



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

Diseño y desarrollo de un contenedor doméstico  
para la gestión de residuos

Autor

Alejandro Gormedino Ibáñez

Directores

David Ranz Angulo  
Ramón Miralbes Buil

Escuela de Ingeniería y Arquitectura  
Año 2015



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

(Este documento debe acompañar al Trabajo Fin de Grado (TFG)/Trabajo Fin de Máster (TFM) cuando sea depositado para su evaluación).

D./D<sup>a</sup>. \_\_\_\_\_,

con nº de DNI \_\_\_\_\_ en aplicación de lo dispuesto en el art.

14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster)  
\_\_\_\_\_, (Título del Trabajo)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada debidamente.

Zaragoza, \_\_\_\_\_

Fdo: \_\_\_\_\_

# RESUMEN

## DISEÑO Y DESARROLLO DE UN CONTENEDOR DOMÉSTICO PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS

En una primera fase se ha realizado un estudio inicial en el que se han analizado diferentes factores referentes a la gestión de residuos. En esta fase también se ha hecho un estudio de la competencia existente en el sector y un posicionamiento, con la finalidad de extraer unas conclusiones generales para afrontar las sucesivas fases.

La segunda fase del proyecto se basa en un macroestudio del mercado en la que se han analizado aspectos que afectan a la gestión de residuos, así como distintos procesos de almacenamiento y tratamiento de residuos.

De este macroestudio se han extraído conclusiones para posibles aplicaciones a un producto de uso doméstico extrapolando aplicaciones a mayor escala o que aun no se habían integrado en productos para el hogar.

En la tercera fase se ha realizado un estudio de mercado de los contenedores de residuos domésticos para reciclaje. Esto se ha llevado a cabo mediante una segmentación y un posterior análisis detallado (análisis formal, funcional, ergonómico y de uso) de un ejemplo representativo de cada segmento. De este estudio se han obtenido conclusiones basadas en aspectos críticos a tener en cuenta para posteriores fases.

En una cuarta fase del proyecto se ha llevado a cabo en primer lugar las especificaciones de diseño (EDP) tanto críticas como deseables y de este modo acotar el diseño de nuestro producto. Posteriormente se ha realizado un estudio de posibles soluciones a los aspectos críticos de diseño observados en las fases anteriores mediante técnicas de sketching para finalmente decidir cuáles son las más adecuadas a nuestras necesidades y cuáles dan una mejor solución a esos aspectos críticos mencionados inicialmente.

En la quinta fase del proyecto se han desarrollado tanto formalmente como funcionalmente un contenedor para almacenaje de papel y cartón, un segundo contenedor residuos orgánicos y un tercero para envases. En primer lugar se han desarrollado diferentes bocetos para posteriormente llevar a cabo modelados 3D con software de diseño asistido por ordenador (DAO). Simultáneamente se han llevado a cabo estudios mecánicos mediante software para el cálculo de elementos finitos. Con estos cálculos se ha estudiado el comportamiento del producto ya desarrollado bajo las sollicitaciones mecánicas a las que va a estar sometido durante su utilización, realizando posteriormente rediseños del producto para que cumplierse dichas exigencias mecánicas.

Tras definir el producto en su totalidad se han realizado diseños los planos de partición de los moldes para la inyección. De este modo se ha comprobado el correcto diseño de los componentes para su fabricación. En esta fase también se han llevado a cabo análisis de factores de ecodiseño del producto finalizado.

Por último se han realizado planos técnicos de los contenedores para su correcta definición dimensional y su posibilidad de una posterior fabricación industrial.

# CONTENIDOS

## 1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVO Y ALCANCE DEL PROYECTO

1.2. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

1.2.1. ESTUDIO INICIAL

1.2.2. MACROESTUDIO DE MERCADO

1.2.3. ESTUDIO DE MERCADO

1.2.4. FASE DE CONCEPTOS

1.2.5. FASE DE DESARROLLO

1.2.6. ESTUDIOS TÉCNICOS

## 2. DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1. ESTUDIO INICIAL

2.2. MACROESTUDIO DE MERCADO

2.3. ESTUDIO DE MERCADO

2.4. FASE DE CONCEPTOS

2.5. FASE DE DESARROLLO

## 3. CONCLUSIONES

## 4. BIBLIOGRAFÍA

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. OBJETIVO Y ALCANCE DEL PROYECTO

El objetivo principal de este proyecto es el diseño de un contenedor doméstico para la gestión de residuos generados en el hogar.

El alcance del proyecto comprende el diseño completo del producto mencionado para su fabricación. Esto engloba tanto su completo desarrollo formal y funcional, como un estudio posterior de resistencia mecánica. Además también se han llevado a cabo estudios de ecodiseño del producto.

Inicialmente se ha realizado un estudio inicial a distintos niveles en lo que a gestión de residuos se refiere con la finalidad de extraer unas buenas conclusiones iniciales o de extrapolar conceptos o ideas para posteriormente aplicarlas.

Para ello se han realizado búsquedas de información por distintos medios para tener una buena base de documentación sobre la que realizar un posicionamiento general de los contenedores de residuos domésticos y hacer el posterior estudio minucioso de los mismos.

Se han podido identificar también distintos problemas o deficiencias de productos ya existentes en el sector mediante un estudio de mercado, así como la obtención de necesidades o aspectos críticos destacables.

Este estudio de mercado se ha llevado a cabo mediante el análisis pormenorizado de un producto representativo de cada segmento definido anteriormente.

Posteriormente se han definido unas especificaciones de diseño basadas en las conclusiones obtenidas de toda la fase de documentación anterior y se ha realizado una búsqueda de soluciones a estos problemas o aspectos críticos detectados.

Para la búsqueda de soluciones se han desarrollado diferentes conceptos mediante técnicas de sketching digital mediante software específico (Sketchbook Pro).

A partir de las soluciones que se consideraban más idóneas se ha desarrollado el producto en su totalidad mediante modelados 3D en software de diseño asistido por ordenador (DAO). Esto ha implicado el aprendizaje del funcionamiento de este software (Catia v5).

También han realizado estudios mecánicos mediante software de elementos finitos para determinar el cumplimiento por parte de las piezas de las solicitaciones de uso que requieren, para en caso de no cumplimiento realizar rediseños y cambios en el producto hasta que satisfaga estas exigencias. Para este estudio ha sido necesario el aprendizaje de un software con módulo de ensamblaje 3D (SolidWorks Assembly) y de un módulo de cálculos de resistencia mecánica (SolidWorks Simulation).

Por último se han llevado a cabo estudios de ecodiseño del producto y diseños de los planos de partición de los moldes para comprobar la posibilidad de fabricación de las piezas.

## 1.2. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

### 1.2.1. ESTUDIO INICIAL

En la primera fase del proyecto se han realizado unos estudios previos sobre la gestión de residuos y el tipo de producto que integra la realización del proyecto, es decir, los contenedores domésticos para gestión de residuos.

Tras esto se ha realizado un estudio sobre la competencia y la oferta actual del mercado en este tipo de productos para el hogar.

La finalidad de este estudio es poder realizar un posicionamiento y determinar a grandes rasgos en que mercado se va a mover el contenedor doméstico para gestión de residuos que se va a diseñar en este proyecto.

Una vez realizado el posicionamiento y el análisis de la oferta actual de la competencia, se han obtenido unas conclusiones generales sobre el mercado actual de la competencia.

Gracias a las conclusiones obtenidas de este estudio se han definido unos objetivos generales del proyecto que restringirán la línea de trabajo sobre la que se va a actuar en las siguientes fases del mismo.

### 1.2.2. MACROESTUDIO DE MERCADO

El macroestudio de mercado que se ha realizado tiene como objetivo principal el barrido de diversos elementos que intervienen en el proceso de gestión de residuos. Esto incluye tanto productos como tecnologías o procesos utilizados para ello.

No solo se ha centrado en el entorno doméstico sino que se han estudiado otros entornos que puedan aportar conclusiones prácticas, que ayuden posteriormente a dar solución a posibles problemas detectados.

Las conclusiones que se han obtenido de este macroestudio han sido extrapoladas para que puedan ser útiles en el diseño de un elemento doméstico.

### 1.2.3. ESTUDIO DE MERCADO

En este estudio de mercado se han estudiado a fondo los diferentes segmentos que forman parte del entorno doméstico, hacia el cual se ha orientado el proyecto.

Primeramente se ha realizado una segmentación de este mercado concreto para después realizar los análisis formales, funcionales, ergonómicos y de uso.

A partir de estos análisis se redactarán unas conclusiones finales correspondientes a este estudio, que se sumarán a las ya obtenidas en los estudios precedentes.

Estas conclusiones posteriormente serán la base para la definición de unas especificaciones de diseño que orienten a la hora de desarrollar las posteriores fases de desarrollo de conceptos.

