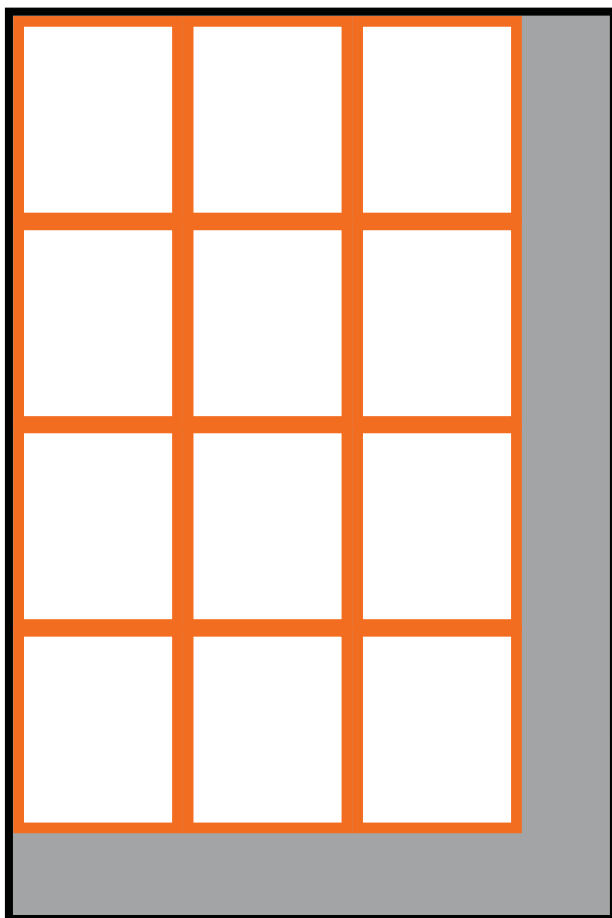
3.5.2 Reducción de emisiones durante la distribución



Medidas del producto: 200x250x125mm

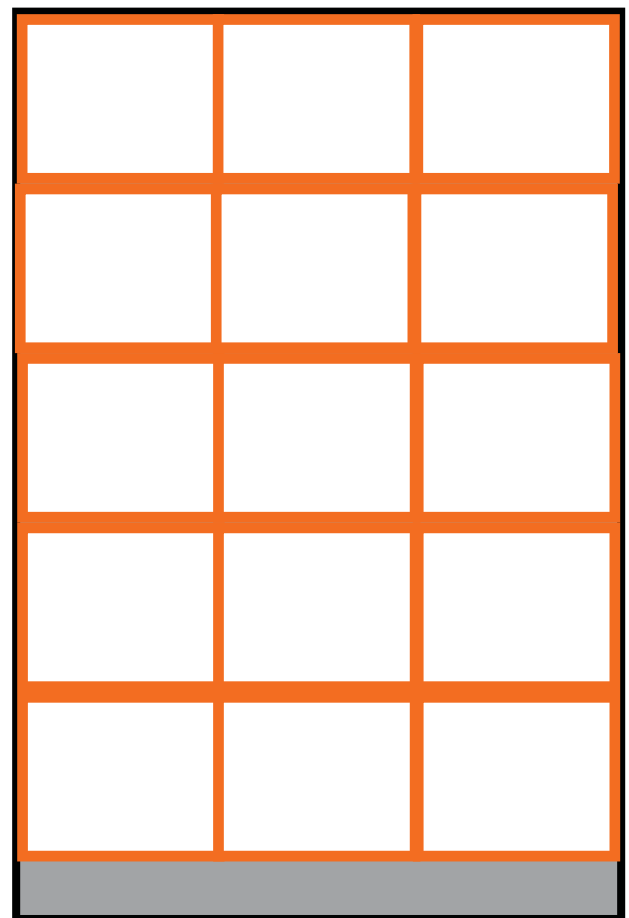


Medidas de la caja: 210x260x140mm



Disposición de las cajas de 26cm a lo largo y de 21 cm a lo ancho = **12cajas**

Palé normalizado europeo de 120cm x 80 cm x 14 cm



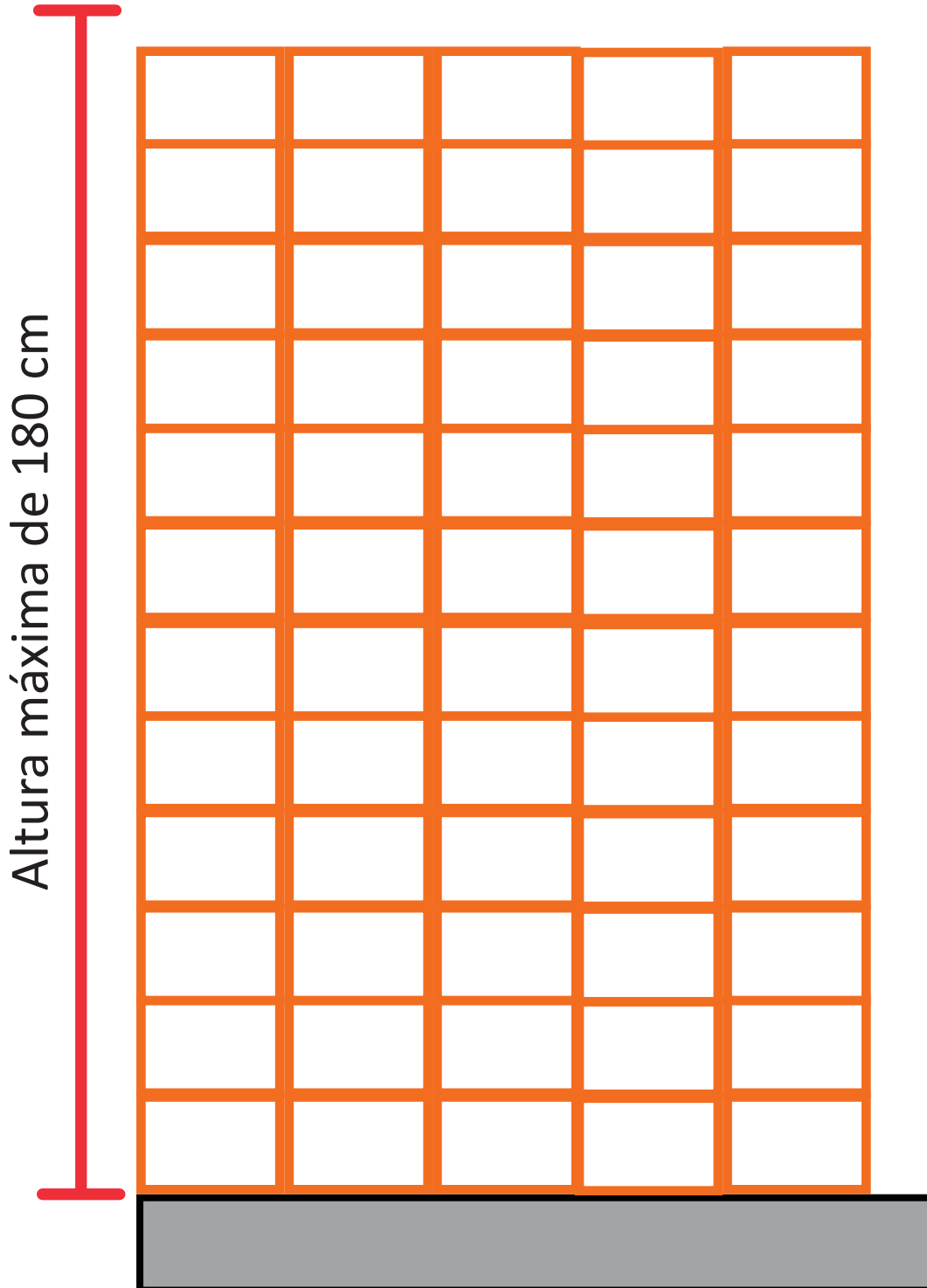
Disposición de las cajas de 21cm a lo largo y de 26 cm a lo ancho = **15cajas**



