



## Trabajo Fin de Grado

Diseño y desarrollo de una papelera de 50 litros simplificada  
en su sistema de fijación a poste

Design and development of a 50 liters bin with a simplified  
system of post fixing

- Memoria -  
Tomo 1/2

Autora

Miriam Rodrigo Bartolomé

Directora

María Aránzazu Martínez Pérez

Escuela de Ingeniería y Arquitectura  
2017





## 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./Dª. Miriam Rodrigo Bartolomé,

con nº de DNI 73413530-Z 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) Grado en Ingeniería en Diseño Industrial, (Título del Trabajo) Diseño y desarrollo de una papelera de 50 litros simplificada en su sistema de fijación a poste

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

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

Zaragoza, 20/11/2017

Fdo: Miriam Rodrigo Bartolomé



# **DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA PAPELERA DE 50 LITROS SIMPLIFICADA EN SU SISTEMA DE FIJACIÓN A POSTE**

## **RESUMEN**

En este Trabajo Final de Grado se ha llevado a cabo el diseño funcional y resistente de una papelera simplificada en su sistema de fijación a poste, a partir de una muestra física que existe en el Área de Ingeniería Mecánica.

Primero, se explica como se han analizado las papeleras ya existentes en el mercado para obtener unas especificaciones de diseño. Con estas características, se ha llevado a cabo la generación de ideas, la elección de un concepto final, y el diseño de las piezas en modelado 3D.

A continuación, se expone como se han ejecutado ensayos resistentes y reológicos para comprobar que lo que se había diseñado era fabricable. En caso de que no haya sido así, se han realizado las mejoras necesarias en las piezas.

Por último, se han creado los renders y los planos de las piezas, y se ha hecho un presupuesto aproximado del precio de esta papelera.



1. Introducción .....	1
1.1 Contexto .....	1
1.2 Objetivo y alcance .....	1
1.3 Metodología .....	1
2. Planificación .....	3

## FASE 1

3. Información previa .....	6
3.1 ¿Qué es una papelera? .....	6
3.2 Tipos de papeleras .....	6
3.3 Papelera escogida para desarrollar .....	6
3.4 Normativa .....	7
3.5 Proceso de inyección .....	8
3.6 Desmoldeo .....	9
4. Estudio de mercado .....	10
4.1 Empresas .....	10
4.2 Papeleras atadas a poste .....	11
4.3 Conclusiones .....	11
5. Análisis .....	12
5.1 Análisis de entorno .....	12
5.2 Análisis de usuario .....	12
5.3 Análisis formal .....	13
5.4 Análisis de la muestra .....	14
5.5 Conclusiones .....	15
6. EDP'S .....	16
6.1 Críticas .....	16
6.2 Deseables .....	16

## FASE 2

7. Generación de ideas .....	18
7.1 Primeras ideas .....	18
8. Conceptos .....	19
9. Modelado 3D Papelera .....	21
9.1 Introducción .....	21
9.2 Propuestas de diseño del cuerpo .....	22
9.3 Tabla de ponderación .....	24
10. Modelado 3D Tapa .....	26
10.1 Propuestas de diseño de la tapa .....	26
10.2 Tabla de ponderación .....	27

# ÍNDICE

11. Selección del concepto final .....	29
--	----

## FASE 3

12. Desarrollo 3D .....	32
12.1 Cuerpo .....	32
12.2 Soporte .....	37
12.3 Tapa.....	38

## FASE 4

13. Selección de material .....	40
14. Ensayos de inyección .....	41
14. 1 Introducción.....	41
14.2 Estudio de balanceo del cuerpo.....	45
14.3 Estudio de inyección del cuerpo .....	46
14.4 Estudio de balanceo de la tapa .....	49
14.5 Estudio de inyección de la tapa .....	50
15. Ensayos de resistencia .....	53
15.1 Introducción.....	53
15.2 Papelera de espesor 2,5 mm para soporte nuevo .....	53
15.3 Papelera de espesor 2,5 mm para soporte antiguo .....	57
15.4 Papeleras de espesor 3 mm .....	58
15.5 Soporte .....	59
15.6 Pieza auxiliar: Clip .....	60

## FASE 5

16. Renders.....	66
16.1 Cuerpo .....	66
16.2 Tapa.....	68
16.3 Concepto final.....	69
17. Costes .....	70
17.1 Coste de las piezas y conjuntos.....	70
18. Conclusiones y líneas futuras .....	72
18.1 Conclusiones generales.....	72
18.2 Líneas futuras de trabajo .....	73
19. Bibliografía.....	74
19.1 Bibliografía de imágenes:.....	74
19.2 Bibliografía de libros: .....	75

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 CONTEXTO

En entornos urbanos y rurales, las papeleras tienen un papel fundamental de cara a la recogida de residuos y al mantenimiento de las vías limpias. Además de este aspecto funcional, las papeleras cumplen un propósito estético, por lo que el diseño de la papelera es también relevante a la hora de situarlas en la vía pública. De hecho, el mejorar el aspecto de la papelera puede favorecer la resistencia de ésta.

Existen muchos tipos de papeleras, cada una con unas características y forma determinadas. En concreto, la papelera que se va a tratar en este trabajo final de grado, la papelera DIN, sigue una norma que fija sus dimensiones y volumen. Además debe constar de una tapa, un cuerpo y un soporte, ya que la papelera se colocará en un poste o farola.

Al analizar las características de esta papelera, se ha concluido que tiene excesivas piezas, lo cual complica el montaje y el transporte de ésta. A su vez, este hecho encarece el precio de su fabricación.

## 1.2 OBJETIVO Y ALCANCE

En este trabajo de fin de grado se pretende analizar las posibilidades de mejora de las características de la papelera DIN, simplificando su fijación a poste. Para ello, se evaluará las consecuencias que tiene reducir el número de piezas de esta papelera, y en caso de que sea necesario, se evolucionará el diseño de la misma para mejorar sus características de apilado. Además, se ha querido mantener la compatibilidad con la versión original de la papelera para proporcionar un valor añadido al nuevo diseño.

## 1.3 METODOLOGÍA

En primer lugar, se va a realizar un estudio de mercado con el objetivo de conocer las empresas que se encuentran en el sector, los tipos de papeleras que se fabrican y los materiales que se utilizan. También se va a realizar un análisis de la muestra, es decir, de la papelera DIN para conocer detalladamente su geometría.

A continuación, se generarán conceptos estéticos de cuerpos y tapas, y a través de una encuesta a la población y una tabla de ponderación, se escogerá el de mayor puntuación.

El diseño y modelado de las piezas se va a realizar con el programa Creo Parametric, teniendo en cuenta factores como la geometría de la pieza, el desmoldeo y las inclinaciones. Estas características son importantes para la viabilidad de la inyección de la papelera en plástico.

Una vez se ha construido el modelo de la papelera, se van a realizar ensayos resistentes con el programa SOLIDWORKS y ensayos de inyección con MOLDFLOW.

# 1. INTRODUCCIÓN

Se presenta en este documento el Trabajo Fin de Grado dividido en 2 partes: Memoria y Anexo. Tal y como recomienda la normativa de elaboración de la memoria de un alumno que trabaja 400 horas en el proyecto, el documento principal debe tener aproximadamente 20 páginas o 10.000 palabras. En este caso, tratándose de un TFG de 30 ECTS (750 horas de trabajo), se ha dejado el documento principal en 12.370 palabras aproximadamente, en un total de 64 páginas. Este número de páginas es algo más elevado de lo esperado dada la gran cantidad de imágenes que se han incluido y el tamaño de las mismas.

Tanto la Memoria como el Anexo cuentan con el mismo número de fases divididas en los mismos apartados y subapartados, y denominados en ambos casos con los mismos títulos, para hacer las llamadas desde la memoria al anexo de una manera más ordenada y fácil para el lector.

## 2. PLANIFICACIÓN

FEBRERO 2017	INFORMACIÓN PREVIA ESTUDIO DE MERCADO
MARZO 2017	ANÁLISIS EDP'S
ABRIL 2017	GENERACIÓN DE IDEAS CONCEPTOS
MAYO 2017	MODELADO 3D DE LA PAPELERA
JUNIO 2017	MODELADO 3D DE LA TAPA SELECCIÓN DEL CONCEPTO FINAL
JULIO 2017	DESARROLLO 3D
AGOSTO 2017	SELECCIÓN DE MATERIAL ENSAYOS DE INYECCIÓN
SEPTIEMBRE 2017	ENSAYOS DE RESISTENCIA
OCTUBRE 2017	RENDERS PLANOS COSTES
NOVIEMBRE 2017	INTRODUCCIÓN CONCLUSIONES LÍNEAS FUTURAS



# FASE 1

## INFORMACIÓN PREVIA

DEFINICIÓN

TIPOS DE PAPELERAS

CONCEPTO ELEGIDO

NORMATIVA

PROCESO DE INYECCIÓN

DESMOLDEO

## ESTUDIO DE MERCADO

EMPRESAS

PAPELERAS

CONCLUSIONES

## ANÁLISIS

ENTORNO

USUARIO

ESTÉTICA

MUESTRA

CONCLUSIONES

## EDP'S

CRÍTICAS

DESEABLES

# 3. INFORMACIÓN PREVIA

## 3.1 ¿QUÉ ES UNA PAPELERA?

Para comenzar con este trabajo se ha querido mostrar la definición de la Real Academia Española (R.A.E.) para conocer el significado de esta palabra.

Una papelera es un recipiente con forma de balde o cesto para tirar los papeles y los objetos que no sirven.

## 3.2 TIPOS DE PAPELERAS

Existen diferentes tipos de papeleras. Su primera clasificación sirve para definir cuáles van a ser utilizadas en el exterior y cuáles se usarán en zonas interiores.



Figura 3.2.1 Papelera de interior metálica [F.1]



Figura 3.2.2 Papelera de exterior de plástico [F.2]

Dentro de las papeleras exteriores y si se clasifican por la manera de colocarlas en el entorno, estas pueden colocarse en el suelo o en farolas o postes.



Figura 3.2.3 Papelera anclada al suelo [F.3]



Figura 3.2.4 Papelera agarrada a farola [F.4]

Una tercera clasificación viene dada en cuanto al tipo de residuo que recogen. Las papeleras se pueden clasificar en aquellas en las cuales se puede tirar todo tipo de residuos o las de recogida selectiva, es decir, tienen un recipiente para cada tipo (plástico, cartón, vidrio o residuo orgánico).