#### 1.2.4. FASE DE CONCEPTOS

En esta fase del proyecto se han definido en primera instancia las especificaciones de diseño de producto (EDP) y con ello se han restringido las condiciones que se desea que cumpla de forma crítica o deseable a la hora de conceptualizar.

Tras haber definido las EDP's se procederán a desarrollar diferentes soluciones alternativas para cada problema que plantee la definición del producto.

Estas soluciones se extraerán mediante técnicas de sketching, que tendrán en cuenta tanto los aspectos formales como funcionales del producto.

Una vez se hayan obtenido diferentes soluciones para las diferentes especificaciones de diseño del producto se procederá a seleccionar las que se consideren más idóneas para el desarrollo óptimo del proyecto, considerando ante todo la viabilidad de las mismas.

#### 1.2.5. FASE DE DESARROLLO

Esta fase del proceso de diseño tiene como finalidad el desarrollo de detalle del producto, incorporando al producto las alternativas de diseño más adecuadas estudiadas en la fase conceptual.

El desarrollo del producto se ha llevado a cabo integrando de forma simultánea su desarrollo tanto formal como funcional. De esta forma se realizará un desarrollo de los distintos elementos que conforman el producto mediante un modelado 3D con software de Diseño Asistido por Ordenador y sketching digitalizado y análisis mecánicos sobre aquellos componentes que lo requieran y sobre los ensamblajes, para realizar rediseños en el caso de que lo requiera.

Finalmente se han realizado unos esquemas de cierre de los moldes mostrando planos de partición de los mismos y un estudio de aspecto de ecodiseño.

## 2. DESARROLLO DEL PROYECTO

### 2.1. ESTUDIO INICIAL

En un primer estudio inicial se ha realizado una recopilación de información general referente al sector de los contenedores de residuos domésticos y se han definido unas pautas y unos requerimientos iniciales sobre los que se va a orientar el proyecto.

De este primer estudio se ha concluido que se debe diseñar un contenedor orientado a la recogida selectiva de residuos que debe cumplir una serie de características:

- Impermeabilidad
- Higiene
- Resistencia a agentes químicos
- Facilidad de llenado y vaciado
- Capacidad para almacenar residuos

En una segunda fase de este estudio se ha realizado una estimación del tipo de residuos más común que se genera en el hogar llegando a la conclusión de que el producto debe estar orientado al **almacenamiento selectivo** según:

- Residuos orgánicos
- Papel y Cartón
- Plásticos y Envases

Una vez llegados a estas conclusiones se ha hecho un estudio general de los contenedores de reciclaje doméstico con la finalidad de realizar un posicionamiento de los mismos y saber donde queremos situarnos en el mercado.

Para ello se han tomado como referencia 15 contenedores y se han analizado sus principales características tanto formales, como funcionales y de uso, además de su precio.

El estudio de estos contenedores se puede consultar detalladamente en el anexo 1.3.0. Estudio de la competencia.

El posterior **posicionamiento** se ha hecho en base a la relación calidad-precio de los productos analizados. Dicho posicionamiento se puede observar en la *ilustración 01*.

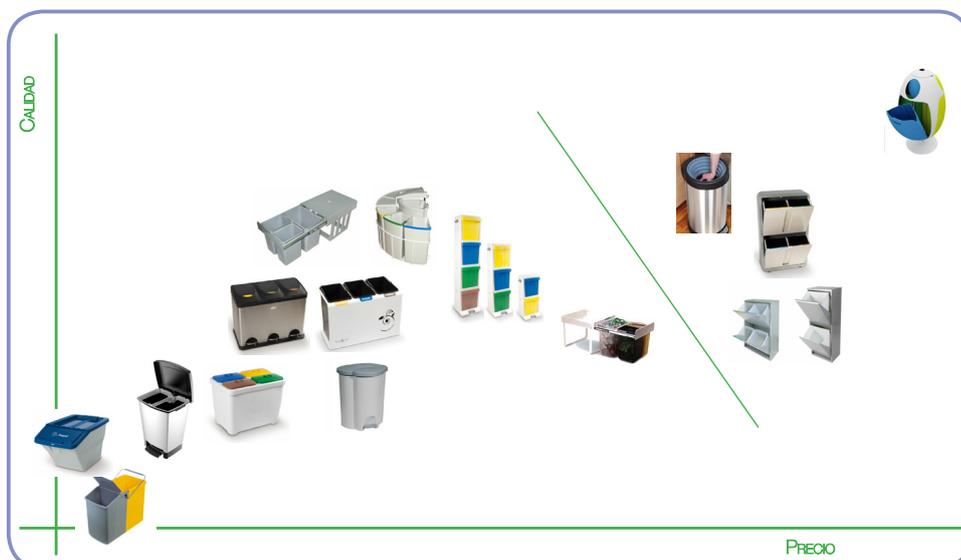


Ilustración 01

Las **conclusiones** extraídas de esta fase inicial son las siguientes:

- Mercado de productos que compiten por precios muy saturado de productos muy similares.
- La mayor parte de cubos de reciclaje de bajo precio se limitan a ser papeleras con varios contenedores más pequeños.
- Los contenedores integrados en la cocina ofrecen buena calidad pero requieren de muebles espaciosos y de instalación y montaje.
- Los muebles tienen un precio muy elevado y aunque ofrecen una buena funcionalidad, ocupan un gran espacio dentro de la cocina, lo cual limita su uso.
- Los productos con funciones complementarias al depósito de residuos da un valor añadido a los mismos y les permite moverse en un rango de precios más elevado; acorde con su calidad.
- La apilabilidad y la modularidad son características que añaden un valor extra al producto, dotándolo de un mayor nivel de calidad al poder adaptarse a las necesidades del usuario.

De esta fase inicial se han extraído una serie de **objetivos** basados en las conclusiones obtenidas de todos los estudios realizados anteriormente:

- COMPROMISO CON EL MEDIO AMBIENTE.
- INTEGRACIÓN DE FUNCIONES COMPLEMENTARIAS EN EL PRODUCTO.
- APROVECHAMIENTO DEL ESPACIO Y EL VOLUMEN.
- MODULARIDAD Y VERSATILIDAD.

## 2.2. MACROESTUDIO DE MERCADO

El macroestudio de mercado que se ha realizado tiene como objetivo principal el barrido de diversos elementos que intervienen en el proceso de gestión de residuos.

No solo va a centrarse en el entorno doméstico sino que se van a estudiar otros entornos que puedan aportar conclusiones prácticas, que ayuden posteriormente a dar solución a posibles problemas que detectemos.

Primeramente se ha procedido a un estudio de características de diferentes tipos de contenedores o elementos para la gestión de los residuos tanto a nivel doméstico como urbano. El objetivo ha sido recopilar información principalmente sobre funciones y uso que se implemente en esta parte de la gestión de residuos.

Este primer estudio se puede consultar detalladamente en el anexo 2.3.0. Contenedores domésticos y en el 2.4.0. Contenedores urbanos.

De estos primeros análisis de uso y funcionales y de la observación de aspectos considerados interesantes se han extraído una serie de conclusiones agrupadas según el objeto de estudio:

## Contenedores Domésticos

- El llenado y el vaciado del cubo son dos acciones críticas durante el uso.
- Es importante la sujeción de las bolsas de basura a los cubos que las necesiten.
- La apilabilidad y la modularidad dotan de mucha más versatilidad a los cubos.
- El volumen de los cubos es un factor importante ya que condiciona en gran medida su integración en unos entornos u otros.
- Los cubos de suelo suelen estar destinados principalmente para interiores.
- Los de recogida selectiva tienen un volumen considerablemente mayor que los de un solo tipo o tienen un depósito de muy poca capacidad.
- Los cubos integrados tienen su forma totalmente condicionada al mobiliario de la cocina donde se quieran instalar.
- Los muebles siempre se dedican a recogida selectiva por su volumen, pero esto hace que sea complicado integrarlos en cocinas pequeñas.

## Contenedores Urbanos

- El llenado y el vaciado del cubo son dos acciones críticas durante el uso.
- El modo de vaciado está condicionado por el sistema de automatización con el que cuentan los camiones de recogida de basuras, este puede ser por la parte superior del contenedor o por la parte inferior.
- Los iglús se vacían por la parte inferior por apertura de una tapa que cierra el contenedor por abajo. Su apertura se lleva a cabo gracias a un mecanismo que se acciona desde la parte superior del contenedor y que libera la tapa inferior.
- Para el llenado cuentan con un orificio en su superficie, lo que hace que este deba ser lo suficientemente grande para meter bolsas de basura llenas.
- Los contenedores se descargan por la parte superior. Cuentan con un mecanismo lateral que permite que el camión de la basura lo sujete y eleve hasta colocarlo en una posición tal, que al abrir su tapa, el contenedor se vacíe por completo.
- Para el llenado cuentan con tapas, que pueden ser de apertura manual o por pedal.