3.5 TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN

3.5.2 Reducción de emisiones durante la distribución

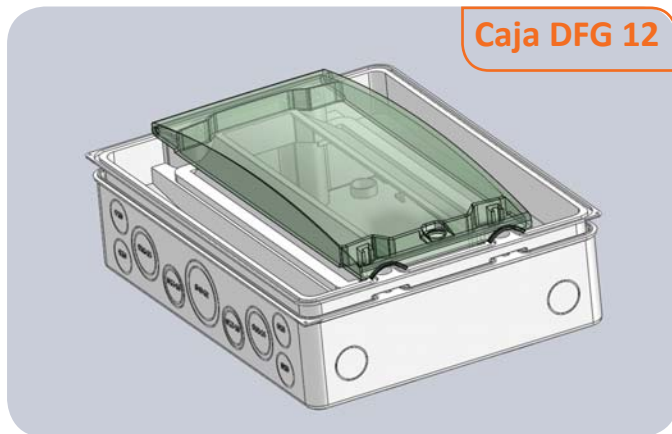
3.



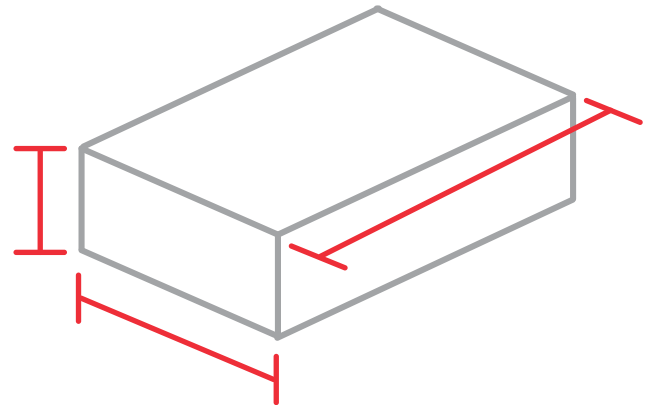
CAPACIDAD TOTAL: **180 unidades**
SPELSBERG AKE 12

3.5 TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN

3.5.2 Reducción de emisiones durante la distribución

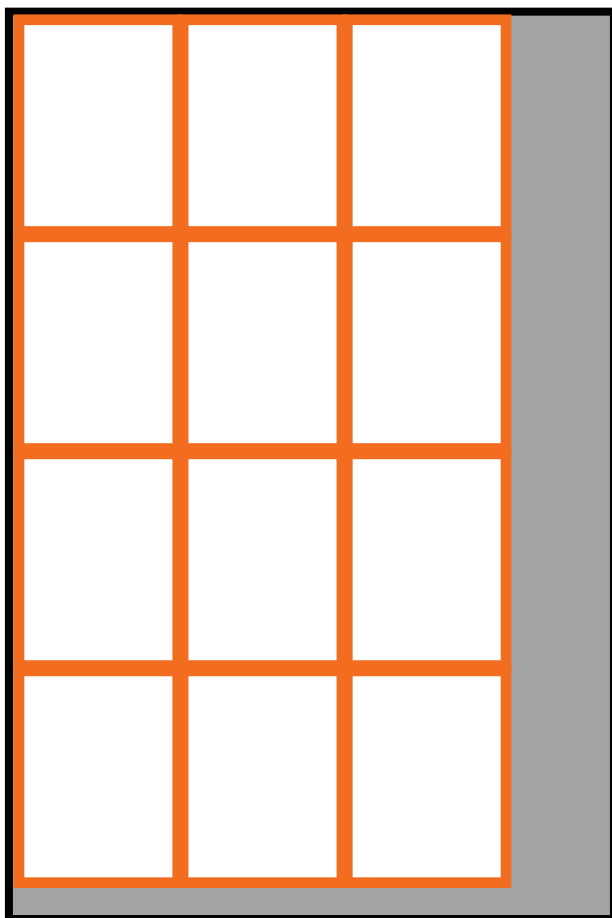


Caja DFG 12



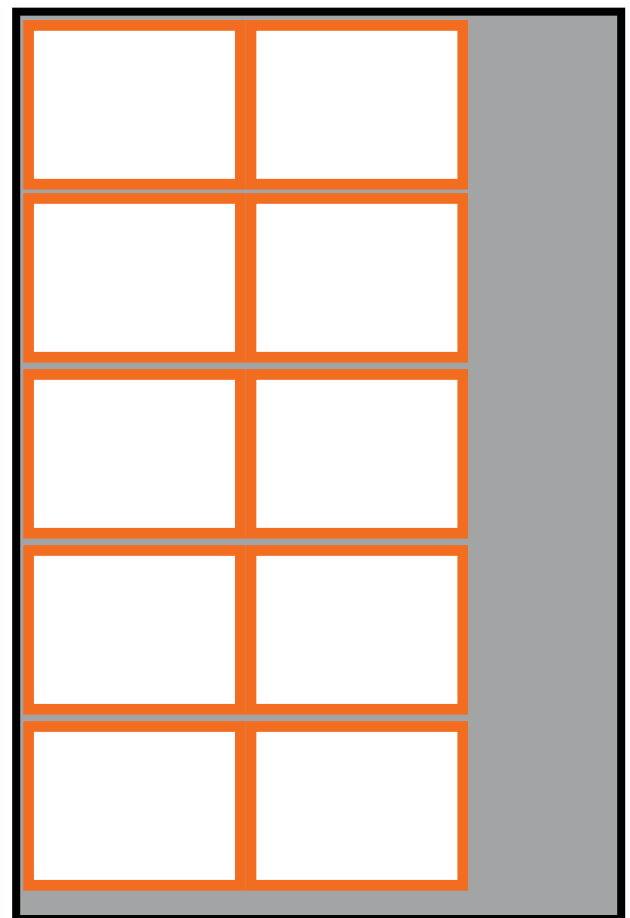
Medidas del producto: 200x270x100mm

Medidas de la caja: 210x280x110mm



Disposición de las cajas de 28cm a lo largo y de 21 cm a lo ancho = **12cajas** ✓