*Puede encontrarse esta información ampliada en el apartado "FASE 1 - 3.2 Tipos de papeleras" del anexo.*

## 3.3 PAPELERA ESCOGIDA PARA DESARROLLAR

La papelera que se ha decidido estudiar en este trabajo es una papelera de exterior que se coloca en farolas o postes. Además está fabricada en plástico y tiene una capacidad de aproximadamente 50 litros.

Esta papelera está formada por un cuerpo, en el que va remachada una de las piezas del soporte, y por una tapa, sobre la que se monta la segunda pieza del mencionado soporte, y que luego se sujetará al poste. Además, estas papeleras incluyen una cerradura.



Figura 3.3.1 Papelera de plástico atada a farola

Tal y como se ha descrito en el objetivo de este documento, en este trabajo de fin de grado se pretende desarrollar una nueva pieza que une el recipiente y su soporte para tener que evitar un paso en el montaje y por otras razones que se explicarán más adelante.

*Puede encontrarse esta información ampliada en el apartado "FASE 1 - 3.3 Papelera escogida para desarrollar" del anexo.*

### 3. INFORMACIÓN PREVIA

### 3.4 NORMATIVA

La normativa que debe seguir este tipo de papeleras es la DIN 30713 [1].

Esta norma establece las dimensiones que debe tener una papelera de 50 litros.

A continuación, se pueden ver las dimensiones de esta papelera y los elementos que la forman.

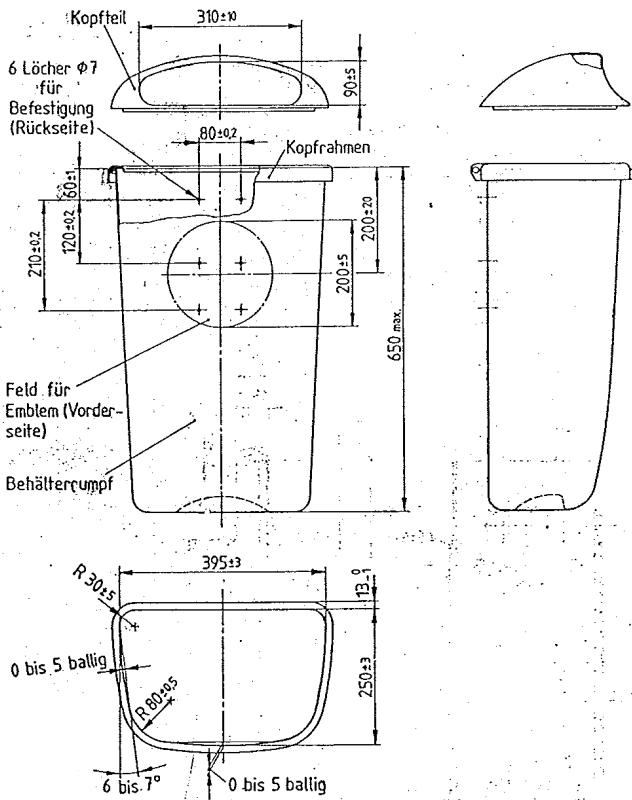


Figura 3.4.1 Dimensiones generales de la tapa y el cuerpo [1]

Algunas medidas importantes son las siguientes:

- Altura del cuerpo: máximo 650 mm
- Anchura del cuerpo: 395 mm
- Profundidad del cuerpo: 250 mm
- Altura de la boca de la tapa: 90 mm
- Anchura de la boca de la tapa: 310 mm

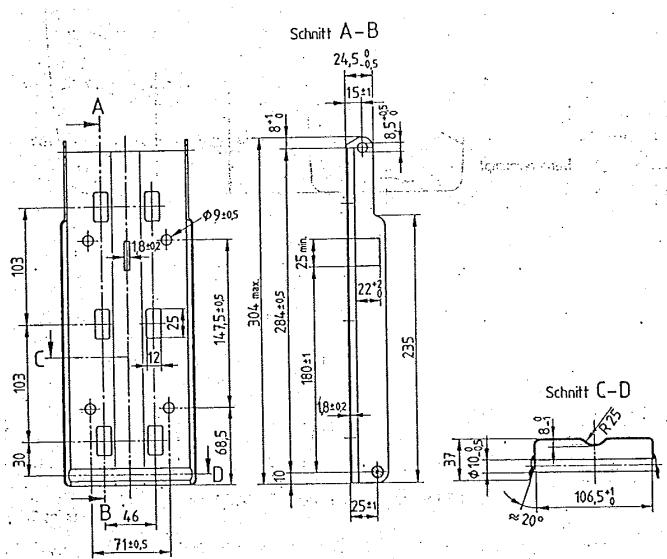
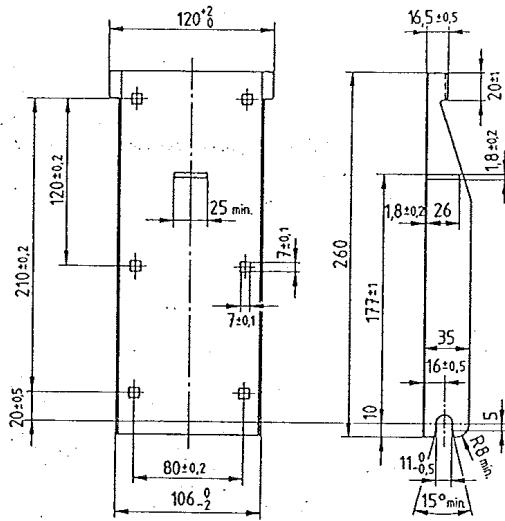


Figura 3.4.2 Dimensiones generales del soporte [1]

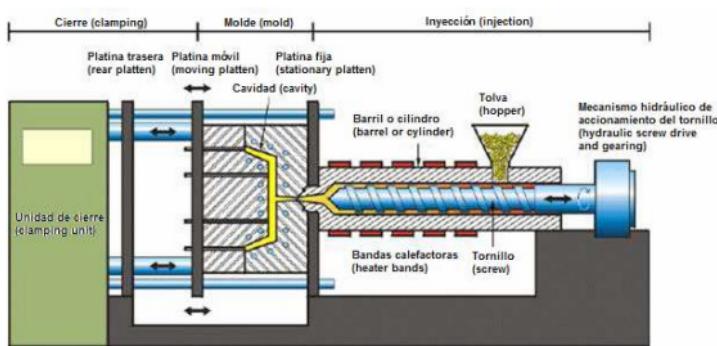
En cuanto a las dimensiones del soporte este debe medir aproximadamente 304 mm de altura y 106 mm de anchura.

# 3. INFORMACIÓN PREVIA

## 3.5 PROCESO DE INYECCIÓN

El moldeo por inyección requiere temperaturas y presiones más elevadas que cualquier otro método de procesado de plástico. Sin embargo, mediante éste se obtienen piezas y objetos de precisión con superficies limpias y lisas. [2]

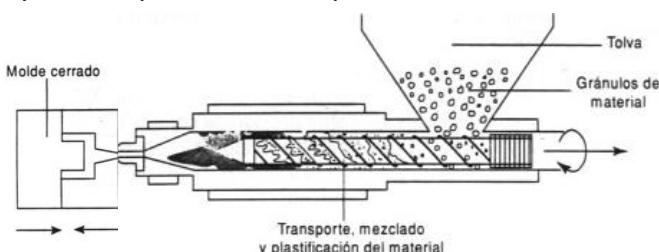
La máquina de inyección consta de 3 partes: la unidad de inyección, el molde y la unidad de cierre, como se muestra en la siguiente imagen.



El ciclo de inyección está compuesto de 4 fases: dosificación, llenado, compactación y enfriamiento.

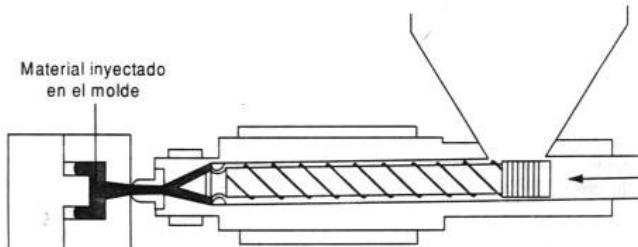
### DOSIFICACIÓN

La primera fase comienza con el molde cerrado y vacío. Se coloca la granza en la tolva y ésta se va fundiendo. Además, a lo largo de todo el cilindro de plastificación hay colocadas unas resistencias que ayudan a que el material plástico se funda.



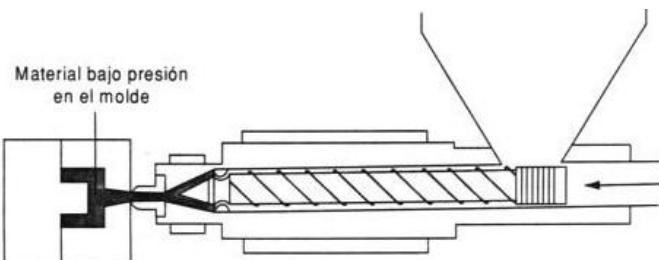
### LLENADO

Una vez el material ya se encuentra fundido, se debe efectuar el llenado del molde. El husillo avanza a una velocidad programada por el operario y esto permite que el molde se llene.



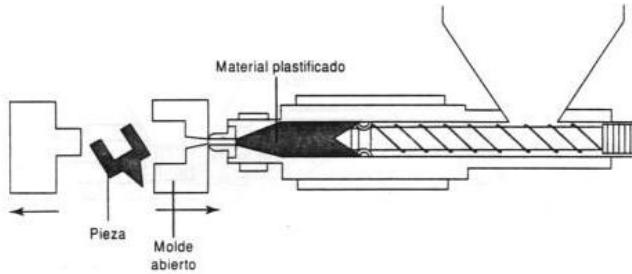
### COMPACTACIÓN

El material ya se encuentra en el molde y se está enfriando. Todos los materiales plásticos al enfriarse se contraen por lo que en esta fase el husillo avanza con una presión programada por el operario para llenar adecuadamente el molde.