En segundo término se han estudiado diferentes tecnologías y procesos asociados a la gestión directa de residuos de distinto tipo como son tecnologías de compactación de residuos, de triturado de papel y de triturado de residuos orgánicos. También se han analizado el proceso de compostaje para los residuos orgánicos. Estos análisis se pueden consultar detalladamente en el anexo 2.5.0. Proceso de Compostaje, 2.6.0. Tecnología de compactación y en el 2.7.0. Tecnología de Triturado.

De toda esta recopilación de información se han obtenido una serie de conclusiones y observaciones agrupadas también según el objeto de estudio:

## Proceso de Compostaje

- El compostaje es un proceso relativamente largo (4-5 meses) y que genera olores por lo cual sería inviable llevarlo a cabo en el interior de un domicilio.
- Se puede llevar a cabo de forma pasiva, pero para que se realice de forma óptima se debe tener un control de diferentes aspectos como la humedad, la temperatura o la relación carbono-nitrógeno.
- Mediante el compostaje se puede llegar a alcanzar una reducción de los residuos orgánicos de hasta un 50%, obteniendo además un producto útil.

- Este proceso hace que se utilicen en menor medida los contenedores o demás sanitarios urbanos, ya que se reduce el volumen de residuos.
- Las composteras pueden ser recipientes casi de cualquier tipo, solo deben permitir el llenado y vaciado y estar provistas de orificios para ventilar los residuos.
- Los materiales de las que están hechas deben ser resistentes a agentes bacterianos y microorganismos.
- Las composteras a nivel doméstico no tienen ningún dispositivo que remueva los residuos para no tener que hacerlo a mano.

### Tecnología de Compactación

- La compactación se puede llevar a cabo tanto de forma manual como mediante compactadoras alimentadas por electricidad, siendo este último el método más eficiente de los dos.
- Reducción hasta de un 50% más de los residuos en las bolsas, utilizando con menor frecuencia los contenedores urbanos.
- Compactación de cualquier material, aunque principalmente se consiguen un mayor prensado con el papel y el cartón y los restos orgánicos.
- Es importante el modo de carga y descarga durante el proceso.
- Las compactadoras ocupan un volumen y requieren de una instalación aparatosa para tenerlas dentro de un domicilio habitual, por lo que deben destinarse a espacios mayores, habitualmente a terrazas o espacios exteriores.
- Compactación llevada a cabo mediante un pistón hidráulico accionado por presión.

### Tecnología de Triturado

- La trituración permite la reducción del volumen de residuos, lo que conlleva una utilización con una menor frecuencia de los contenedores urbanos.
- Para triturar elementos de una cierta dureza se necesita energía extra que es aportada por la red eléctrica.
- Los trituradores de residuos orgánicos tienen un precio elevado, por lo que su aplicación conllevaría un encarecimiento del producto.
- Ocupan muy poco volumen pero tienen un peso muy elevado para su tamaño.
- Su uso no implica ningún tipo de riesgo para el usuario y pueden ser activados a distancia.
- Las trituradoras de papel tienen un volumen similar a una papelera doméstica y casi todo lo constituye su depósito.
- Su activación y desconexión suele ser automática, al igual que la alimentación, solo en algunos casos.
- Además de papel también trituran CD's o tarjetas de crédito por lo que se puede aplicar este proceso también al cartón que se genera en el entorno doméstico habitualmente.

Con este estudio se han podido conocer más a fondo diferentes aspectos de la gestión de residuos y de este modo obtener conocimientos para en posteriores fases del proceso de diseño aplicar alguna de ellas o extrapolar ideas para aplicarlas a nuestro producto.

## 2.3. ESTUDIO DE MERCADO

En esta fase del proyecto se ha realizado en primer lugar una segmentación del mercado de los contenedores domésticos, a partir de toda la información recogida anteriormente y las distintas conclusiones obtenidas. Los segmentos obtenidos han sido:

- Cubos de Suelo
- Cubos Modulares
- Cubos Integrados
- Muebles para Reciclaje

De cada uno de estos segmentos se ha llevado a cabo un análisis en profundidad de un producto representativo. Este análisis se ha basado en un estudio formal, funcional (sintáctico-semántico), ergonómico y de uso de cada uno de los productos.

El estudio de mercado detallado por segmentos se puede consultar en el anexo 3.0.0. Estudio de Mercado.

A partir de este análisis se han obtenido unas conclusiones por segmento que van a ayudar a definir en una fase posterior las especificaciones de diseño del producto a diseñar.

### Cubos de Suelo

- Contenedores individuales con apertura independiente.
- Definición de una puerta de llenado, independiente de la de apertura de su contenedor correspondiente, que evita tener que abrir estos para llenarlos.
- No hay sistema de fijación específico para las bolsas de basura en los contenedores
- Sistema de compactación de botellas de plástico integrado en el producto.
- Carece de elementos para reducir esfuerzos al usuario, lo que hace que la compactación la realice por completo el mismo.
- Capacidad de contenedores escasa para la generación de residuos, principalmente orgánicos, de un domicilio normal.
- El volumen global del producto no está aprovechado al máximo para contener residuos en su interior.
- Cierre que aisle los residuos, especialmente los orgánicos, para evitar olores en la cocina.

### Cubos Modulares

- Contenedores individuales con apertura independiente.
- No hay sistema de fijación para bolsas de basura y están diseñados para no utilizarlas.
- La apilabilidad dota de una gran versatilidad al producto. El crecimiento modular hacia arriba y no en superficie hace que se aproveche mejor el espacio.
- No dispone de un sistema de clipaje para fijar o unir los contenedores cuando están apilados y asegurarlos para evitar que la pila se desmorone.
- Contenedores más pesados mejor situarlos en la parte inferior para dar estabilidad.
- Buena capacidad de los contenedores, la misma para todos los tipos de residuos.
- El modo de compra individual de los contenedores hace que esta se adapte de forma óptima a las necesidades del consumidor.
- Mejor acceso a los contenedores que están en la parte superior que los de la parte inferior.

## Cubos Integrados

- Apertura global de los contenedores.

No se puede acceder a un contenedor de forma independiente, se deben descubrir todos.

- No hay sistema de fijación específico para las bolsas de basura en los contenedores
  - Capacidad de contenedores muy escasa.
- Mayor en el caso de los residuos orgánicos que en el resto de contenedores.
- Aprovechamiento del espacio del mobiliario pero grandes restricciones dimensionales debido a este.
  - Restricción en la compra según el tipo de mobiliario del que disponga el usuario en su domicilio.
  - Disposición individual de contenedores sobre un soporte giratorio, pudiendo combinar los contenedores a gusto del usuario.
  - En la compra se deben adquirir todos los contenedores, no ofrece posibilidad a la compra según las necesidades del consumidor.

## Muebles para Reciclaje

- Apertura de contenedores por niveles de altura de dos en dos.
- Los contenedores se pueden extraer de las baldas para su limpieza o para realizar la combinación de contenedores y posicionarlos donde desee.
- Carecen de sistema específico para fijación de las bolsas de basura en los contenedores.
- La capacidad de los contenedores es escasa aunque aprovechan bien el volumen del producto.
- En la compra se deben adquirir todos los contenedores, no ofrece posibilidad a la compra según las necesidades del consumidor.

A partir de las conclusiones de toda la fase de documentación en el estudio inicial, de las observaciones realizadas y aspectos interesantes detectados en el macroestudio de mercado y de las conclusiones extraídas de este estudio de mercado, se han podido detectar una serie de problemas de distinto tipo y necesidades y exigencias a las que se dará solución en una posterior fase conceptual.

El proyecto se ha orientado tras esta fase en el diseño de contenedores basado en una serie de pautas generales que se concretarán más en fases sucesivas que son:

- DISEÑO DE TRES CONTENEDORES, UN MISMO DISEÑO PARA LOS CONTENEDORES DE PAPEL-CARTÓN Y OTRO PARA ENVASES Y PLÁSTICOS.
- INTEGRACIÓN DE FUNCIONES COMPLEMENTARIAS EN EL PRODUCTO.
- MODULARIDAD Y VERSATILIDAD

## 2.4. FASE DE CONCEPTOS

En primer lugar se han definido las especificaciones de diseño (EDP) tanto críticas, de obligado cumplimiento, como deseables, que van a aportar más valor al producto.

Estas especificaciones han acotado el diseño del producto y han definido diferentes aspectos a afrontar de cara a la fase conceptual.

Estas especificaciones de diseño se han agrupado según sean formales, funcionales, ergonómicas, de seguridad e higiene y ecológicas y de materiales.

A continuación se detallan las especificaciones críticas según tipología, para la consulta detallada de las especificaciones críticas y deseables consultar el anexo 4.2.0. Especificaciones de diseño.

### FORMALES

- \_ Forma lo más **compacta** posible para evitar ocupar un espacio innecesario en el entorno de uso, aprovechando al máximo de este modo el espacio disponible.
- \_ **Diferenciación de contenedores** según tipo de residuos mediante distintivos por colores de materiales.
- \_ **Volumetría** que permita la fijación de unos contenedores con otros.
- \_ **Volumen** de contenedores de no menos de 20 litros de capacidad.
- \_ **Altura** del cubo nunca mayor de 50 cm.