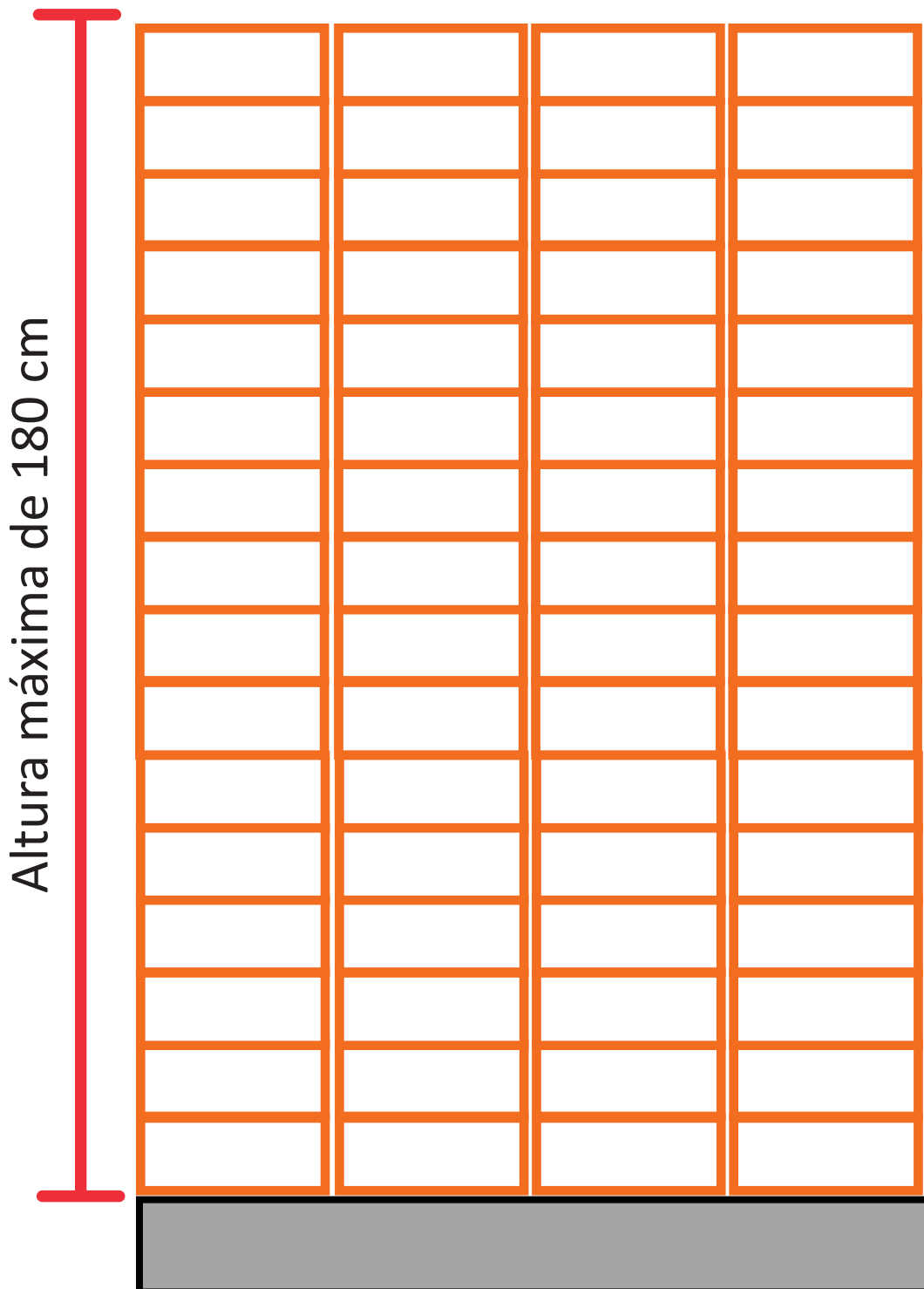
Palé normalizado europeo de 120cm x 80 cm x 14 cm



Disposición de las cajas de 21cm a lo largo y de 28 cm a lo ancho = **10cajas**

3.5 TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN

3.5.2 Reducción de emisiones durante la distribución



CAPACIDAD TOTAL: **192 unidades**

CAJA ENCAJABLE DFG 12



Aumento de la cantidad en un **7%**

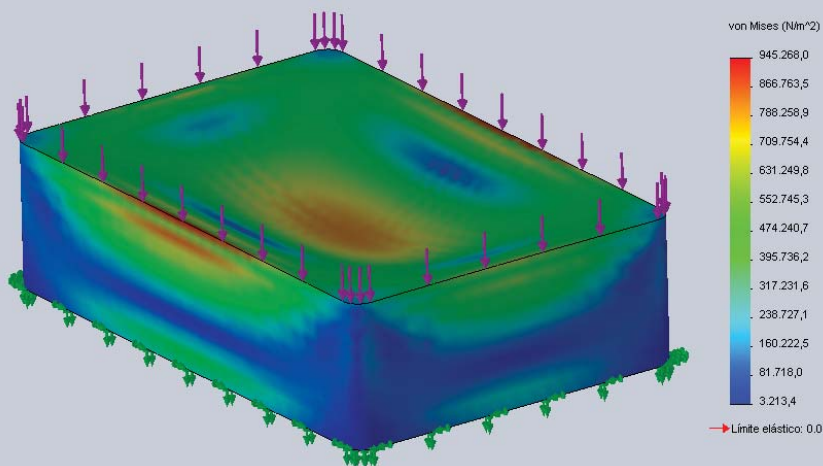
3.6 ANÁLISIS MECÁNICO

En este apartado se ha desarrollado una simulación para comparar hasta que punto el diseño de la nueva caja aumenta la resistencia a deformaciones por parte de presiones y cargas externas. Por una parte se va a probar la carga de 49 N sobre una puerta con una forma convencional y luego se comparan los resultados con otras demostraciones del mismo tipo en dos cajas distintas.

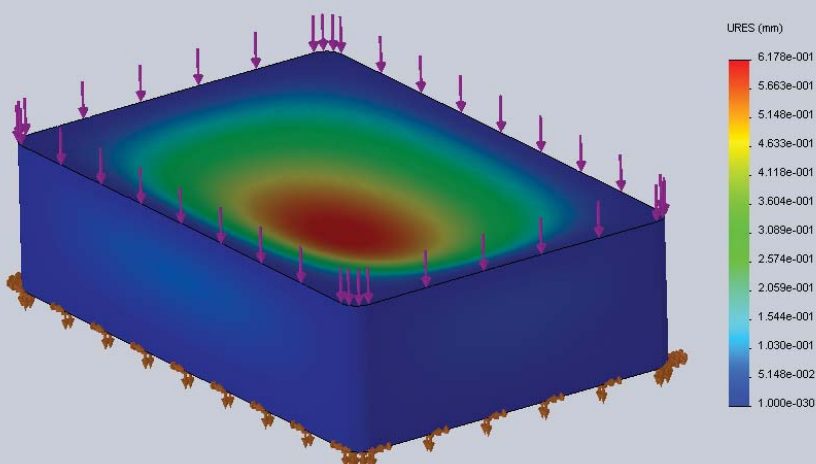
Fuerza: 49N**Material: Poliestireno****Modulo de Young: 228×10^7 N/m²****Densidad de masa: 1040 kg/m³****Límite elástico: 0.02 N/m²**

Caja con diseño convencional

Nombre de modelo: Pieza1
Nombre de estudio: SimulationXpress Study
Tipo de resultado: Static tension nodal Stress
Escala de deformación: 48.5618

Tensión máxima: 945.268 N/m²

Nombre de modelo: Pieza1
Nombre de estudio: SimulationXpress Study
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Displacement
Escala de deformación: 48.5618