### ENFRIAMIENTO

Por último, se debe esperar a que el plástico llegue a una temperatura determinada gracias a los canales de refrigeración del molde. Cuando la pieza está lo suficientemente fría, es expulsada.



Puede encontrarse esta información ampliada en el apartado "FASE 1 - 3.5 Proceso de inyección" del anexo.

# 3. INFORMACIÓN PREVIA

## 3.6 DESMOLDEO

El desmoldeo es un proceso importante durante el diseño de las piezas. Este puede ser directo o indirecto. En el caso de que un desmoldeo sea directo, las dos partes del molde se separan en direcciones opuestas y la pieza sale correctamente fabricada [3]. En la siguiente imagen se puede ver un ejemplo.

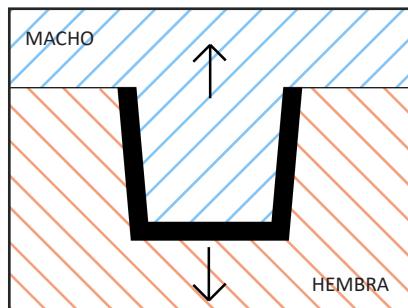
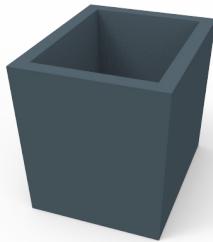


Figura 3.6.1 Desmoldeo directo

Si el desmoldeo no puede ser directo debido a la geometría de la pieza, se deben utilizar desplazables que permitirán separar el molde de la parte problemática para que después la pieza pueda salir correctamente.

Una posibilidad es que la pieza tenga unos salientes en el exterior que hacen que el desmoldeo directo no sea posible como en la figura 3.6.2.

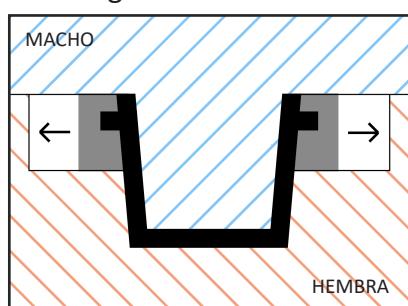


Figura 3.6.2 Desmoldeo con desplazables en la hembra (1<sup>er</sup> paso)

Este desmoldeo indirecto se caracteriza por tener desplazables en la pieza hembra del molde. El primer paso consiste en mover esos desplazables hacia el exterior gracias a cilindros hidráulicos o por guías inclinadas.

Después, una vez los desplazables están alejados de la pieza y la contrasalida está liberada, ésta ya puede salir correctamente.

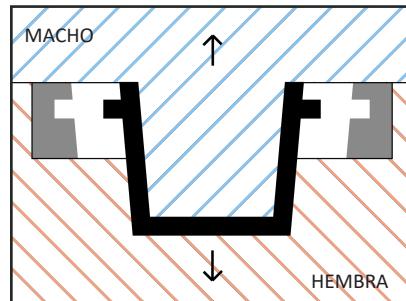


Figura 3.6.3 2º paso del desmoldeo

Otra posibilidad que existe es que las contrasalidas se encuentren en el interior. Primero los desplazables deben moverse hacia el interior y dejar liberada la contrasalida.

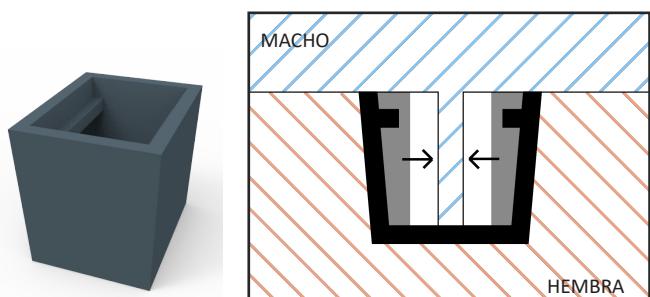


Figura 3.6.4 Desmoldeo con desplazables en el macho (1<sup>er</sup> paso)

Después, la pieza puede desmoldear sencillamente.

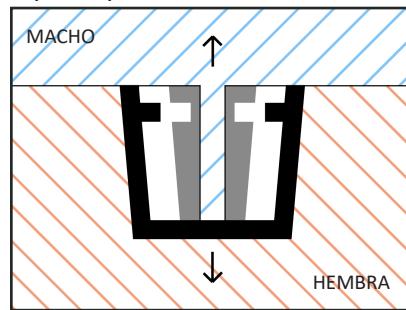


Figura 3.6.5 2º paso del desmoldeo

También puede ocurrir que haya contrasalidas en el interior y en el exterior y entonces se necesitarán desplazables tanto en el macho como en la hembra.

# 4. ESTUDIO DE MERCADO

## 4.1 EMPRESAS

Para comenzar, se va a buscar información sobre las empresas que se dedican al sector de la recogida de residuos urbanos (RSU). Además se comentará que tipo de productos desarrollan y su alcance como empresa.

### CERVIC ENVIRONMENT

Cervic es una empresa familiar con 45 años de experiencia en la fabricación de productos metálicos y de plástico. Esta empresa se dedica especialmente a la recogida selectiva de residuos ya sea en entornos urbanos interiores o exteriores. Además también fabrica productos de mobiliario urbano como papeleras, ceniceros y bancos.



Figura 4.1.1 Logo de Cervic Environment [F.9]

### CONTENUR

Contenur es una empresa con más de 30 años de experiencia en el sector de la recogida o gestión de residuos sólidos urbanos. Son líderes en el mercado ibérico y terceros en Europa. Se dedican al desarrollo y producción de contenedores de superficie y soterrados, papeleras y contenedores apilables para el transporte y almacenamiento de productos industriales y agrícolas.



Figura 4.1.2 Logo de Contenur [F.10]

### GLASDON

Glasdon es una empresa con una antigüedad de 50 años que produce papeleras y ceniceros, además de carros de limpieza varia o equipamiento invernal. Sus productos normalmente están fabricados con plástico ya que utilizan desde sus comienzos este material.



Figura 4.1.3 Logo de Glasdon [F.11]

### PLASTIC OMNIUM

Plastic Omnia lleva más de 65 años trabajando para las entidades públicas españolas. Es líder mundial en la gestión de residuos urbanos. Se dedican a la fabricación de contenedores de carga trasera, lateral y superior, contenedores soterrados, papeleras urbanas y contenedores plegables.



Figura 4.1.4 Logo de Plastic Omnia [F.12]

### WEBER

Es una empresa alemana con casi 50 años de experiencia. Primero se dedicaron al sector del automóvil y de los acumuladores. Después crearon una planta para la fabricación de productos de recogida de residuos sólidos urbanos. Esta empresa fabrica contenedores de 2 y 4 ruedas y papeleras de diferentes capacidades.



Figura 4.1.5 Logo de Weber [F.13]

# 4. ESTUDIO DE MERCADO

## 4.2 PAPELERAS ATADAS A POSTE

Se estudian a continuación las papeleras que se pueden encontrar en el mercado. En este análisis se van a analizar tanto papeleras de plástico como papeleras metálicas para sacar conclusiones. Esto permitirá conocer los productos actuales y cuales son sus características más importantes para poderlas tener en cuenta a la hora de desarrollar el nuevo producto.

Se muestra a continuación un ejemplo de la tabla comparativa con 2 papeleras estudiadas. La tabla completa puede encontrarse en el apartado "FASE 1 - 4.2 Papeleras atadas a poste" del anexo.

IMAGEN	FABRICANTE	Nº PIEZAS	MATERIAL	CARACTERÍSTICAS
	Weber	Tapa Cuerpo Soporte metálico	Polietileno de alta densidad	Capacidad 50L Apilable Cierre con llave de forma triangular Cuerpo sencillo y liso Tapa con nervios
	Glasdon	Tapa Cuerpo Soporte metálico	Polietileno	Capacidad 50L Tapa curva para la lluvia Posibilidad de cubeta metálica y sistema sujetabolsa Placa apaga-cigarrillos Refuerzo posterior metálico Cuerpo y tapa con curvas estéticas

Tabla 4.2.1 Muestra de resultado del estudio de mercado de papeleras atadas a poste

## 4.3 CONCLUSIONES

La mayoría de las papeleras que se colocan en postes o semáforos tienen una capacidad de 50 litros aunque hay algunas un poco más pequeñas de 20 o 35 litros.

Las papeleras pueden ser de plástico o de fundición. En caso de ser de fundición, suelen fabricarse de acero o acero galvanizado. Si son de plástico, el más utilizado es el polietileno de alta densidad o, en algunas ocasiones, el polipropileno.

Lo más común es que este tipo de papeleras tenga 3 piezas: la tapa, el cuerpo y el sistema de fijación que suele estar formado por 2 piezas.

Los sistemas de fijación o soportes pueden ser tanto metálicos como de plástico y permiten unir la papelera a farolas o postes gracias a las bridas metálicas.

Respecto a las características formales, estas se van a desarrollar con más profundidad en el apartado 5.3 Análisis formal.

# 5. ANÁLISIS

## 5.1 ANÁLISIS DE ENTORNO

Los entornos habituales en los que se encuentran las papeleras urbanas son los siguientes: parques y jardines; espacios urbanos peatonales y recintos privados con espacios al exterior.

### PARQUES Y JARDINES

Los parques son áreas destinadas a la recreación y al descanso por lo que es necesario colocar papeleras para que la gente pueda tirar los desechos en ellas.

Al encontrarse a la intemperie, las papeleras deben resistir a los fenómenos atmosféricos. Además, pueden estar sometidas en ocasiones a actos vandálicos por lo que deben ser resistentes.



Figura 5.1.1 Parque

### ESPACIOS URBANOS PEATONALES

Estos lugares son calles, avenidas, paseos... en los cuáles se colocan papeleras en las farolas o semáforos. Las papeleras de este entorno también deben ser resistentes a actos vandálicos y a los fenómenos atmosféricos.

Es necesario que estas papeleras sean de mayor capacidad ya que hay muchos usuarios que pasan por estas vías y las papeleras no deberían llenarse rápidamente.



Figura 5.1.2 Espacio urbano peatonal

### RECINTOS PRIVADOS

Este apartado incluye las urbanizaciones o viviendas privadas que tienen recintos exteriores con papeleras o aquellos edificios que tienen espacios exteriores.