### FUNCIONALES

- \_ Contenedores para **residuos orgánicos, papel y cartón y envases**.
- \_ Contenedores que permitan la posible **sujeción**, por medio de algún dispositivo, **de las bolsas de basura** en caso de querer dar uso de ellas.
- \_ Contenedores que permitan la **apilabilidad**.
- \_ Contenedor de envases con **sistema de compactación** para envases.
- \_ Posibilidad de **apertura y cierre** del cubo con los contenedores apilados.
- \_ **Modularidad** en las combinaciones de contenedores y en su tipo de disposición.

### ERGONÓMICAS

- \_ **Apertura** llevada a cabo con la mano mediante movimiento de extracción.
- \_ **Puerta del contenedor** adaptada a percentiles 90 o 95 de manos masculinas.
- \_ **Diferenciación de contenedores** mediante colores o texturas de las zonas de interacción de los contenedores.

### SEGURIDAD E HIGIENE

- \_ Utilización de materiales que no puedan ser atacados a largo ni a corto plazo por agentes biológicos derivados del almacenaje de residuos orgánicos.
- \_ **Limpieza** externa mediante trapos o bayetas y agua con jabón, sin necesidad de productos específicos de limpieza para determinados materiales.
- \_ **Sistema de apilación** de contenedores que no permita el vuelco de los mismos, especialmente al realizar la operación de compactación.

### ECOLOGÍA Y MATERIALES

- \_ Materiales **no perjudiciales para la salud** de los seres humanos ni los animales domésticos ni que puedan entrañar peligro para los mismos
- \_ **Materiales reciclables** en su totalidad
- \_ Utilización de **materiales poliméricos**
- \_ **Componentes sustituibles** en su totalidad.

De estas EDP se han extraído unos aspectos críticos de diseño para los que se han buscado distintas soluciones mediante técnicas de sketching digital. Esta serie de aspectos es la mostrada a continuación:

- Apilación de Contenedores
- Fijación de Contenedores
- Carga y Descarga de Contenedores
- Fijación de Bolsas de Basura
- Sistema de Compactación de Envases

El estudio conceptual de distintas aplicaciones o soluciones a los problemas planteados se encuentra detallado en el anexo 4.3.0. Soluciones Sketching.

A continuación se explican las soluciones tomadas definitivamente de cara a un posterior desarrollo de las mismas.

### FIJACIÓN Y APILABILIDAD DE LOS CONTENEDORES

Tanto la fijación de unos contenedores con otros como la apilabilidad se ha decidido que se lleve a cabo mediante la **propia forma de la carcasa** del contenedor.

Esto se ha concluido debido a que no hay fuerzas laterales sobre los cubos y las cargas frontales van a soportarse contra la pared sobre la que estarán apilados.

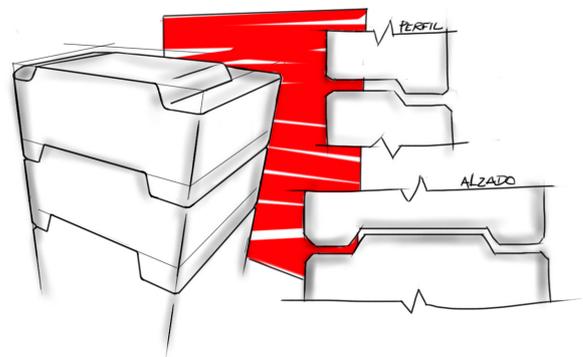


Ilustración 02

En la *ilustración 02* se puede observar como quedan **apilados y encajados** unos contenedores sobre otros y como quedan restringidos, en la medida necesaria, posibles deslizamientos mutuos que podrían provocar la caída de uno de los contenedores.

Además el propio **peso de los residuos** en el interior también va a ayudar a evitar esos posibles desplazamientos.

### FIJACIÓN Y APILABILIDAD DE LOS CONTENEDORES

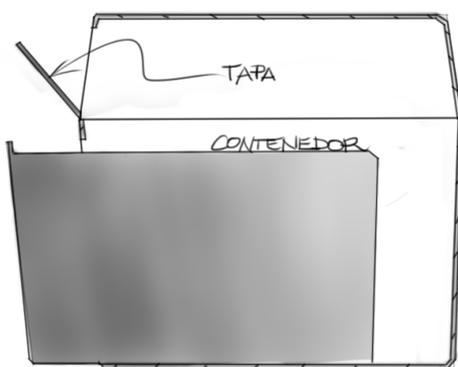


Ilustración 03

La descarga de los contenedores se va a realizar de **forma frontal** en ambos casos, mediante un **contenedor interior extraíble**, que hará funciones de **cierre** para la carcasa exterior.

En el caso de los contenedores de papel y el de residuos orgánicos, la carga se realizará mediante un **portón frontal** que pivotará sobre un eje inferior a modo de bisagra. Tanto el portón de carga como el contenedor extraíble se pueden apreciar en la *ilustración 03*.

La carga en el caso del contenedor de plásticos y envases se ha integrado en el sistema de compactación como se muestra en este apartado posteriormente.

Se ha decidido esta forma de carga y descarga debido a que las funciones se integran bien formalmente en el conjunto del producto y pueden ser bien entendidas por el usuario. Además al contenedor extraíble se le añade la función de cierre del contenedor, evitando que puedan salir olores al exterior.

La **extracción** se hace mediante deslizamiento sobre la parte interior de la carcasa, no se han decidido incorporar elementos para favorecer la salida del mismo, ya que aumentaban en un gran grado la complejidad del producto y se ha considerado que no aportaban suficiente valor funcional. Esto es debido a que los contenedores se van a dimensionar de modo que el volumen de residuos que contengan **no suponga un peso excesivo** que limite la extracción de los mismos.

### FIJACIÓN DE LAS BOLSAS DE BASURA

La fijación de las bolsas de basura se llevará a cabo mediante su ajuste directo en el contenedor extraíble. Esto se llevará a cabo mediante unas muescas en el borde superior del mismo, de modo que la **bolsa** quedará **tensada y bien ajustada**.

Este ajuste se puede apreciar en la *ilustración 04*, donde se ve un corte del contenedor y como la bolsa ajusta rodeando todo el contorno superior del mismo.



Ilustración 05

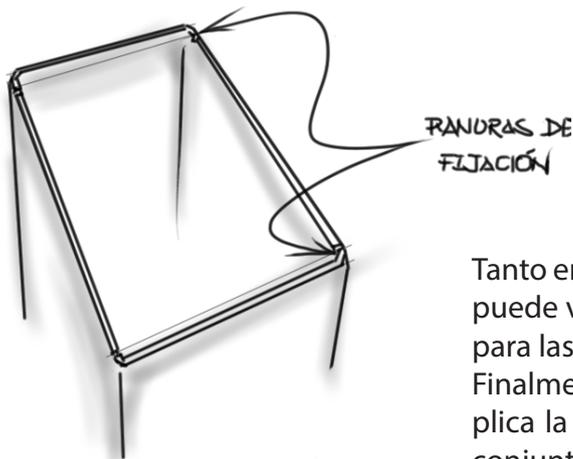


Ilustración 06



Ilustración 04

Tanto en la *ilustración 05* como en la *ilustración 06* se puede ver la disposición de las **ranuras de fijación** para las bolsas de basura.

Finalmente se adoptó esta solución ya que no implica la necesidad de incorporar más elementos al conjunto y da una solución más que suficiente al problema.

## SISTEMA DE COMPACTACIÓN

El sistema de compactación inicialmente se había planteado para todo tipo de envases por lo que para la compactación de las latas, al ser necesaria mucha fuerza para realizarla, era necesaria la incorporación de una palanca que redujera los esfuerzos realizados por el usuario. Tras un estudio de distintos tipos para realizar la compactación de los envases y la carga del contenedor finalmente se seleccionó el mostrado en la *ilustración 07*

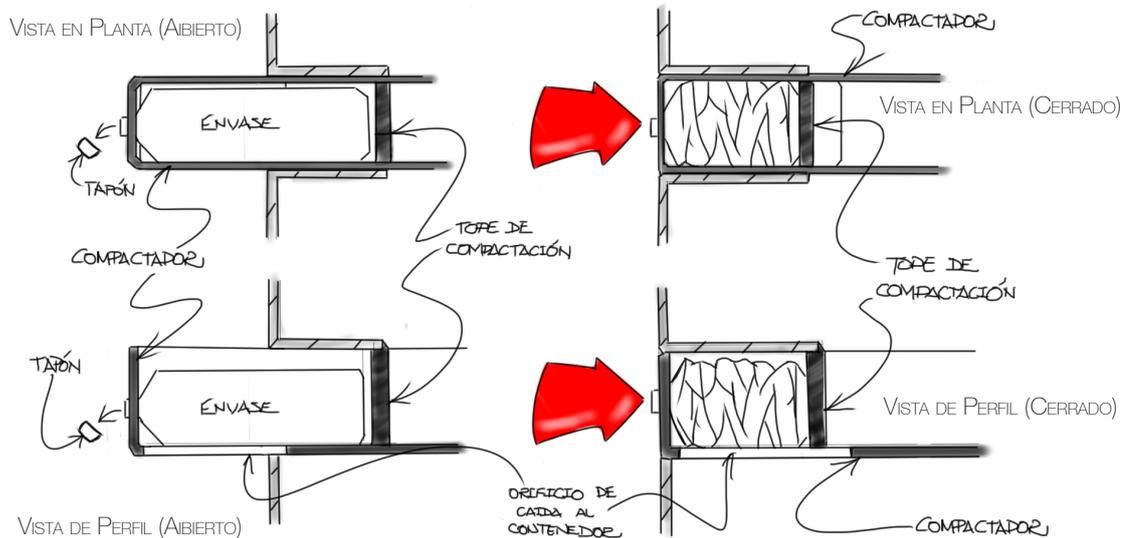


Ilustración 07

Como se puede observar el propio compactador tiene una zona inferior perforada que permite la **caída de los envases** una vez compactados dentro del contenedor. Además se le ha dotado de un orificio frontal con la finalidad de poder acceder al tapón de los envases.