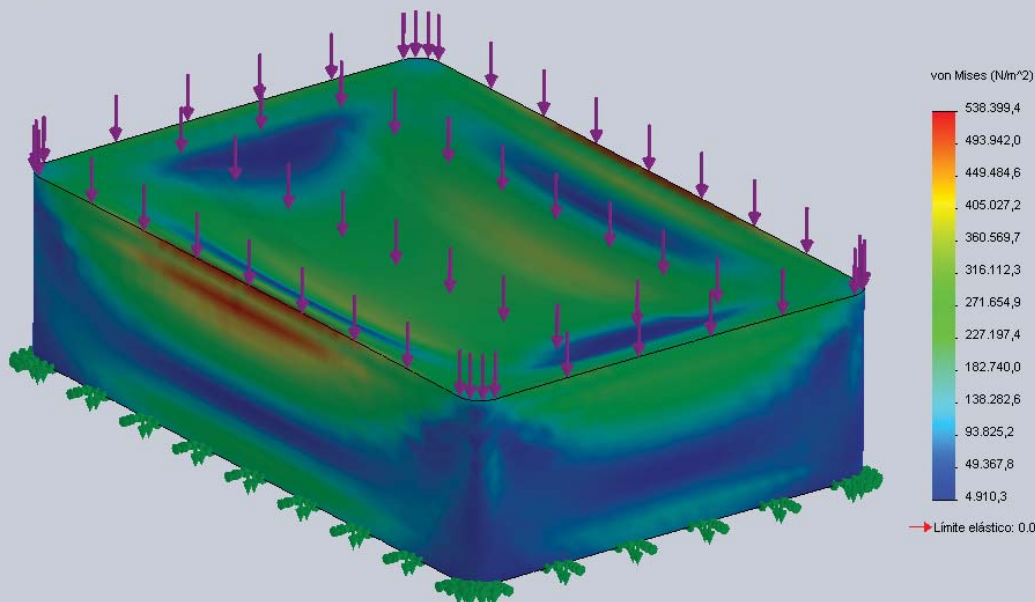
Desplazamiento máximo: 6,17e mm

3.6 ANÁLISIS MECÁNICO

Caja con resalte rectangular

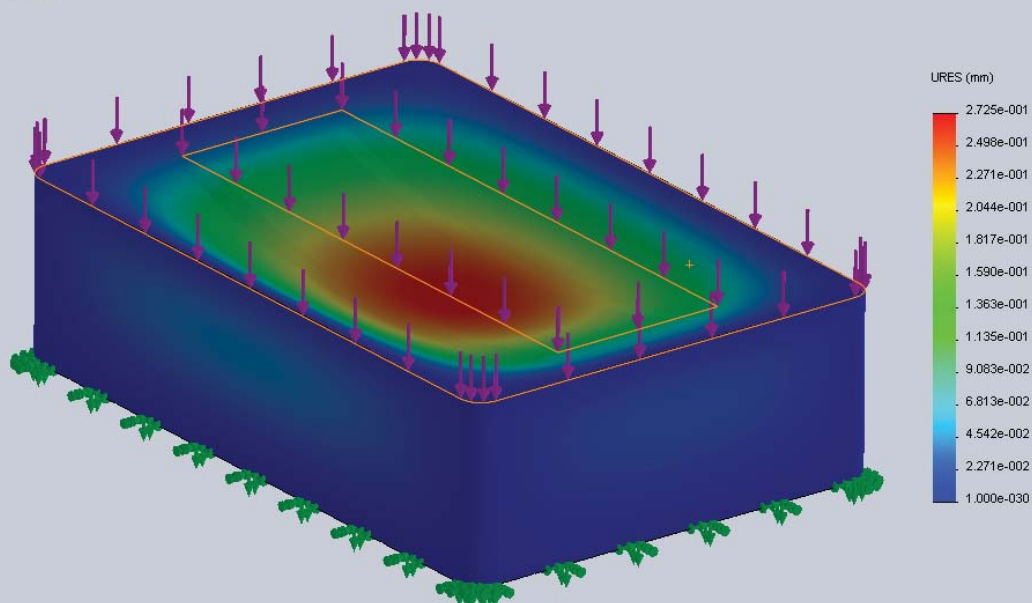
Nombre de modelo: Pieza1
Nombre de estudio: SimulationXpress Study
Tipo de resultado: Static tensión nodal Stress
Escala de deformación: 110.092

Tensión máxima: 538.399,4 N/m²



Nombre de modelo: Pieza1
Nombre de estudio: SimulationXpress Study
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Displacement
Escala de deformación: 110.092

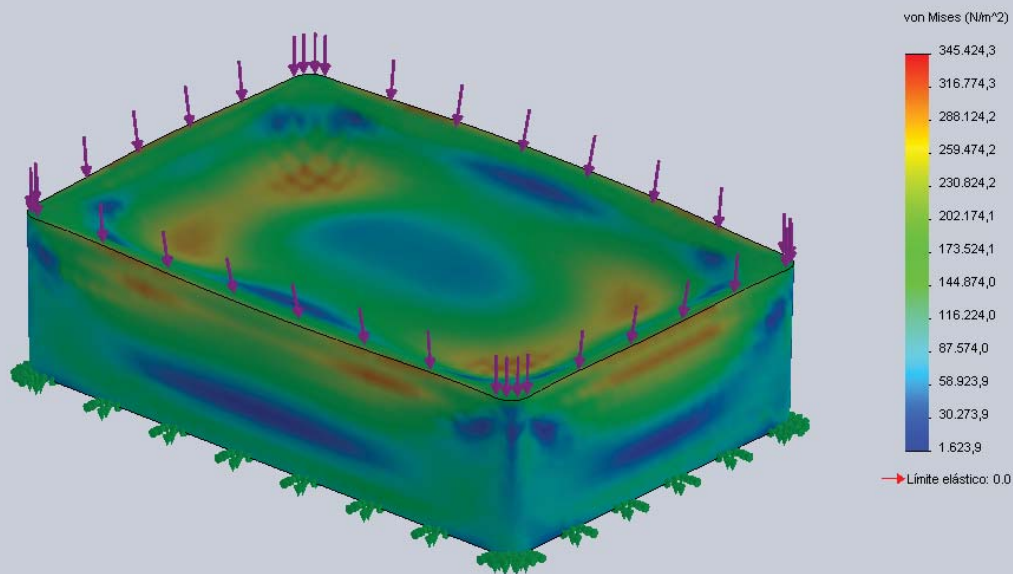
Tensión máxima: 2,72e mm



3.6 ANÁLISIS MECÁNICO

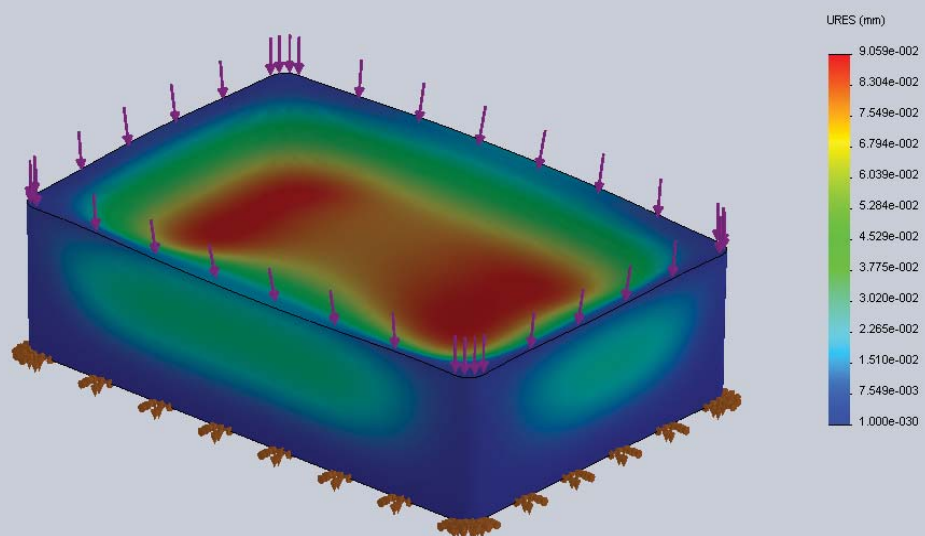
Caja con resalte rectangular

Nombre de modelo: Pieza1
Nombre de estudio: SimulationXpress Study
Tipo de resultado: Static tensión nodal Stress
Escala de deformación: 331.561

Tensión máxima: 345.424,3 N/m²

Nombre de modelo: Pieza1
Nombre de estudio: SimulationXpress Study
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Displacement
Escala de deformación: 331.561

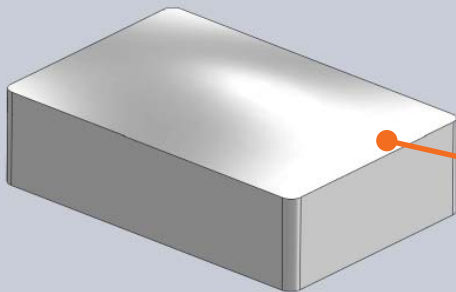
Tensión máxima: 9,1 mm



3.6 ANÁLISIS MECÁNICO

3.6.0 Conclusiones

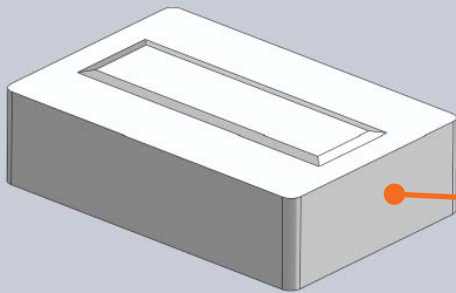
3.