En este caso las papeleras pueden tener colores más llamativos pero el diseño es más sencillo ya que es más fácil de fabricar y por lo tanto más barato.

*Puede encontrarse esta información ampliada en el apartado "FASE 1 - 5.1 Análisis de entorno" del anexo.*

## 5.2 ANÁLISIS DE USUARIO

Los usuarios potenciales son las personas que van a tirar residuos en la papelera y aquellos que recogen estos residuos.

En el caso de los operarios, se debe estudiar el mejor modo de vaciar la papelera y como éste afecta a la persona.

Para ello primero se va a estudiar la secuencia de uso y ver los puntos en los cuáles se debe trabajar.

### COLOCACIÓN DE LA PAPELERA

Primero se agarra el soporte al poste con las bridas metálicas a una altura determinada. Después se coloca el cuerpo en el soporte y se cierra la papelera con una llave para protegerla de hurtos o actos vandálicos.

### TIRADO DE RESIDUOS A LA PAPELERA

Los usuarios depositan los residuos en la papelera hasta que se encuentre llena.

### RECOGIDA DE LOS RESIDUOS

Primero, el operario debe abrir la papelera con la llave y después puede retirar el recipiente y quitar la bolsa. A continuación, se coloca una nueva bolsa en el recipiente y se cierra la papelera.

*Puede encontrarse esta información ampliada en el apartado "FASE 1 - 5.2 Análisis de usuario" del anexo.*

# 5. ANÁLISIS

## 5.3 ANÁLISIS FORMAL

Tras observar las diferentes papeleras agarradas a poste que existen en el mercado se va a realizar un análisis formal para deducir cuáles son las principales tendencias.

### CUERPO

La mayoría de los cuerpos son rectangulares o cilíndricos. Respecto a los diseños estéticos son sencillos. Algunas papeleras tienen acanaladuras verticales que dificultan el pegado de carteles y pegatinas ajenas a la contrata. Además, en los cuerpos existen superficies lisas en las que se pueden colocar vinilos o serigrafiás con un mensaje sobre el reciclaje.



Figura 5.3.1 Cuerpos de papeleras [F.15, F.18, F.27]

### TAPE

En cuanto a la estética de las tapas, la mayoría de ellas tienen una superficie abombada para que el agua de la lluvia no se acumule sino que resbale. Existen tapas que se unen completamente al cuerpo por lo que la boca de la papelera tiene un tamaño más reducido pero la ventaja de estas tapas es que son más resistentes contra los actos vandálicos. Para reforzar las tapas, las papeleras tienen nervios lo que también les proporciona una diferencia estética respecto al resto.



Figura 5.3.2 Tapas de papeleras [F.15, F.24, F.26, F.27]

### SOPORTE

Los soportes pueden ser metálicos o de plástico. Algunos soportes forman una estructura en la que colocar el cuerpo o recipiente. Otros, incluyen la tapa pero ésta es de sombrero y el cuerpo que se coloca en el soporte bascula en la parte inferior. Existe otro tipo de papeleras que no incluyen la tapa en el soporte ya que para poder abrir la papelera la tapa debe girar sobre este.

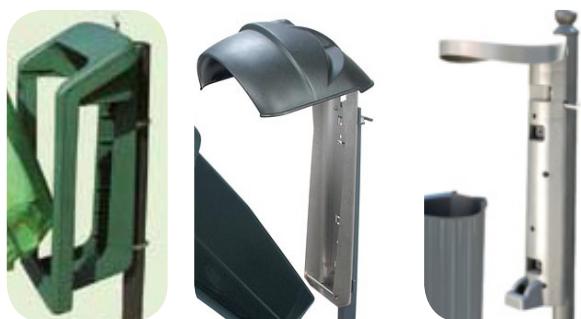


Figura 5.3.3 Soportes de papeleras [F.15, F.23, F.28]

### CERRADURA

Las cerraduras pueden estar colocadas en tres posiciones diferentes. Todas ellas son cómodas para el operario a la hora de extraer los residuos. Pueden estar colocadas en la parte superior, en el lateral o entre la tapa y el cuerpo.



Figura 5.3.4 Cerraduras de papeleras [F.29]

Puede encontrarse esta información ampliada en el apartado "FASE 1 - 5.3 Análisis formal" del anexo.

# 5. ANÁLISIS

## 5.4 ANÁLISIS DE LA MUESTRA

Dado que la papelera que se va a desarrollar es la papelera DIN, se ha creído conveniente analizar cada uno de sus componentes por separado en base a una muestra física.



Figuras 5.4.1 y 5.4.2 Papelera DIN 50L de Contenur

Esta papelera está fabricada con HDPE y tiene una capacidad de 50 litros. Sus dimensiones son las siguientes, 746 (alto) x 430 (ancho) y el tamaño de la boca es de 310 x 90 mm. Debido a los nervios que tiene la papelera, el apilado es de 165 mm. La papelera pesa 4,3 kg y está inyectada en un color denominado "verde alemán".

El cuerpo tiene una superficie lisa lo que facilita la limpieza del mismo. En la parte superior del cuerpo se encuentra parte de la cerradura que permite cerrar la papelera.



Figuras 5.4.3 y 5.4.4 Cuerpo y soporte

En la parte trasera del cuerpo, se coloca remachado el soporte, el cual incluye nervios como refuerzo.

En cuanto a la tapa, ésta protege completamente el cuerpo. Tiene una boca, de un tamaño específico marcado por la norma. En la parte interior de la misma se encuentra la otra parte de la cerradura.



Figuras 5.4.5 y 5.4.6 Tapa

El soporte al cual va unida la tapa es rectangular y se une a los postes con las bridas metálicas que pasan por los orificios que este tiene. Además, en algunas zonas se colocan nervios para reforzar el soporte y poder quitar material, como en el cilindro de la parte inferior del soporte.



Figuras 5.4.7 y 5.4.8 Soporte

Por último, el muelle va colocado en el eje que une el soporte y la tapa y permite que cuando se abra la cerradura de la papelera, la tapa se abra completamente. Esto le facilita al operario la tarea de sacar la bolsa, ya que con una mano puede sujetar el cubo y con la otra sacar la basura.



Figuras 5.4.9 Muelle

Puede encontrarse esta información ampliada en el apartado "FASE 1 - 5.4 Análisis de la muestra" del anexo.

## 5.5 CONCLUSIONES

Respecto al entorno, las papeleras pueden encontrarse en parques, jardines, espacios urbanos peatonales o espacios privados.

El usuario al que van dirigidas es universal.

Respecto a la norma DIN 30713, algunas medidas importantes son las siguientes:

- Altura del cuerpo: máximo 650 mm
- Anchura del cuerpo: 395 mm
- Profundidad del cuerpo: 250 mm
- Altura de la boca de la tapa: 90 mm
- Anchura de la boca de la tapa: 310 mm

En cuanto a las dimensiones del soporte este debe medir aproximadamente 304 mm de altura y 106 mm de anchura.

Respecto a la estética, las superficies de las papeleras suelen ser lisas ya que de este modo son más fáciles de limpiar. Otra opción es que tengan acanaladuras verticales lo que dificulta la colocación de carteles.

Las papeleras suelen tener cuerpos con formas rectangulares o cilíndricas.

Las tapas son abombadas para no retener el agua, algunas tienen unas bocas más reducidas debido a que se unen completamente con el cuerpo lo que les permite ser más resistentes en caso de actos vandálicos.

Además, las tapas se usan para que desde el exterior no se vean los residuos que se han tirado.

Respecto al color de las papeleras, destaca mayoritariamente el color gris lo que permite que no llamen mucho la atención en cualquier entorno. El siguiente color más utilizado es el verde ya que es el que se relaciona normalmente con los residuos sólidos urbanos.

Los sistemas de montaje y recogida de residuos son muy sencillos y solo necesitan de una persona para llevarlos a cabo.

# 6. EDP'S

A continuación se van a redactar las especificaciones de diseño que ayudarán a definir los elementos esenciales del producto. Estas pueden ser críticas si son características que no deben faltar en el producto, o deseables.

## 6.1 CRÍTICAS

### FUNCIONALIDAD

La papelera debe ser utilizada para recoger residuos sólidos urbanos.

### ENTORNO

Debe situarse en el exterior, por ejemplo, parques, jardines, zonas urbanas peatonales o recintos privados.

### MATERIALES

Debe estar fabricada en plástico.

### NORMAS

Debe seguir la norma DIN 30713.

### TAMAÑO

El cuerpo de la papelera debe medir máximo 650 mm de altura, 395 mm de altura y 250 mm de profundidad. El tamaño de la boca de la tapa debe ser de 90 x 310 mm. En cuanto a las dimensiones del soporte este debe medir aproximadamente 304 mm de altura y 106 mm de anchura. Debe tener una capacidad de 50 litros.

### PROCESOS

Debe fabricarse por moldeo por inyección.

### MANTENIMIENTO

Su mantenimiento debe ser mínimo, la papelera no debe tener hendiduras para facilitar su limpieza.

### INSTALACIÓN

Debe ser sencilla y rápida para minimizar el tiempo.

### APILADO

El apilado debe ser el menor posible, teniendo en cuenta que la nueva manera de sujeción va a aumentar el apilado actual de 165 mm.

### COSTES

Sería recomendable reducir costes, no solo eliminando una pieza y su montaje, sino también reduciendo el coste de las piezas del conjunto.

## 6.2 DESEABLES

### PESO

La papelera debería ser lo más ligera posible para poder colocarla y cambiar la bolsa lo más fácilmente posible.

### ERGONOMÍA

Debería colocarse a una altura para que la mayoría de la población llegara a tirar los residuos. Teniendo en cuenta el vaciado de la papelera, se podría colocar un asa incorporada en el cuerpo para facilitar la extracción.

### ESTÉTICA

Debería usarse una estética sencilla, que no dificulte el proceso de fabricación ni la limpieza. Los colores más comunes deben ser el gris y el verde.

### RESIDUOS Y RECICLAJE

Según el plástico en el que se fabrique, podría ser reciclable.

### MOLDE

Se prefiere que el desmoldeo de la pieza sea directo y que se utilicen el menor número de desplazables posibles.