La incorporación de este sistema auxiliar es debido a que los envases cerrados son difícilmente compactados ya que el aire no puede salir de su interior. De este modo, se introduce el envase, se retira su tapón, después se procede a su compactación y sin sacarlo del compactador se coloca de nuevo el tapón, para que no pueda volver a recuperar aire en su interior y manenga su volumen. Por último se empuja el envase y este cae al interior del contenedor extraíble.

La compactación es llevada a cabo tanto por el **elemento móvil (compactador)**, como por otro **elemento fijo** a la carcasa (**tope de compactación**). Estos dos componentes son críticos durante el proceso de compactar los envases por lo que en la posterior fase de desarrollo se ha puesto especial atención en ellos.

La elección de este sistema ha sido condicionado por el hecho de poder acceder al tapón de los envases, sobre todo tras la compactación, para evitar la recuperación de volumen y facilitar la caída de los envases compactados al interior del cubo, sin necesidad de extraer el contenedor extraíble.

Esta extracción si que será necesaria para otros residuos plásticos, pero no supondrá ningún problema debido al sencillo acceso al contenedor.

El **sistema de palanca** que inicialmente se planteó como solución para ayudar a la compactación finalmente quedó definido como se puede observar en la *ilustración 08*.

Se basaba en una palanca que debía ser accionada con la mano, de este modo el compactador se deslizaba longitudinalmente hasta llegar al tope de compactación del envase. Este proceso se puede observar en detalle en la *ilustración 09*.

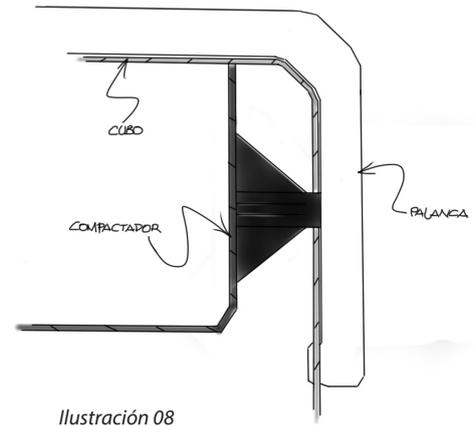


Ilustración 08

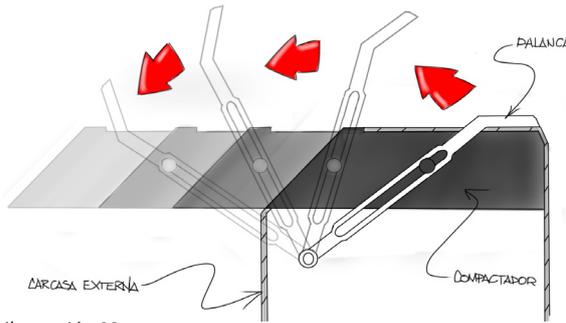


Ilustración 09

Como queda explicado en la posterior fase de desarrollo del producto, este sistema de palanca se desechó debido a la imposibilidad de conseguir un diseño que soportará las exigencias mecánicas para la compactación de las latas, sin la necesidad de utilización de materiales metálicos.

## 2.5. FASE DE DESARROLLO

La fase de desarrollo se ha estructurado en **dos líneas independientes**, por un lado el diseño del contenedor para residuos orgánicos y del contenedor para papel y cartón, y por otro lado el desarrollo del contenedor de plásticos y envases, que tiene una complejidad mayor.

### CONTENEDORES DE PAPEL-CARTÓN Y ORGÁNICO

El diseño final de ambos contenedores, que se han basado en un **desarrollo idéntico** se puede apreciar en su totalidad en la *ilustración 10*.

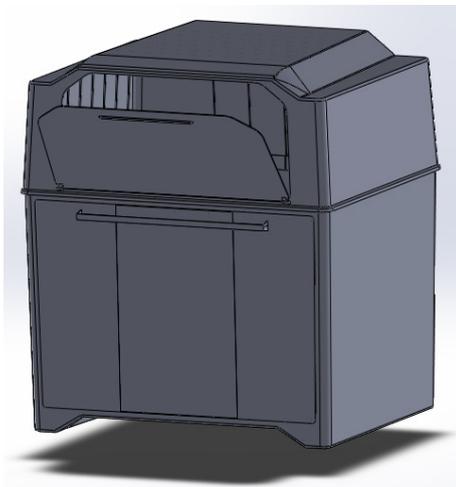


Ilustración 10

Todo el proceso de **desarrollo formal y funcional** se puede consultar detalladamente en el anexo 5.2.1.Desarrollo formal y 5.2.2. Desarrollo funcional y Desarrollo formal, donde aparecen los diferentes rediseños de componentes, sus desarrollos funcionales y los estudios mecánicos que se han llevado a cabo en el producto hasta llegar al diseño final de la *ilustración 10*.

Finalmente el producto cuenta con cuatro componente distintos. La **carcasa exterior** que se ha dividido un una parte **superior** y otra **inferior**, el **portón de carga** y el **contenedor extraíble**.

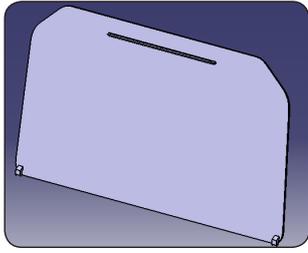


Ilustración 11

En la *ilustración 11* se puede observar el diseño de conjunto del **portón de carga frontal** del contenedor. Los aspectos que se han tenido en cuenta son las dimensiones suficientes para que se puedan introducir residuos a través de su apertura, con el hueco que quede en la carcasa exterior. Los elementos que van a realizar la función de **bisagra**, mostrados en la *ilustración 12*, quedan insertados en un alojamiento de la carcasa superior.

Para el **asa de apertura** se ha hecho una prominencia fina lo suficientemente grande para que se pueda coger con los dedos, ya que al no pesar, no va a ser necesaria mucha fuerza para su apertura.

La forma ha quedado delimitada para que encaje de forma perfecta en la carcasa superior y de esta forma se cree un **cierre completo y hermético** del contenedor para que no puedan salir olores al exterior.

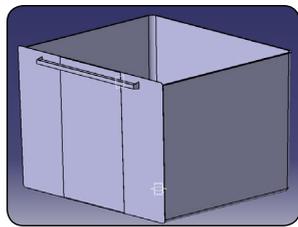


Ilustración 12

Durante el desarrollo del **contenedor interior**, mostrado en la *ilustración 12*, se han definido tanto el **asa reforzada** para su extracción como las ranuras y el borde para la sujeción de las bolsas de basura en su interior.

También se ha reforzado con **nervaduras** su parte frontal para dar mayor rigidez en esa zona.

La **carcasa exterior** se divide en dos carcasas, una **superior** y otra **inferior**, para dar viabilidad a su fabricación y salida del molde. Estas carcasas se pueden apreciar en la *ilustración 13* y la *ilustración 14*.

En este caso los factores críticos en el diseño son por presión en la parte superior del resto de contenedores cuando están todos apilados por lo que se desarrolló un sistema de **nervaduras** interiores para ofrecer una mayor resistencia mecánica a la compresión del material de forma longitudinal.

También se ha desarrollado el **alojamiento para el pivote del portón** de carga y los **clipajes laterales y posterior** para su unión entre ellas.