Diseño con cúpula ovalada

Tensión máxima: 345.424,3 N/m²

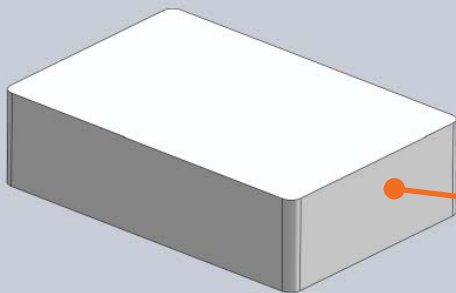
Desplazamiento máximo: 9,1 mm



Diseño con resalte rectangular

Tensión máxima: 538.399,4 N/m²

Desplazamiento máximo: 2,72e mm



Diseño tradicional

Tensión máxima: 945.268 N/m²

Desplazamiento máximo: 6,17e mm

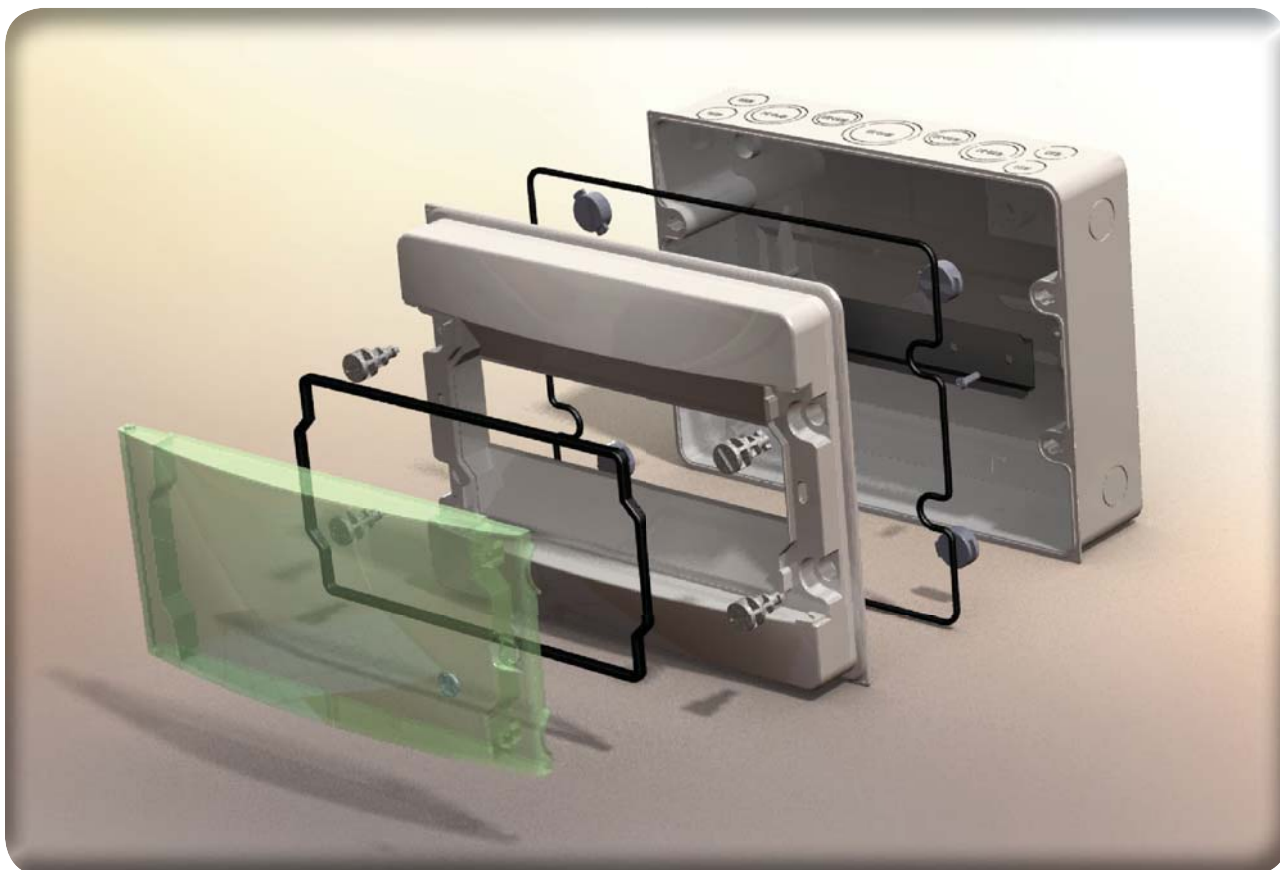
Con esto queda demostrado que a través de un buen diseño se puede aumentar la resistencia a fuerzas externas. El diseño mas adecuado para este caso es el dar una pequeña curvatura a la puerta frontal para aumentar su resistencia, y en cuanto a la base de la carcasa inferior el incorporar ese resalte rectangular aumenta también la resistencia y

sigue manteniendo el requisito de ser una superficie totalmente plana.

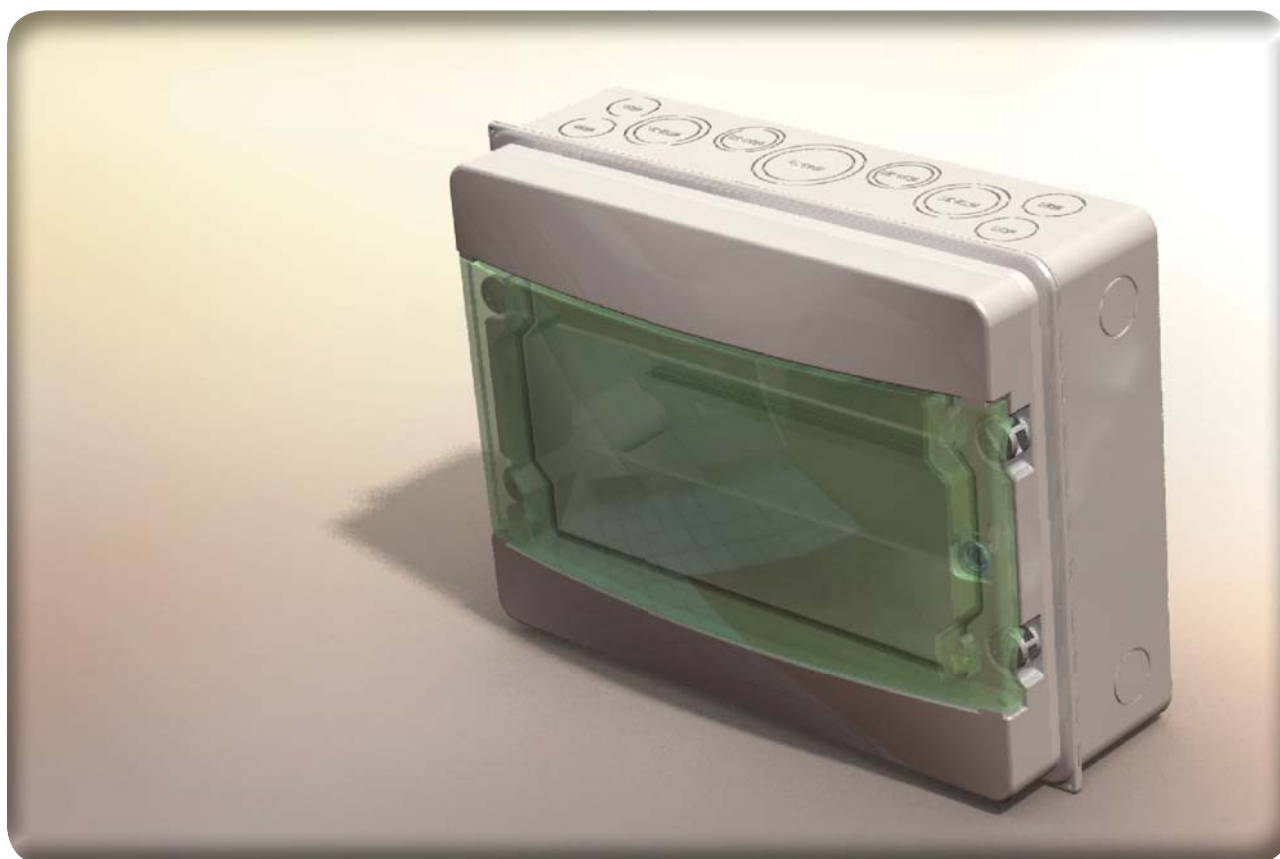
Las cargas se reparten mejor con el diseño de cúpula ovalada, aunque tiene el inconveniente de aumentar un poco la altura de la caja y no es válido para la parte trasera ya que ha de permanecer plana para poder fijar la caja a la pared.