# FASE 2

GENERACIÓN DE IDEAS

PRIMERAS IDEAS

CONCEPTOS

MODELADO 3D PAPELERA

INTRODUCCIÓN

PROPUESTAS DE DISEÑO DE PAPELERAS

TABLA DE PONDERACIÓN

MODELADO 3D TAPA

PROPUESTAS DE DISEÑO DE TAPAS

TABLA DE PONDERACIÓN

SELECCIÓN CONCEPTO FINAL

# 7. GENERACIÓN DE IDEAS

## 7.1 PRIMERAS IDEAS

Tras finalizar la primera fase de búsqueda y análisis de información, se han llevado a cabo una serie de técnicas creativas para desarrollar nuevas ideas.

Primero se pensaron diferentes formas para el recipiente de la papelera: rectangular, con esquinas más o menos redondeadas, semicircular... La penúltima forma que se puede ver en la figura 7.1.1 no permite aprovechar bien el espacio por lo que será más difícil obtener una capacidad de 50 litros. El punto en contra de la última forma es que tiene menor superficie de apoyo en el soporte por lo que sería más fácil romper la papelera en caso de acto vandálico.

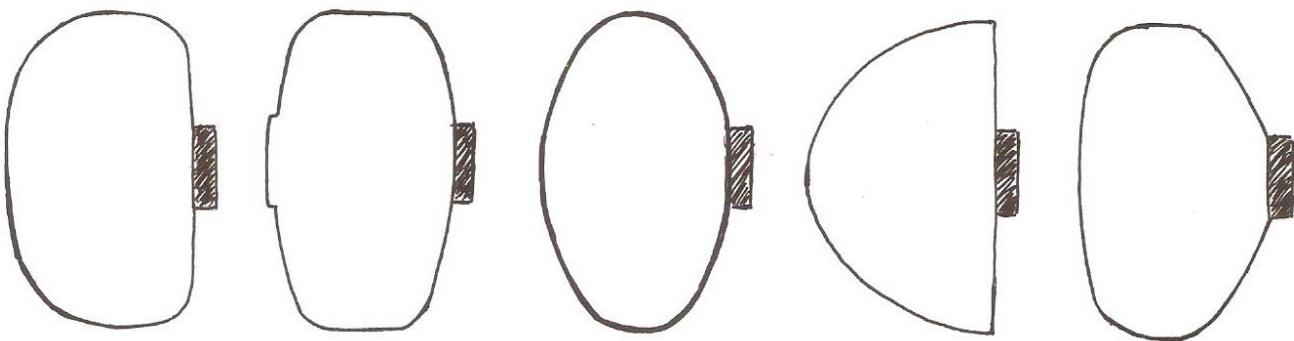


Figura 7.1.1 Formas de cuerpo (vista superior)

Primero se pensó que la papelera tuviera un ángulo de desmoldeo para poder realizar el molde y para que el cuerpo fuera apilable, y por esto, las papeleras tienen un área de sección decreciente desde la parte superior a la inferior de la misma.

Otra de las ideas que surgió fue el uso de rebordes o realzados, ya sean más rectos o con más curvas para estilizar el cuerpo de la papelera como se puede ver en la figura 7.1.2, segunda y cuarta papelera.

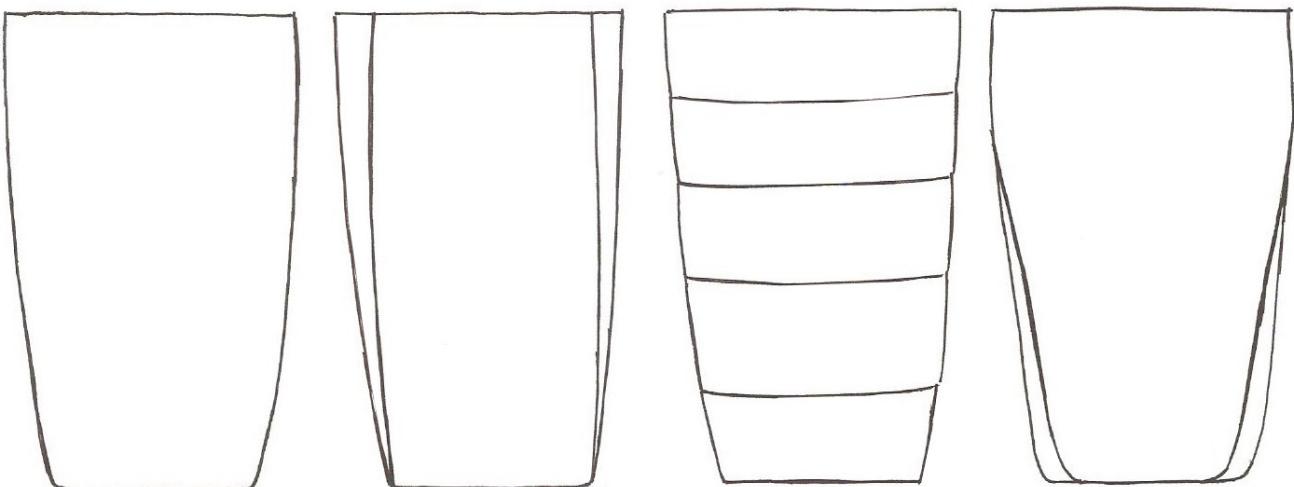


Figura 7.1.2 Inclinaciones del cuerpo (vista frontal)

Puede encontrarse esta información ampliada en el apartado "FASE 2 - 7.1 Primeras ideas" del anexo.

## 8. CONCEPTOS

En el caso del cuerpo, se han desarrollado varias alternativas para cada uno de los conceptos: motivos naturales, realizados y rehundidos y estrías o paneladas. *Puede encontrarse esta información ampliada en el apartado "FASE 2 - 8 Conceptos" del anexo.*

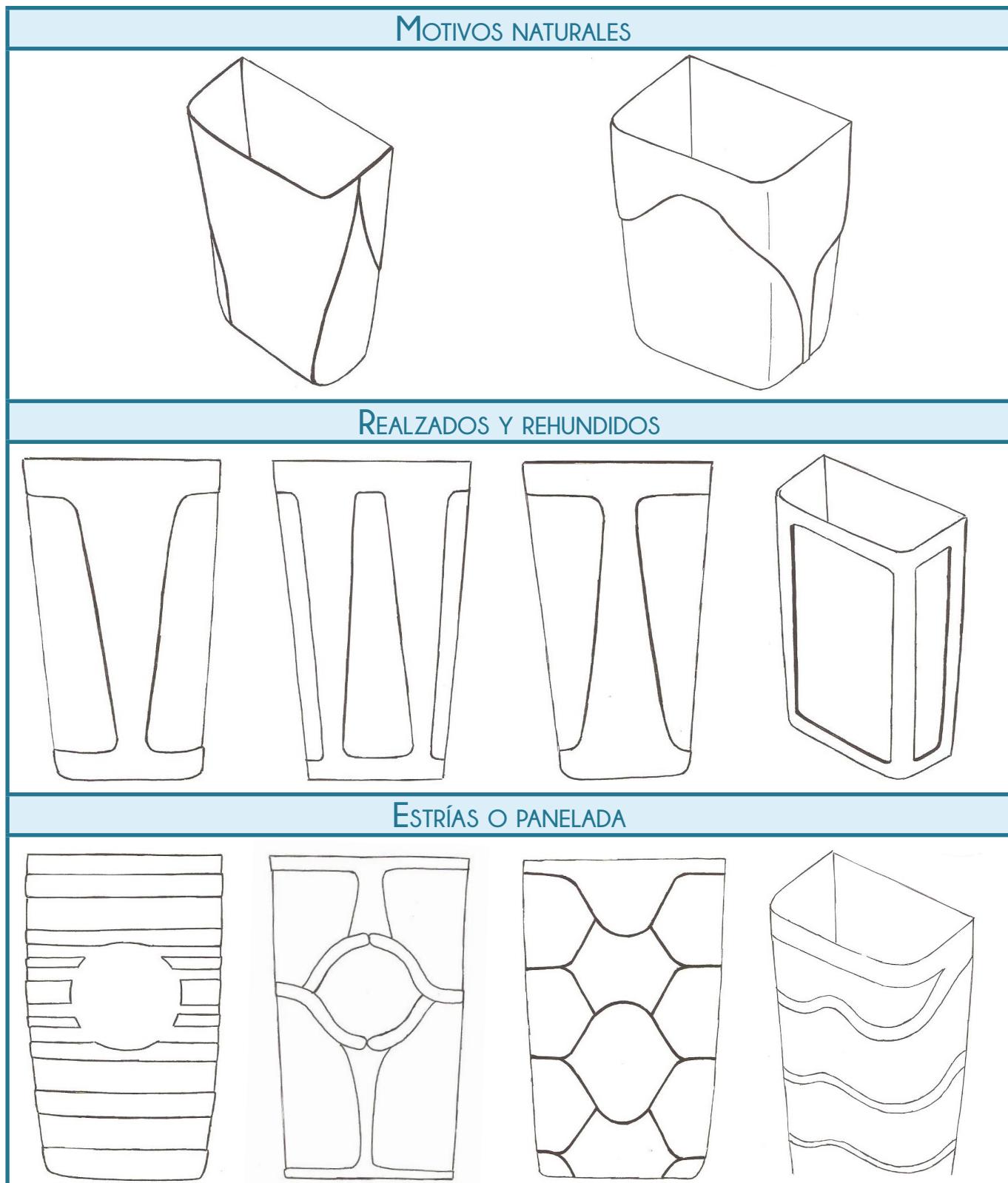


Tabla 8.1 Alternativas de conceptos de papeleras

Diseño y desarrollo de una papelera de 50 litros simplificada en su sistema de fijación a poste

# 8. CONCEPTOS

En el caso de la tapa, se han desarrollado cuatro alternativas, siempre teniendo en cuenta que no se pueda acumular agua en sus superficies.