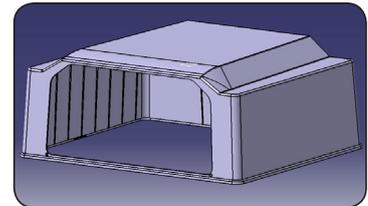


Ilustración 13

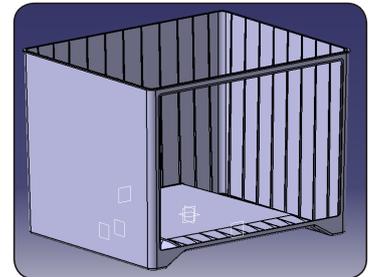


Ilustración 14

El componente crítico a estudiar mecánicamente de forma individual ha sido la carcasa superior, para lo cual se han llevado a cabo **estudios de elementos finitos**. El material con el que se han llevado a cabo ha sido un **polipropileno** copolímero cuyas propiedades se muestran en la *tabla 1*.

MODULO ELÁSTICO	8.96e+008 N/m <sup>2</sup>
COEFICIENTE DE POISSON	0.4103 NA
MÓDULO CORTANTE	3.158e+008 N/m <sup>2</sup>
DENSIDAD	890 Kg/m <sup>3</sup>
LÍMITE DE TRACCIÓN	2.76e+007 N/m <sup>2</sup>
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	0.147 W/(m.K)
CALOR ESPECÍFICO	1881 J/(kg.K)

Tabla 01

La **selección de este material** concreto, es porque dentro de los plásticos comunes es uno de los que se sitúa a la cabeza en lo que a límite de tracción se refiere, por lo que nos va a dar una buena respuesta frente a los esfuerzos al aplicarle cargas durante el uso.

Para estos estudios se ha supuesto un caso de apilamiento de contenedores en carga máxima, lo que se ha estimado en 100 N de fuerza superior. Los **resultados finales** que han llevado al diseño definitivo aparecen en la *ilustración 15* y *16* respectivamente.

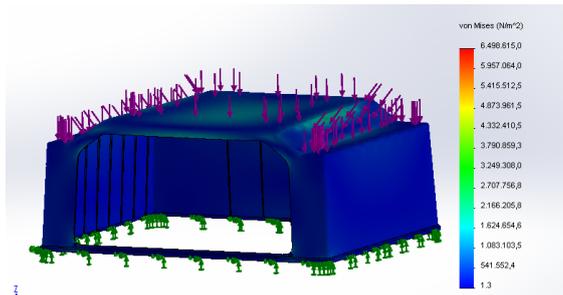


Ilustración 15

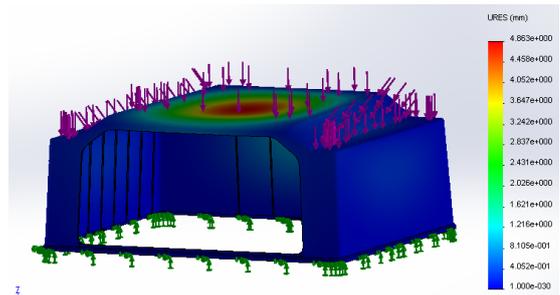


Ilustración 16

Tras esto se ha realizado un **estudio mecánico del conjunto** del cubo, siguiendo la misma metodología que para la carcasa, que ha arrojado resultados satisfactorios como se muestra en las *ilustraciones 17* y *18*. De este modo el diseño de los contenedores de papel-cartón y de residuos orgánicos ha quedado completamente definido. Todos los **detalles** de los estudios realizados tanto en la carcasa como en el conjunto se pueden consultar en el anexo 5.2.1. Desarrollo formal.

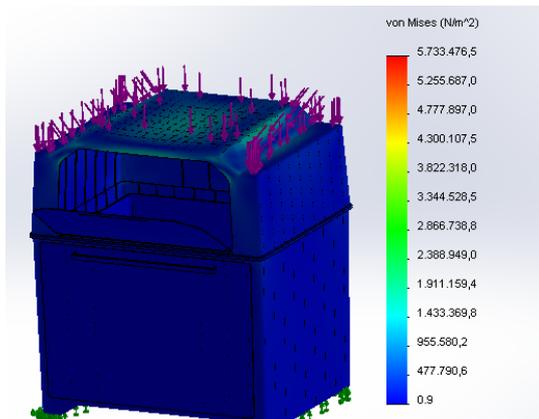


Ilustración 17

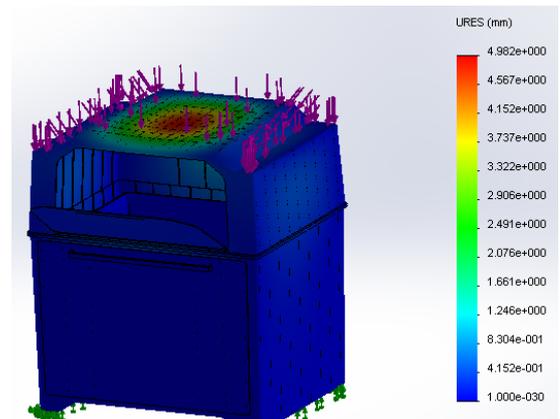


Ilustración 18

A continuación se han realizado los estudios sobre aspectos de **ecodiseño** del conjunto de los materiales arrojando los resultados mostrados en las *ilustraciones 19*, *20*, *21* y *22*. Los cálculos se han tomado para una **vida útil** estimada de **10 años** y nos dan información sobre la huella de carbono, el consumo de energía, la acidificación atmosférica y la eutrofización del agua.

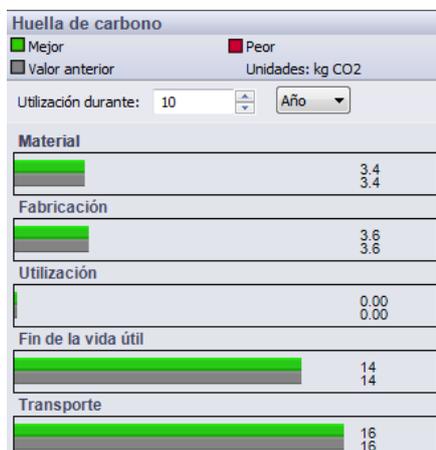


Ilustración 19

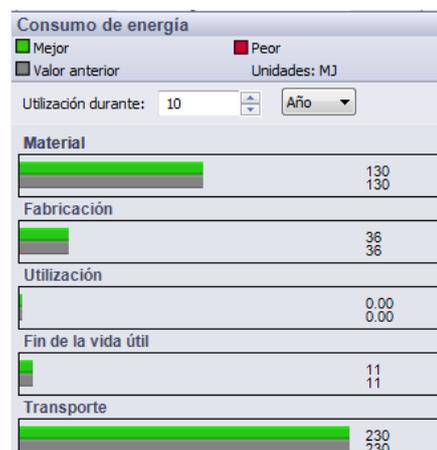


Ilustración 20

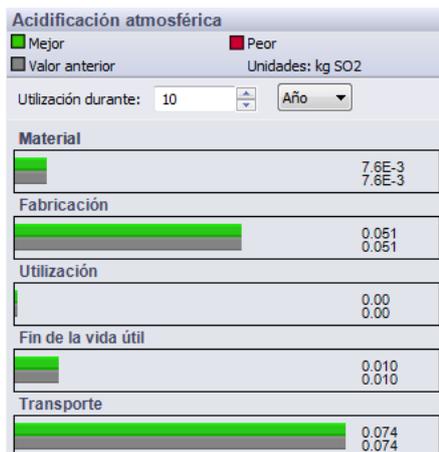


Ilustración 21

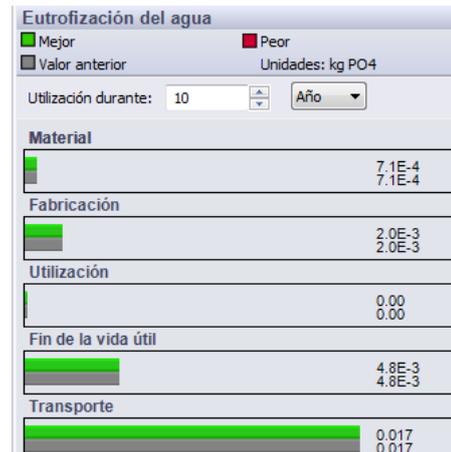


Ilustración 22

## CONTENEDOR DE ENVASES Y PLÁSTICOS

En un primer momento se pretendió destinar el contenedor de envases a la compactación de todo tipo de envases, incluidas las latas.

Este modelo finalmente fue desestimado debido a la imposibilidad de encontrar un diseño que pudiese soportar las grandes sollicitaciones mecánicas requeridas para la compactación de latas metálicas con una fabricación exclusivamente en polímero como se había definido anteriormente. Todo el desarrollo esta primera propuesta de desarrollo y los posteriores análisis mecánicos se pueden consultar de forma detallada en el anexo 5.3.1. Desarrollo formal.

Debido a esto se **rediseño el producto en su totalidad** simplificándolo al máximo posible mediante la **reducción de componentes** que ya no eran necesarios, ya que como se estudió, las fuerzas necesarias para el resto de envases podían realizarse empujando el compactador directamente por parte del usuario.