3.7 RENDERS DE PRESENTACIÓN

3.



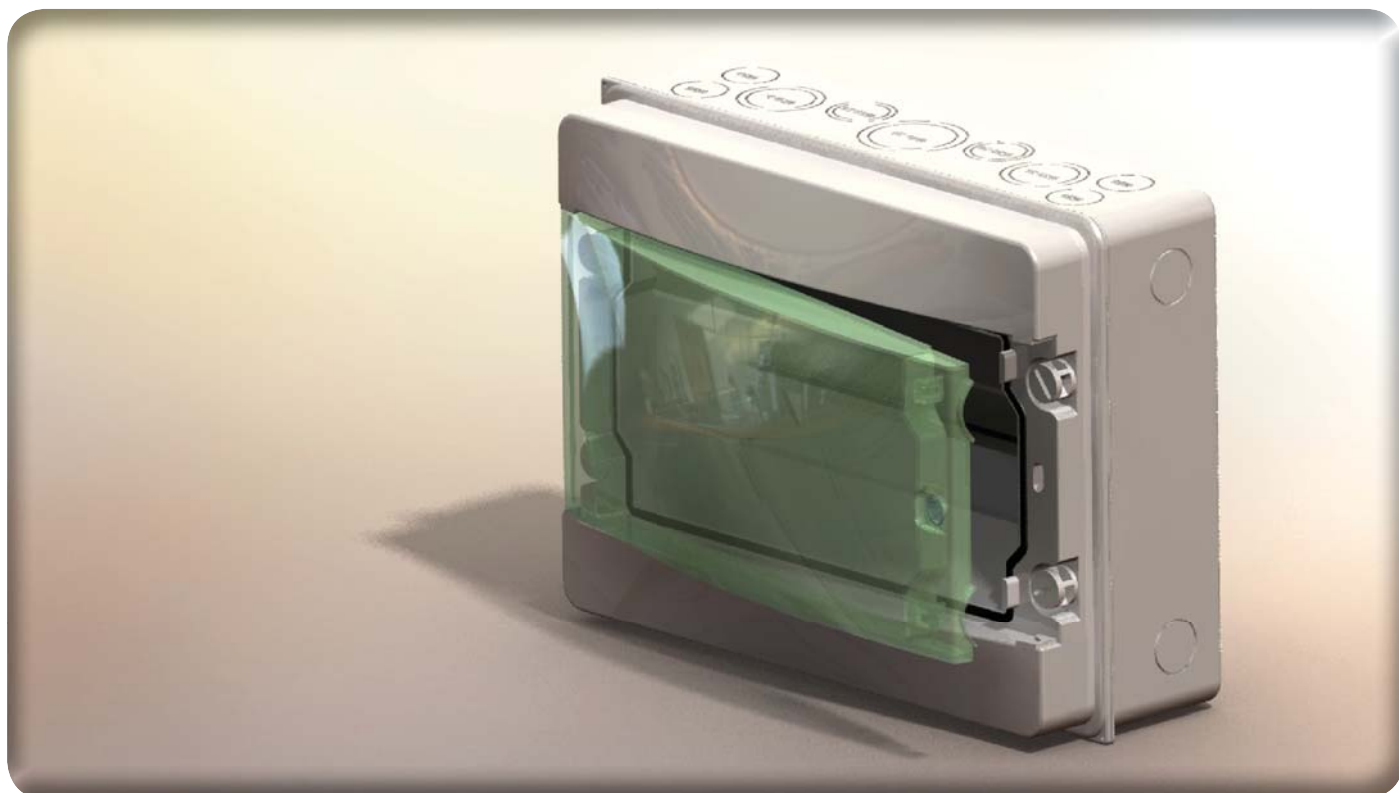
Vista explosionada



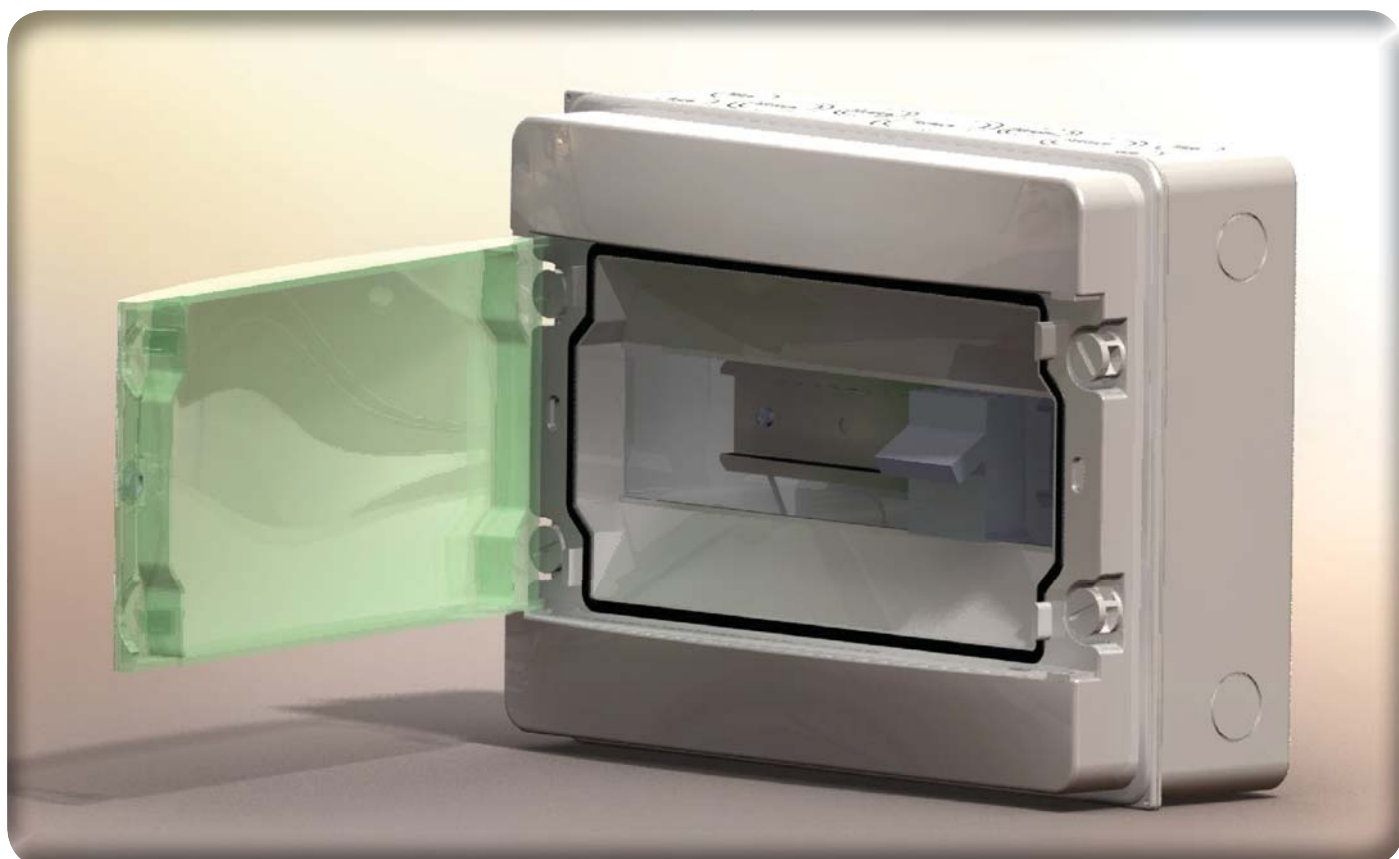
Vista de la caja cerrada

3.7 RENDERS DE PRESENTACIÓN

3.