*Puede encontrarse esta información ampliada en el apartado "FASE 2 - 8 Conceptos" del anexo.*

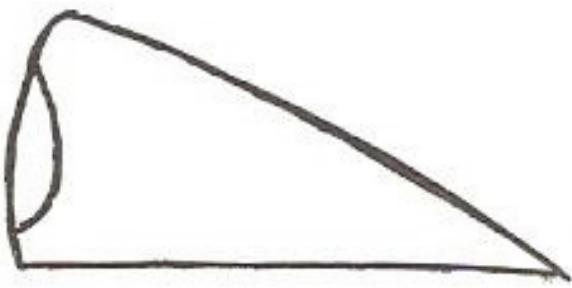
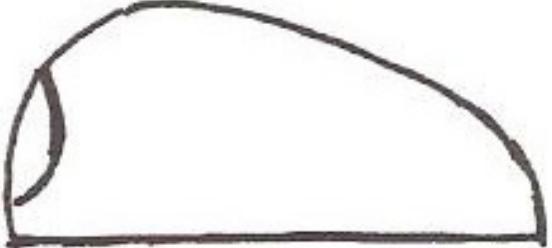
PRIMERA ALTERNATIVA	SEGUNDA ALTERNATIVA
	
TERCERA ALTERNATIVA	CUARTA ALTERNATIVA
	

Tabla 8.2 Alternativas de la tapa

# 9. MODELADO 3D PAPELERA

## 9.1 INTRODUCCIÓN

A continuación, se van a mostrar los diferentes cuerpos y tapas en modelado 3D que se han realizado con el programa PRO Engineer. [4] [5]

Se van a mostrar imágenes de cada uno de los cuerpos que se ha desarrollado junto con sus características principales y el proceso de modelado que se ha llevado a cabo.

Además, en cada cuerpo se va a analizar el apilado y características sobre el molde.

En cuanto a las tapas, se han desarrollado varios tipos y todas ellas tienen un tamaño de boca de 310 x 90 mm.

Teniendo en cuenta las características de los cuerpos y las tapas y las limitaciones dadas por la norma y la fabricación, se evaluará cada alternativa y se obtendrá el concepto final que será el de mayor puntuación.

Las limitaciones son las siguientes:

- La capacidad que deben tener todas las papeleras es de 50 L como mínimo.
- El apilado debe ser de 165 mm como máximo ya que es lo que apilan las papeleras actuales. Con el futuro desarrollo que se va a realizar en el soporte de fijación esta medida podría cambiar.
- También se tendrán en cuenta los resultados de una encuesta que quiere conocer la opinión de los usuarios respecto a la estética de los cuerpos.

En las siguientes imágenes se pueden observar dos tipos de desmoldeos de cuerpos de papeleras:

- Este desmoldeo es un desmoldeo directo ya que el macho puede salir perfectamente, lo mismo que le ocurre a la pieza hembra.

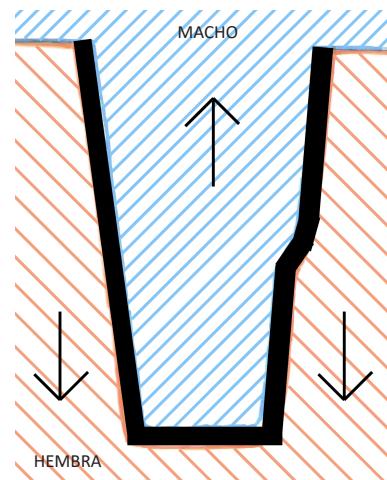


Figura 9.1.1 Desmoldeo directo

- Este desmoldeo es indirecto ya que debido a las contrasalidas de la papelería, se necesitan desplazables tanto en el interior como en el exterior para que se pueda desmoldear la pieza.

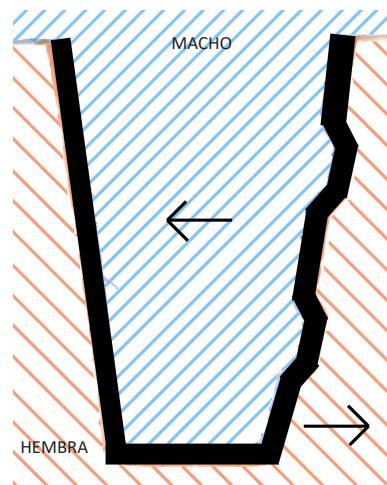


Figura 9.1.2 Desmoldeo indirecto con desplazables

# 9. MODELADO 3D PAPELERA

## 9.2 PROPUESTAS DE DISEÑO DEL CUERPO

Puede encontrarse esta información ampliada en el apartado "FASE 2 - 9.2 Propuestas de diseño del cuerpo" del anexo.

IMAGEN	DIMENSIONES	ESPESOR	VOLUMEN	APILADO	SUPERFICIE INTERIOR	DESMOLDEO
	Altura: 650 mm Anchura: 395 mm Profundidad: 250 mm	3 mm	50,535 L	160 mm	No liso	Directo, sin contrasalidas Ángulo de desmoldeo: 1,5 °
	Altura: 650 mm Anchura: 395 mm Profundidad: 250 mm	3 mm	52,655 L	160 mm	No liso	Directo, sin contrasalidas Ángulo de desmoldeo: 1,5 °
	Altura: 650 mm Anchura: 395 mm Profundidad: 250 mm	3 mm	50,075 L	160 mm	No liso	Directo, sin contrasalidas Ángulo de desmoldeo: 1,5 °
	Altura: 650 mm Anchura: 395 mm Profundidad: 250 mm	3 mm	50,05 L	350 mm	No liso	Indirecto, desplazable en el interior y en el exterior Ángulo de desmoldeo: 1,5 °
	Altura: 650 mm Anchura: 395 mm Profundidad: 250 mm	3 mm	51,756 L	160 mm	No liso	Directo, sin contrasalidas Ángulo de desmoldeo: 1,5 °

# 9. MODELADO 3D PAPELERA

IMAGEN	DIMENSIONES	ESPESOR	VOLUMEN	APILADO	SUPERFICIE INTERIOR	DESMOLDEO
	Altura: 650 mm Anchura: 395 mm Profundidad: 250 mm	3 mm	52,084 L --> 50,673 L	230 mm --> 165 mm	No liso	Indirecto, desplazable en el exterior Ángulo de desmoldeo: 1,5 ° --> 2,1 °
	Altura: 650 mm Anchura: 399 mm Profundidad: 252 mm	No constante e inyectable	53,678 L --> 51,16 L	230 mm --> 165 mm	Lisa	Indirecto, desplazable en el exterior Ángulo de desmoldeo: 1,5 ° --> 2,1 °
	Altura: 650 mm Anchura: 399 mm Profundidad: 254 mm	No constante e inyectable	53,904 L --> 51,363 L	230 mm --> 165 mm	Lisa	Indirecto, desplazable en el exterior Ángulo de desmoldeo: 1,5 ° --> 2,1 °
	Altura: 650 mm Anchura: 395 mm Profundidad: 260 mm	No constante y con acumulaciones de espesor de hasta 10 mm	53,903 L --> 47,7 L	345 mm --> 195 mm	Lisa	No es posible Ángulo de desmoldeo: 1,5 ° --> 3 °
	Altura: 650 mm Anchura: 395 mm Profundidad: 250 mm	No constante e inyectable	52,306 L --> 49,81 L	230 mm --> 165 mm	Lisa	Indirecto, desplazable en el exterior Ángulo de desmoldeo: 1,5 ° --> 2,1 °

Tabla 9.2.1 Alternativas de papeleras desarrolladas en 3D

Diseño y desarrollo de una papelera de 50 litros simplificada en su sistema de fijación a poste

# 9. MODELADO 3D PAPELERA

## 9.3 TABLA DE PONDERACIÓN

Una vez presentados todos los cuerpos de las papeleras, se va a llevar a cabo su valoración a través de una tabla de ponderación.

Para realizar la tabla se van a normalizar todos los parámetros, de forma que estén comprendidos entre 0 y 1, y por lo tanto, el 1 representará el valor más favorable en cada uno de ellos.

Los valores de ponderación que van a determinar que papelera debe ser desarrollada con mayor profundidad son los siguientes:

- Volumen (x1)
- Apilado (x1,5)
- Desmoldeo directo (x2)
- Estética (x1)
- Serigrafía (x1)
- Limpieza (x1)

### VOLUMEN

El volumen se normaliza respecto al valor máximo entre los obtenidos ya que el objetivo es maximizar el volumen y se calcula de este modo:

$$\text{Volumen} = V_i / V_{\max}$$

siendo  $V_i$  el volumen de cada papelera.

Por lo tanto, la papelera de mayor volumen tendrá el valor de 1 y el resto su valor correspondiente. En el caso de que la capacidad del cuerpo sea menor de 50 litros, este queda eliminado de la elección y de la encuesta.

### APILADO

En el caso del apilado lo importante es que el valor sea el mínimo posible. Si el apilado es mayor que 165 mm, el cuerpo queda eliminado de la elección y de la encuesta. Por el contrario, si el apilado es menor que 165 mm, el cuerpo recibe un 1.

### DESMOLDEO Y ESPESORES

El siguiente aspecto corresponde al desmoldeo del molde. En caso de que el desmoldeo sea directo se dará 1 punto, si el desmoldeo necesita desplazables en el exterior tendrá 0,6, si necesita desplazables tanto en el exterior como en el interior tendrá 0,3 y en caso de que sea imposible desmoldear la pieza o inyectar el plástico por los espesores se eliminará de la elección y de la encuesta.

### ESTÉTICA

La valoración de la estética viene dada por una encuesta hecha a 71 personas que engloban a toda la población. Un 70% del valor corresponde a la nota total de cada papelera y un 30% al porcentaje de personas que han elegido esa papelera como favorita.

### SERIGRAFÍA

La posibilidad de que un cuerpo pueda tener serigrafiado un logo o escudo no debe ser determinante a la hora de descartar uno u otro. En caso de que la serigrafía sea posible en un cuerpo determinado el valor será igual a 1, por el contrario, si esta no se puede realizar el valor será igual a 0,5.

### LIMPIEZA

Es un parámetro importante ya que la papelera va a estar situada en lugares públicos y al aire libre por lo que debe ser fácil de limpiar. Cada cuerpo se va a valorar según su limpieza sea buena, media o mala y sus resultados correspondientes son los siguientes: 1, 0,5 y 0.

Tras la valoración de los parámetros, se realiza una suma ponderada de ellos. La papelera que obtenga mayor valoración será la elegida para desarrollarla.

*Puede encontrarse esta información ampliada en el apartado "FASE 2 - 9.3 Tabla de ponderación" del anexo, también se encuentra toda la información sobre la encuesta realizada.*

## 9. MODELADO 3D PAPELERA

A continuación, se van mostrar las tablas de ponderación de todas las papeleras, siendo la papelera 3 la mejor valorada.