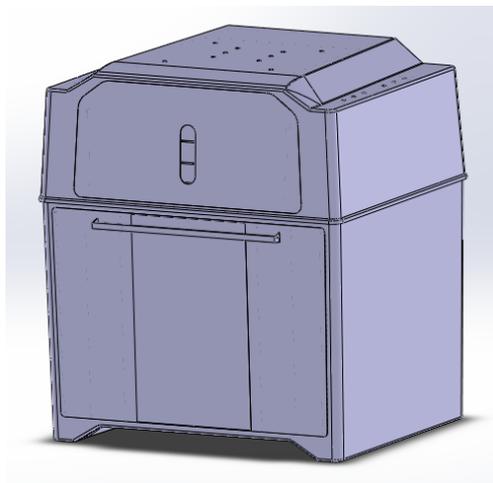


Ilustración 23

El cubo desarrollado en su totalidad se concibió como se puede observar en la *ilustración 23*, los elementos que lo conforman son la **carcasa exterior**, dividida en una parte **superior** y una **inferior**, el **contenedor interior extraíble**, el **compactador** y por último, el **tope de compactación**.

Como se puede apreciar, la **simplificación** del producto en lo que se refiere a elementos ha sido notable. Además tanto la carcasa inferior como el cubo extraíble son exactamente idénticos a los de los cubos de papel-cartón y de residuos orgánicos.

El **compactador** se ha dimensionado para que pueda alojar los envases con holgura, este se puede apreciar en la *ilustración 24*. En la parte frontal se ha diseñado un orificio para la manipulación de los tapones y en la parte inferior se ha incorporado un desalajo de material para que los envases una vez compactados caigan en el interior.

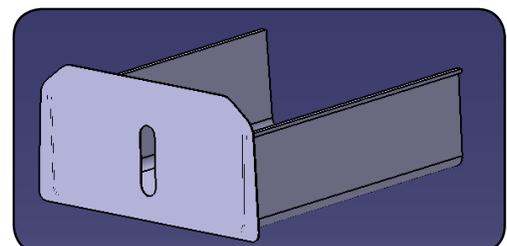


Ilustración 24

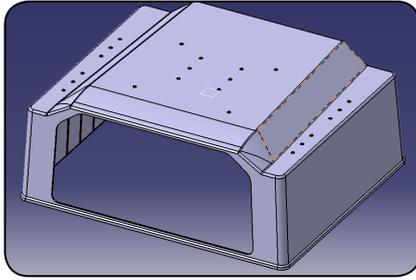


Ilustración 25

La **carcasa superior** representada en la *ilustración 25* va a ser muy similar a la utilizada por los otros contenedores, pero como muestran las imágenes esta carcasa se ha dotado de orificios en su parte superior y posterior, donde va a ir sujeto el tope de compactación mediante tornillos autoroscantes para plástico. También se ha nervado en menor medida en su parte superior ya que el tope de compactación le va a aportar más rigidez.

El **desarrollo de detalle** y los **desarrollos funcionales** se pueden consultar con mayor grado de detalle en el anexo 5.3.1. Desarrollo formal.

El diseño del **tope de compactación** ha sido el más exigente en cuanto a las **exigencias mecánicas** que requería. Para ello se han realizado diversos estudios mecánicos y rediseños que se pueden apreciar en detalle en el anexo 5.3.1. Desarrollo formal.

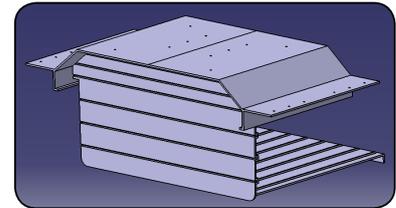


Ilustración 26

El diseño definitivo que cumplía los ensayos mecánicos con garantías es el mostrado en la *ilustración 26*. Los estudios realizados han sido con cargas de 150 N sobre la parte frontal del compactador. Esta carga ha sido definida por ensayos empíricos aportando cargas conocidas a bricks y observando que compactaban en torno a los 15 kg. En la *ilustraciones 27 y 28* se pueden observar los estudios realizados sobre el modelo final. Observando que las **deformaciones máximas** estaban en torno a los 6 mm, y que las **tensiones máximas** no alcanzaban el límite de tracción del material, se consideró válido este diseño.

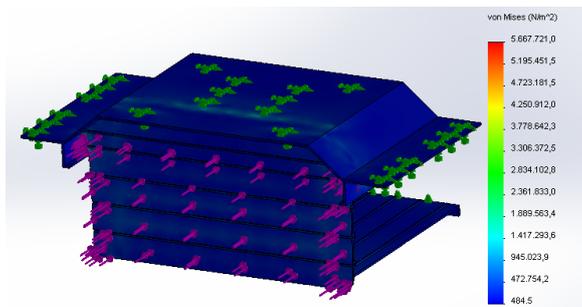


Ilustración 27

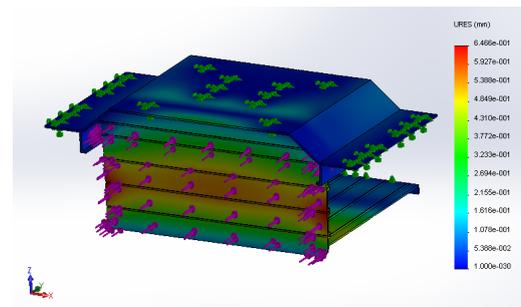


Ilustración 28

Con todos los componentes completamente definidos y ensamblados, se realizó un estudio mecánico en una situación de compactación. En estos estudios no se incluyeron el cubo extraíble y el compactador, ya que no intervienen directamente en este proceso. El compactador se excluyó del estudio debido a que se aplica directamente la fuerza con las manos, toda fuerza que se produzca, es compensada por estas, evitando las deformaciones del material.

Estos estudios siguiendo la misma metodología que para el tope de compactación, también otorgaron resultados satisfactorios, que se pueden observar en las *ilustraciones 29 y 30* con unas **deformaciones máximas** en torno a los 6 mm y unas **tensiones máximas** por debajo del límite de tracción del polipropileno utilizado.

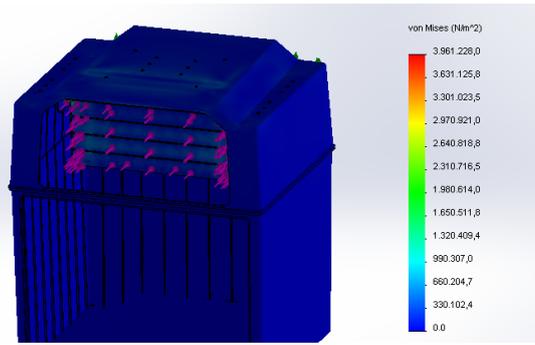


Ilustración 29

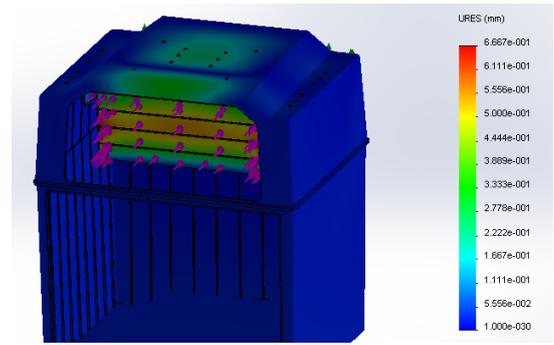


Ilustración 30

Los estudios de **impacto ambiental** realizados para el cubo de envases para una **vida útil** estimada en **10 años** arrojaron los siguientes resultados mostrados en las *ilustraciones 31, 32, 33 y 34*.