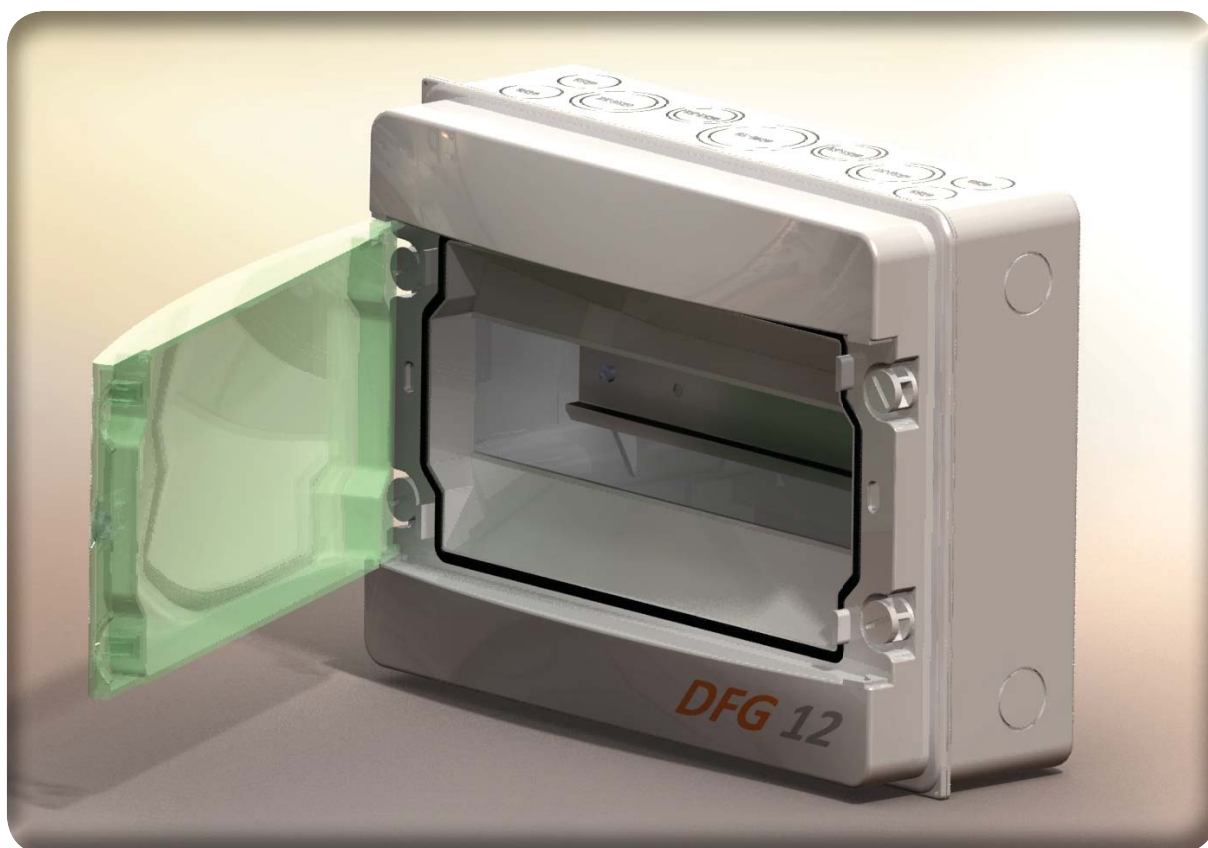


Caja abriendose



Caja abierta con diferencial dentro

3.7 RENDERS DE PRESENTACIÓN



Caja DFG 12 abierta



Caja DFG 12 cerrada

4. REFERENCIAS

Trabajo Final de Grado

4.0. Internet web

4.1. Bibliografía

4.2. Otros

4.3. Agradecimientos

4.0 INTERNET WEB

[1] *Post acerca de posibles objetos*

- (http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/9575170/Inventos-sencillos_-objetos-revolucionarios_.html)

[2] *Posibles objetos sencillos*

- (<http://objetosencillos.soopbook.es/>)

[3] *Listado de los 50 objetos que según Javier Mariscal han cambiado el día a día*

- (<http://www.20minutos.es/galeria/3778>)

[4] *Video acerca de objetos fabricados a través de desperdicios*

- (<http://miregaloreciclado.blogspot.com/2010/02/objetos-con-material-reciclado.html>)

[5] *Noticias relacionadas con el medio ambiente*

- (<http://www.wwf.es/>)

[6] *World Bussiness Council for Sustainable Development, 1992*

- (<http://www.wbcsd.org>)

[7] *Decálogo del ecodiseñador*

- (<http://www.pre-sustainability.com/content/build-a-framework>)

[8] *Huella medioambiental de Apple*

- (<http://www.apple.com/es/environment/>)

[9] *Caja de distribución solera 1312*

- (<http://www.sumidelec.com/cajas-de-automaticos/caja-estanca-distribucion-solera-1312-ip65-precintable-p-1618.html>)

- (http://www.psolera.com/banco/archivos/indubox_distribucion.pdf)

- (<http://www.qmadis.com/list.aspx?np=3&c=215&hc=0&s=1&om=1&i=1>)

[10] *Gewiss GW 40103*

- (http://www.elettromeris.com/scheda_prodotto.php?r=2827)

- (<http://industrialelettrica.adslnet.it/Listino/AspListino/Gewiss.asp>)

- (<http://www.electricalwholesaleonline.com/product/2583>)

[11] *Schneider 13981 KAEDRA*

- (http://www.ops-ecat.schneider-electric.com/ecatalogue/browse.do?cat_id=BU_POW_866_L1&conf=seo&el_typ=product&nod_id=0000000002&prd_id=13981&scp_id=Z000)

- (<http://shop.hagemeyer.nl/schneider-electric-energiedistributie-/7311900/ProductInformation.raction>)

[12] *Hager VE 112E*

- (http://download.hager.com/hager.es/files_download/tarifas/tarifa_906.pdf)

- (http://catalogo.hager.es/resource?app=CatDownload&name=ESP_09_10_TECDOC_REGLAMENTACION_CAJAS_ARMARIOS.PDF)

[13] *Vilaplana 883*

- (<http://www.qmadis.com/product/21302/0/0/1/1/CAJA-ESTANCA-PVC-220X170X110-10-ELEM.htm>)

- (<http://www.direct-electro.es/cajas-distribucion>)

[14] *IDE CD13PT*

- (<http://www.distribucioneselectricas.com/cajas/1068-caja-automaticos-estanca-12-elementos-cd13pt-ide.html>)

- (<http://www.ventaelectricidad.es/Caja-estanca-IDE-CD13PT-13-elementos>)