	PAPELERA 1	PAPELERA 2	PAPELERA 3	PAPELERA 4	PAPELERA 5
VOLUMEN (litros)	0,96	1	0,951	0,951	0,983
APILADO (mm)	1,5	1,5	1,5	0	1,5
DESMOLDEO	2	2	2	0,667	2
ESTÉTICA	0,689	0,733	0,921	-	0,577
POSIBILIDAD SERIGRAFÍA	1	1	1	0,5	0,5
LIMPIEZA	1	1	1	1	0,5
<b>TOTAL</b>	<b>7,148</b>	<b>7,233</b>	<b>7,372</b>	<b>3,117</b>	<b>6,06</b>

	PAPELERA 6	PAPELERA 7	PAPELERA 8	PAPELERA 9	PAPELERA 10
VOLUMEN (litros)	0,962	0,972	0,975	0	0
APILADO (mm)	1,5	1,5	1,5	0	1,5
DESMOLDEO	1,333	1,333	1,333	0	1,333
ESTÉTICA	0,983	0,606	0,902	-	-
POSIBILIDAD SERIGRAFÍA	1	1	1	0,5	0,5
LIMPIEZA	1	0	0,5	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>6,779</b>	<b>5,411</b>	<b>6,211</b>	<b>0,5</b>	<b>3,333</b>

Tabla 9.3.1 Resultados de ponderación de las papeleras

# 10. MODELADO 3D TAPA

## 10.1 PROPUESTAS DE DISEÑO DE LA TAPA

A continuación se van a mostrar las diferentes tapas que se han desarrollado para su posterior evaluación.

### TAPA 1

- **Volumen:** 7,302 litros



Figuras 10.1.1 Vista general de la tapa 1

### TAPA 2

- **Volumen:** 7,167 litros



Figuras 10.1.2 Vista general de la tapa 2

### TAPA 3

- **Volumen:** 9,208 litros



Figuras 10.1.3 Vista general de la tapa 3

### TAPA 4

- **Volumen:** 9,515 litros



Figuras 10.1.4 Vista general de la tapa 4

### TAPA 5

- **Volumen:** 8,841 litros



Figuras 10.1.5 Vista general de la tapa 5

Puede encontrarse esta información ampliada en el apartado "FASE 2 - 10.1 Propuestas de diseño de la tapa" del anexo.

# 10. MODELADO 3D TAPA

## 10.2 TABLA DE PONDERACIÓN

Una vez que la papelera ha sido elegida se va a llevar a cabo un proceso similar para seleccionar la tapa [4] [5].

Puede encontrarse esta información ampliada en el apartado "FASE 2 - 10.2 "Tabla de ponderación" del anexo.

Los parámetros que van a determinar la elección de la tapa son los mencionados a continuación:

- Acumulación de agua (x1)
- Protección de boca para entrada de agua (x1)
- Volumen (x1)
- Desmoldeo (x2)

### ACUMULACIÓN DE AGUA

Este parámetro se regula según sea de inclinada la superficie exterior. Puede ser bastante inclinada (1), inclinada (0,8) y menos inclinada (0,7).

### PROTECCIÓN DE BOCA PARA ENTRADA DE AGUA

Se tiene en cuenta lo protegida que se encuentra la boca y la tapa recibe un 1, 0,8 o 0,7. Este factor queda determinado por la necesidad del desmoldeo directo, tal y como se ve en las imágenes que ilustran como desmoldear la papelera.

### VOLUMEN

Se calcula del mismo modo que el volumen en los cuerpos.

### DESMOLDEO

Se calcula del mismo modo que el desmoldeo en los cuerpos.

Cada parámetro será evaluado del 0 al 1 según cada tapa se acomode a ellos. La puntuación se realizará sobre 5 puntos y aquella que tenga una mayor puntuación será la que se desarrolle en la siguiente fase.

En estas imágenes también se muestran posibles desmoldeos de las tapas:

- Este desmoldeo es directo ya que las piezas macho y hembra pueden salir sin ningún problema y desmoldear la pieza.

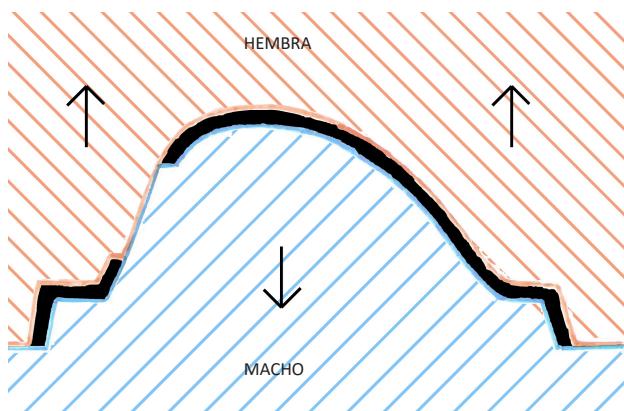


Figura 10.2.1 Desmoldeo directo de la tapa

- En este caso el desmoldeo no puede ser directo ya que la forma de la tapa hace que se necesiten desplazables tanto en el interior como en el exterior para poder desmoldearla.

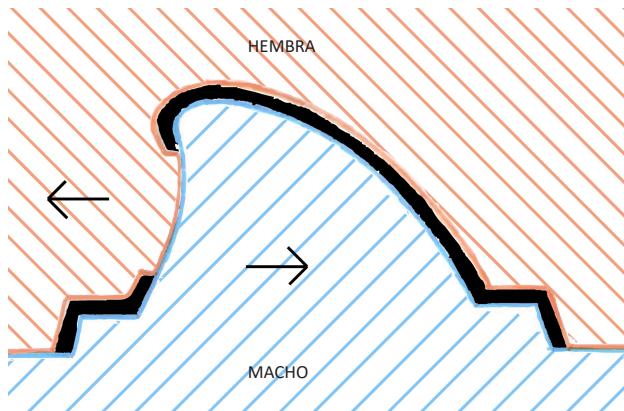


Figura 10.2.2 Desmoldeo indirecto de la tapa con desplazables

# 10. MODELADO 3D TAPA

En esta tabla de ponderación se pueden observar todas las tapas desarrolladas y su valoración. La tapa ganadora ha sido la 4.

	TAPA 1	TAPA 2	TAPA 3	TAPA 4	TAPA 5
ACUMULACIÓN AGUA	1	1	0,8	0,8	0,7
PROTECCIÓN BOCA	0,8	0,7	0,8	0,7	1
VOLUMEN	0,767	0,753	0,968	1	0,929
DESMOLDEO	1,333	2	1,333	2	1,333
<b>TOTAL</b>	<b>3,901</b>	<b>4,453</b>	<b>3,901</b>	<b>4,5</b>	<b>3,962</b>

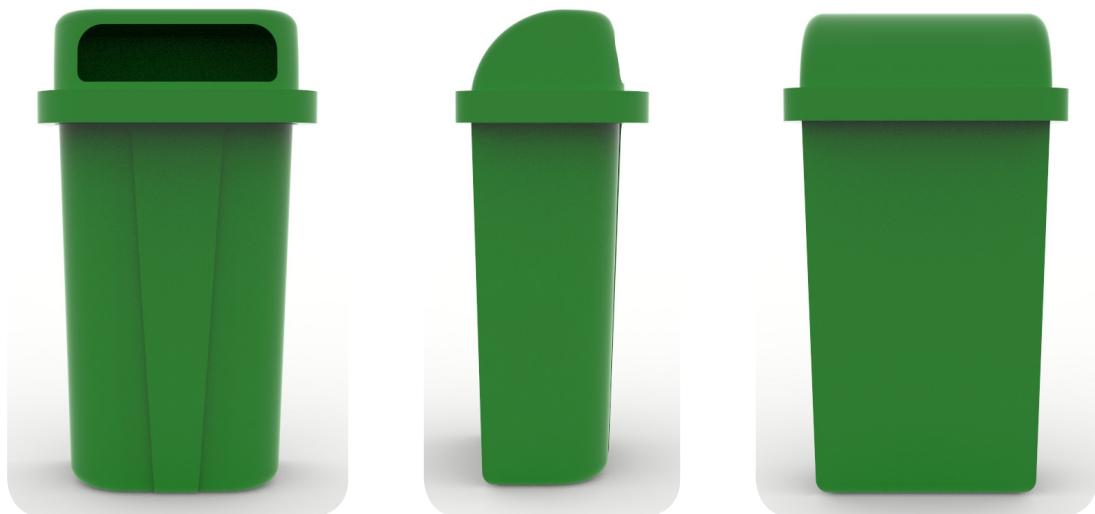
Tabla 10.2.1 Ponderación de las tapas

# 11. SELECCIÓN CONCEPTO FINAL

En las siguientes imágenes se puede ver el conjunto final con la papelera 3 y la tapa 4. Este conjunto se va a desarrollar en la siguiente fase para obtener un nuevo producto innovador y que satisfaga los requisitos de las papeleras DIN.



Figura 11.1 Vista 3D de la papelera final



Figuras 11.2, 11.3 y 11.4 Vistas frontal, lateral y posterior de la papelera final



# FASE 3

DESARROLLO 3D

CUERPO

SOPORTE

TAPA

# 12. DESARROLLO 3D

## 12.1 CUERPO

El principal problema a la hora de modelar la papelera ha sido la combinación del soporte antiguo y el nuevo.

Se ha querido desarrollar una papelera que pudiera ofrecer ambas posibilidades a elección del cliente, de tal manera que pudiera elegir entre usar una papelera completamente nueva, o solo un cuerpo nuevo y la tapa y soporte que ya tuviera de antes.

Al combinar el cuerpo y una parte del soporte, ha sido necesario tener en cuenta el desmoldeo de la pieza, ya que convertir dos piezas en una sola requiere de muchas iteraciones hasta conseguir el resultado final.

A la vista del soporte antiguo se deben implementar en la papelera, y para los dos tipos de soporte, los siguientes elementos:

- Una zona de enganche para acoplar el eje del soporte (antiguo o nuevo) y que permita al cuerpo girar.
- Una zona de registro lateral para que el soporte entre en ella, inicialmente pensada mediante nervado.
- Al menos una zona de registro en altura, que también puede ser implementada mediante nervado.
- En cualquier caso, reducir al máximo las contrasalidas para evitar el mayor número posible de desplazables en el molde.