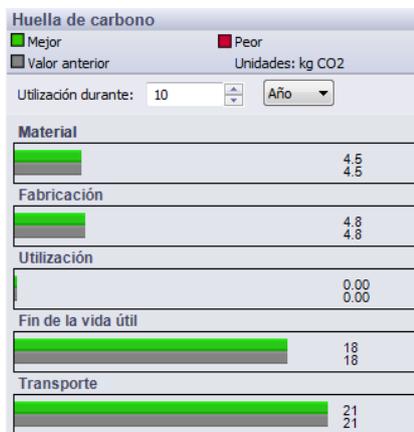


Ilustración 31

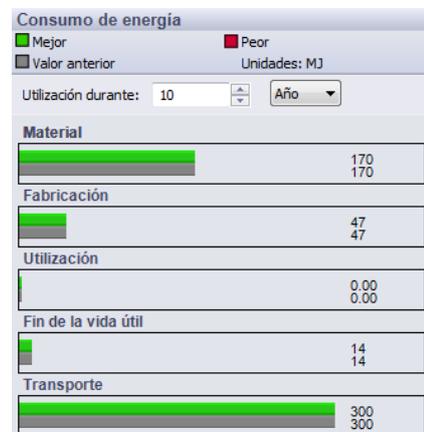


Ilustración 32

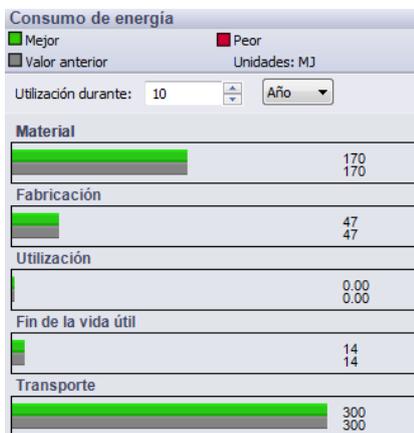


Ilustración 33

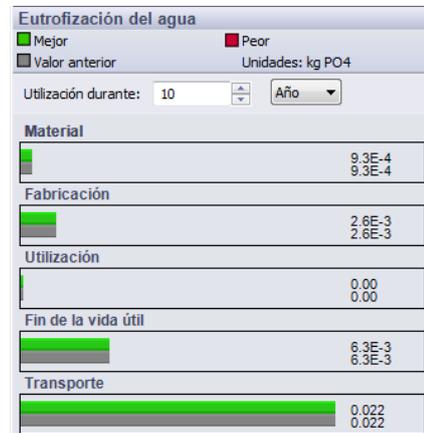


Ilustración 34

Por último se han realizado unos **esquemas generales** del diseño de inyección, primero para los componentes del cubo de papel-cartón y después para el contenedor de envases. En esos esquemas se muestran los **planos de partición de los moldes** para la fabricación de las piezas y la ubicación de las **contrasalidas** en el caso de ser necesarias según el siguiente patrón de color de líneas.

Las contrasalidas en algunos casos se muestran dibujadas con relleno dentro del contorno para una mejor apreciación en los esquemas.

- Plato de cierre
- Plato de inyección
- Contrasalidas

Aquí se pueden observar los planos de partición de los moldes para la fabricación de las piezas de los contenedores de cartón-papel y residuos orgánicos. La **carcasa superior** en las *ilustraciones 35 y 36*, el **portón de carga** en las *ilustraciones 37 y 38*, el **contenedor interior extraíble** en las *ilustraciones 39 y 40* y la **carcasa inferior** en las *ilustraciones 41 y 42*.

Para el contenedor de envases solo se han esquematizado el **tope de compactación** y el **compactador** que se muestran en la *ilustración 43* y en la *44* respectivamente. El resto de elementos son idénticos a los del cubo de papel-cartón y al orgánico.

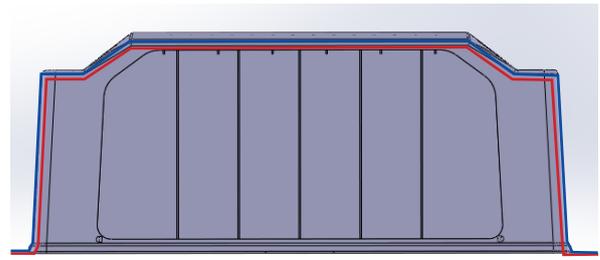


Ilustración 35



Ilustración 36

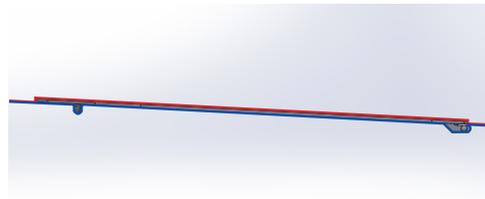


Ilustración 37

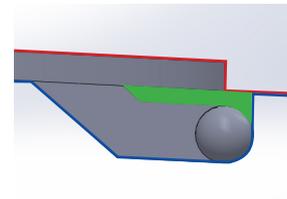


Ilustración 38

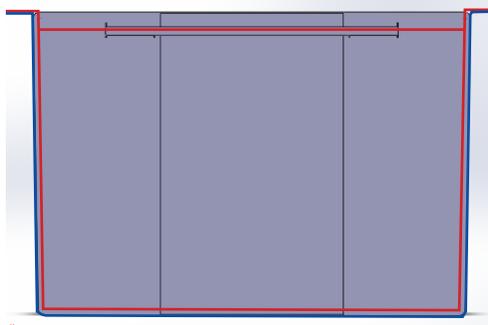


Ilustración 39

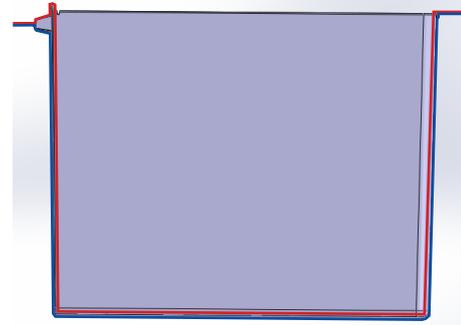


Ilustración 40

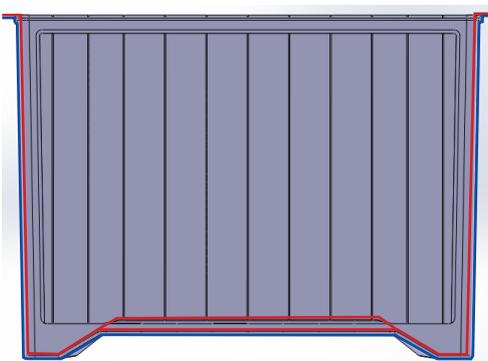


Ilustración 41

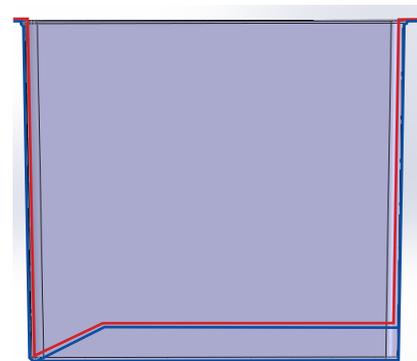


Ilustración 42

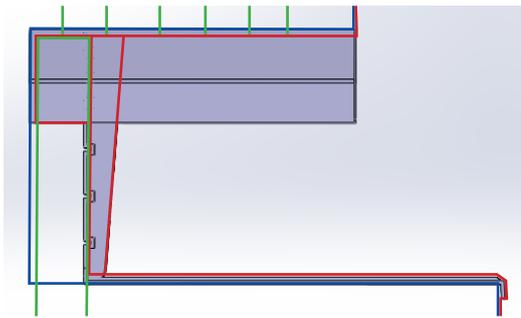


Ilustración 43

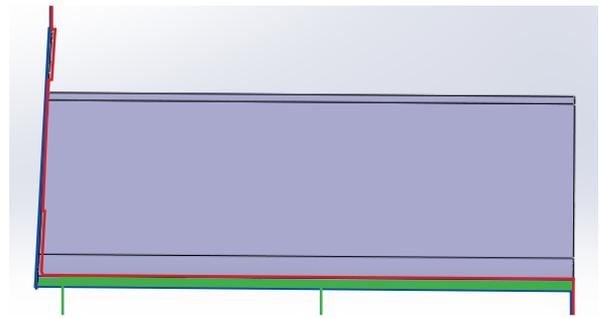


Ilustración 44

El dimensionado de los tres contenedores se puede consultar en el anexo 6.0.0. Planos Técnicos. En este apartado se han realizado tanto planos de conjunto como de despiece de los componentes. Cabe destacar que estos planos no son necesarios para la fabricación ya que el diseño de los moldes se trabaja a partir del modelo 3D de los componentes.

### 3. CONCLUSIONES

Este proyecto aporta el diseño de tres contenedores de residuos domésticos con la particularidad de que el de envases y plásticos realiza una compactación de los envases, función innovadora en este campo. Además se han evaluado los diseños para comprobar que efectivamente cumpliera las exigencias mecánicas durante su uso. Por todo ello el desarrollo de este proyecto aporta una innovación en el mercado de los contenedores domésticos de reciclaje.

Durante el trabajo se han presentado multitud de incidencias que han dificultado el progreso del proyecto. Estas dificultades se han presentado principalmente en la fase de desarrollo del mismo, ya que los múltiples rediseños de componentes críticos que no cumplían las exigencias mecánicas durante su uso, han aumentado el número de horas invertidas en gran medida.

También es destacable el hecho de haber tenido que formarme de forma autodidacta en diferente software. Para el sketching digital se ha utilizado Sketchbook Pro. Además se ha necesitado del aprendizaje de software de diseño asistido por ordenador, tanto en el módulo de modelado sólido y ensamblaje, como de drawing de Catia V5 para realizar los modelados 3D y los planos. También he tenido que formarme en la utilización de Solidworks tanto en su módulo de ensamblajes 3D (Solidworks Assembly) como en su módulo de cálculos mecánicos (Solidworks Simulation).

### 4. BIBLIOGRAFÍA

<http://www.transformahogar.com>  
<http://www.hyva.com>  
<http://www.compostadores.com>  
<http://www.contenur.com>  
<http://www.leroymerlin.es>  
<http://www.insinkerator.es/>