4.0 INTERNET WEB

[15] Spelsberg AKe 12

- (<http://www.spelsberg.es/sistemas-de-cajas/cajas-para-bornes-en-linea.html>)
- (<http://es.rs-online.com/web/p/cajas-de-pared/6161296/>)
- (http://www.spelsberg.es/fileadmin/user_upload/Download_ES/Catalogo/Spelsberg_AK_09_ES.pdf)
- (<http://in.rsdelivers.com/product/gunther-spelsberg/73551221/ake-12-module-distribution-unit-ip55/4751358.aspx>)

[16] Famatel 3912-T

- (<http://www.famatel.com/tarifas/tarifas-industriales>)
- (http://www.comercialmoncho.com/index.php?section=productos&id_cat=4-108&id_prod=4979)
- (<http://www.luckinslive.com/product/396508397/Famatel-UK-Ltd/3912-T>)

[17] Descarga del software de ecodiseño ECO-it

- (<http://www.pre-sustainability.com/eco-it>)

[18] Información acerca de diferenciales eléctricos

- (https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/ic/mvlv/low_voltage/Documents/catalogo%20ALPHA_BETA.pdf)

[19] Información acerca de los Railes DIN

- (<http://www.dinmountingrail.com/Page.aspx?page=19&content=Din%20Rail>)
- (http://es.wikipedia.org/wiki/Carril_DIN)
- (<https://www.cannaweb.org/fcf/viewtopic.php?f=47&t=56928&start=15>)
- (<http://www.omega.com/pptst/DRTB-RAIL.html>)

4.1 BIBLIOGRAFÍA

Información acerca del diseño ecológico, así como ejemplos de ecodiseño:

[1] *Diseño ecológico, 1000 ejemplos* (Rebeca Proctor, Editorial Gustavo Gili, SL, 2009).

[2] *Diseño ecológico* (Joaquim Viñolas Marlet, Art Blume, 2005).

[3] *Ecodiseño, estado de la cuestión* (Luis Clarimón, Ana Cortés, Elena Aragonés; Observatorio de Medio Ambiente de Aragón OMA, 2009).

[4] *Manual de diseño ecológico* (Alastair Fuad-Luke; Editorial Cartago, 2002).

[5] *Design for the Environment* (Jeremy M. Yarwood, Patrick D. Egan, Ph.D., P.E; 2008).

[6] *Diseño del siglo XX* (Charlotte & Peter Fiell; Taschen, 2005)

Normativas de dibujo técnico industrial

[7] *Representación gráfica en fabricación mecánica* (Julián Mata; Padre Aramburu Burgos, 2006)

Documentación de métodos productivos y de fabricación:

[8] *Así se hace* (Chris Lefteri; Blume, 2008)

[9] *Moldes de inyección: "Rules of thumb" para dimensionado* (T.I.I.P- Universidad de Zaragoza)

[10] *Diseño de piezas de plástico para inyección* (Antoni González de Cabanes, Santiago González Mestre)

[11] *Guía de diseño de utillaje rápido para inyección de plástico* (Plast-Innova)

[12] *Manufactura, ingeniería y tecnología* (S. Kalpakjian; Prentice Hall, 2007)

Metodologías y estrategias de ecodiseño

[13] *Ecodiseño y Diseño para el Medio Ambiente* (Ignacio López Fornies, Eduardo Manchado Pérez-Máster Propio Universidad de Zaragoza)

[14] *Ecodiseño y Diseño para el Medio Ambiente* (Carmelo Pina Gadea - Área de Expresión Gráfica de la Ingeniería UNIZAR)

4.2 OTROS

Conferencias y charlas

[1] Joan Rieradevall, *Ecodiseño y Transporte*, 2009.

[2] 2010 Annual Report of the Eco Innovation Observatory "The Eco-Innovation Challenge; Pathways to a resource efficient Europe".

[2] "Hacia un nuevo modelo productivo sostenible" El nuevo modelo. Antonio Valero, UIMP 2011 (http://issuu.com/uimppirineos/docs/a_valero_propuestas_hacia_un_nuevo_modelo_producti)

4.3 AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer la ayuda a todas aquellas personas que han facilitado la labor de este proyecto.

Empezando por la propia Universidad de Zaragoza que me ha formado durante cuatro estupendos años, y sin la cual todo esto no hubiera sido posible. Agradecer también a la empresa Zaragozana IDE el haberme facilitado los nueve modelos distintos de cajas de distribución, ya que sin su ayuda me hubiera resultado mucho más costosa la búsqueda del producto. También quiero acordarme del taller de fabricación del CPS, quienes sin ningún tipo de inconveniente me prestaron su báscula de precisión para realizar mis cálculos medioambientales.

Y en especial agradezco la ayuda prestada al director del proyecto Ignacio López Fornies, tanto por sus horas de dedicación a la hora de solucionar dudas del proyecto así como por otras facilidades aportadas para la correcta labor del proyecto, como pudo ser el proporcionarme una sala de investigación para la realización de los análisis de las pruebas medioambientales, y otra infinidad de ayudas.

Por todo ello muchas gracias a todos.

CONCLUSIONES FINALES

Reducción del impacto medioambiental de un producto de fabricación masiva, mediante la utilización de estrategias de ecodiseño.

A continuación se van a realizar una pequeña reflexión en modo de conclusiones de todo lo que ha supuesto este proyecto.

En primer lugar creo que este proyecto demuestra como el implementar una estrategia sostenible para el medio ambiente por parte de la empresa, no sólo beneficia a la protección del ecosistema sino que también puede ahorrar costes económicos a la misma, con lo que es algo muy a tener en cuenta hoy en día que el consumidor exige este tipo de políticas sostenibles por parte de las compañías.

Una vez dicho esto, voy a analizar el resultado de mi nueva caja estanca de distribución eléctrica DFG 12. En primer lugar se ha conseguido reducir el impacto medioambiental, comparado con la caja del mercado que ahora mismo tiene unas emisiones de CO₂ más bajas, como fue la Spelsberg Ake 12. En este punto ha sido un éxito en el proyecto conseguir reducir el impacto medioambiental en las siguientes proporciones:

- Reducción de la huella de carbono: 5%
- Reducción de la euforización del agua: 17,5%
- Acidificación atmosférica: 7%
- Energía total consumida: 6%

Esto supone que al ser un objeto de producción industrial, el reducir por ejemplo un 5% la huella de carbono es una gran reducción, ya que el volumen de unidades producidas es enorme.

Otra mejora con respecto al resto de las cajas del mercado, es la opción de poder encajar la carcasa superior dentro de la inferior, para reducir espacio durante el transporte. En principio puede parecer que esto no supone un ahorro, pero si tenemos en cuenta la energía utilizada para transportar los productos desde un punto a otro se ve que claramente si. El incrementar la cantidad de cajas que se pueden almacenar en un palé europeo en un 7%, ahorra en combustible, con lo que se disminuye las emisiones de CO₂ y la utilización de mas carburante con lo que también ahorra en costes.

A parte de este gran cambio en cuanto a la distribución y a la reducción de la huella medioambiental en la producción, hay que sumarle un atractivo diseño. Es un diseño que transmite los valores que se pretendían, valores de calidad de marca, robustez de caja y estanqueidad. Además no se trata de un diseño caprichoso por estética, sino que como se indica en el análisis mecánico surge de un mejor comportamiento ante fuerzas externas. Mediante esa curvatura en la puerta y en la carcasa superior se ha conseguido aumentar la resistencia. Y en cuanto a la carcasa inferior al necesitar de una superficie lisa, se optó por incorporar el resalte rectangular, que sin modificar la planitud de la superficie conseguía aumentar su comportamiento ante cargas.

Por todo ello creo que este proyecto ha resultado un éxito, ya que se han conseguido todos los objetivos con los que se partía en un principio y además se ha añadido un valor adicional al producto final, no sólo reduciendo su impacto medioambiental, sino también aumentando su atractivo estético y sistema de distribución.