El trabajo de desarrollo de todas las piezas del conjunto no termina en esta etapa, ya que va a seguir evolucionando en función de los resultados de simulación que se obtengan en la inyección y el análisis resistente.

*En este apartado solo se van a mostrar las iteraciones más importantes. Puede encontrarse esta información ampliada en el apartado "FASE 3 - 12.1 "Cuerpo" del anexo.*

### PUNTO DE PARTIDA

Para comenzar a modelar el soporte incorporado en el cuerpo, se ha decidido comenzar con la localización de los enganches del soporte antiguo. También se ha añadido un registro en altura dictado por este soporte, para saber mejor como colocarlo.

En las imágenes se puede ver como desmoldea la pieza. Tiene un desplazable en la parte superior para desmoldear los nervios que sirven de registro, y el resto es demoldeo directo.

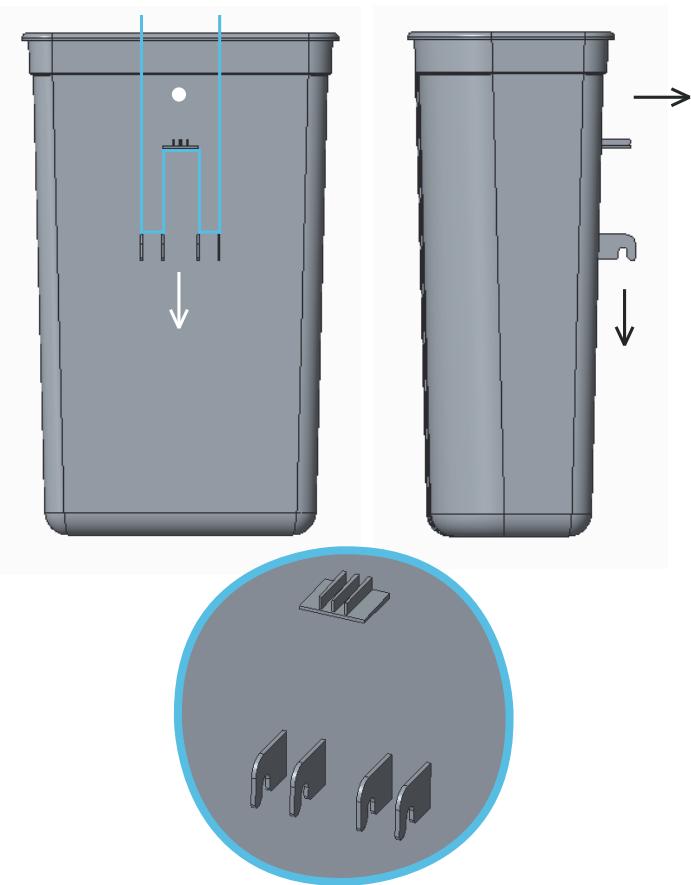


Figura 12.1.1 Vistas generales de la papelera mostrando el desmoldeo de la pieza. A la derecha, en el detalle, se muestra una vista en tres dimensiones del comienzo del desarrollo del soporte.

# 12. DESARROLLO 3D

## PRIMERA ITERACIÓN

Para que este cuerpo se pueda usar con ambos soportes, se ha pensado en situar dos ganchos adicionales, iguales a los del diseño antiguo, ligeramente encima de éstos, cumpliendo la restricción de apilado de 165 mm.

Esta opción se ha descartado ya que el desmoldeo no es posible.

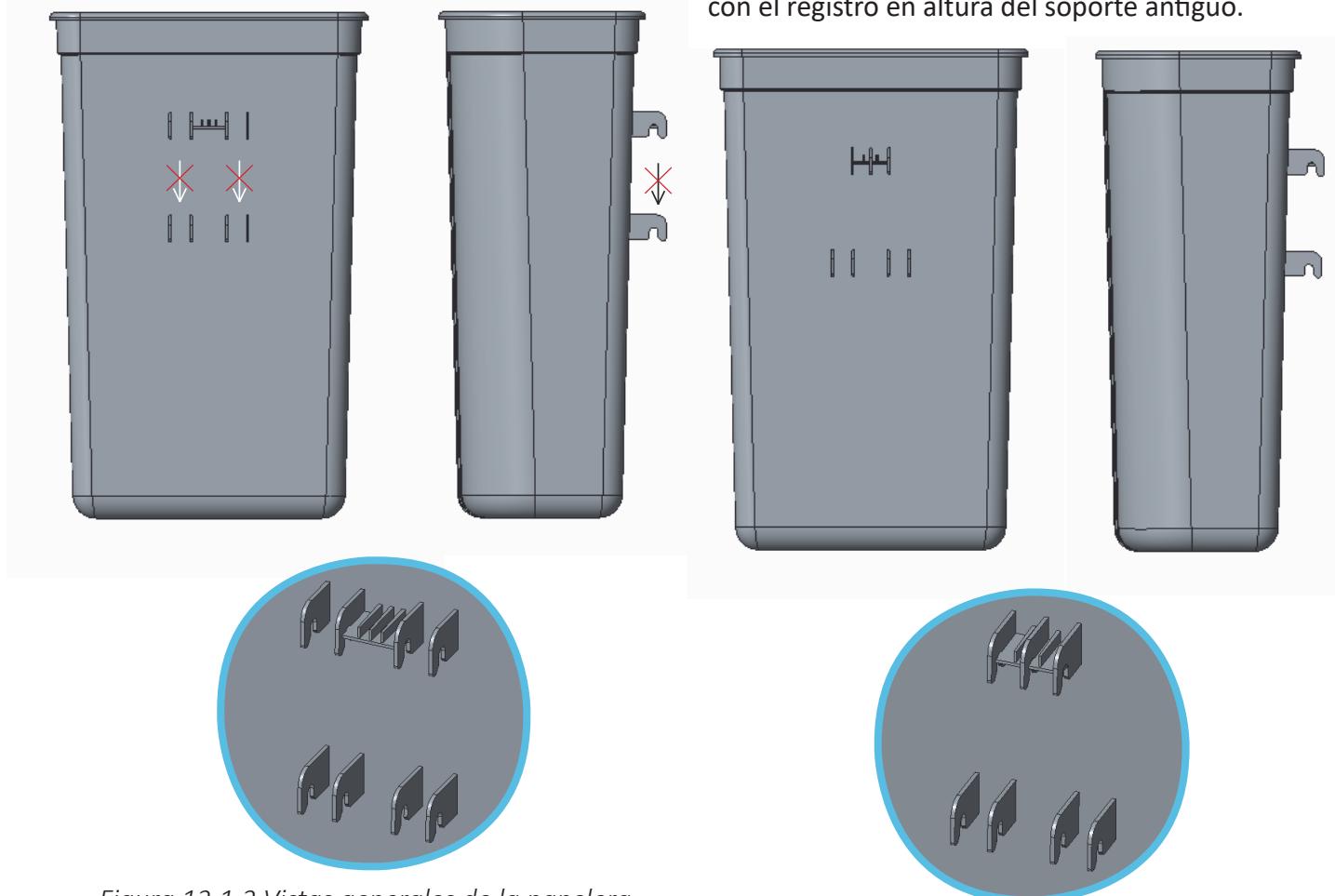


Figura 12.1.2 Vistas generales de la papelera mostrando el desmoldeo de la pieza. A la derecha, en el detalle, se muestra una vista en tres dimensiones de la primera iteración.

## SEGUNDA ITERACIÓN

Como alternativa, se ha pensado en colocar un enganche central, a una altura suficiente para que el apilado de 165 mm sea posible. Este debe tener menor anchura que la distancia que hay entre los ganchos inferiores.

Sin embargo, una vez definida esta altura, se observa que el nuevo gancho coincide en el espacio con el registro en altura del soporte antiguo.

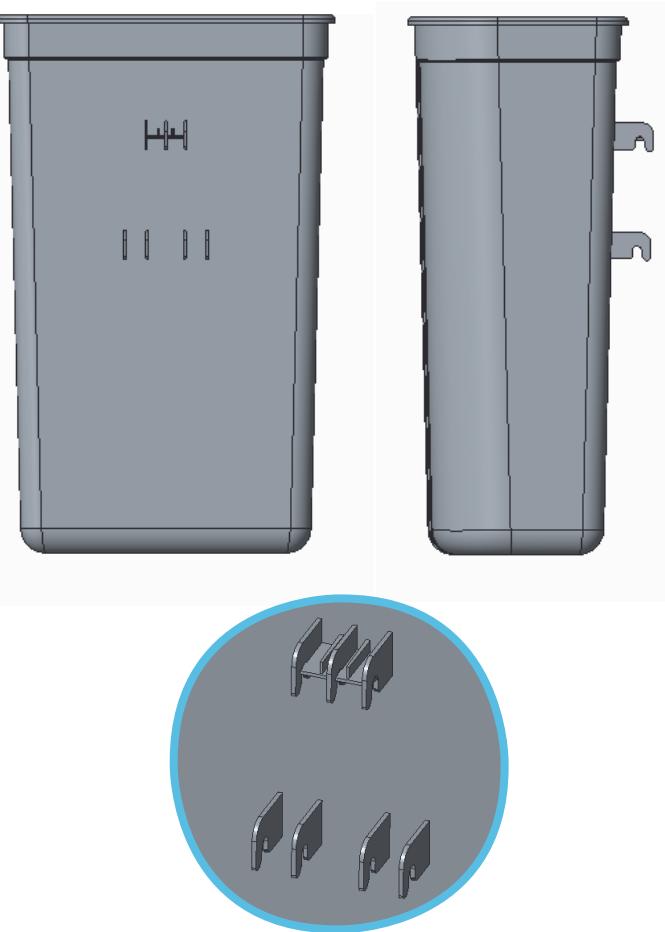


Figura 12.1.3 Vistas generales de la papelera. A la derecha, en el detalle, se muestra una vista en tres dimensiones de la segunda iteración.

# 12. DESARROLLO 3D

## CUARTA ITERACIÓN

La siguiente alternativa parte de la segunda iteración, consiste en utilizar un único gancho central para el soporte nuevo, que a la vez, permita el desmoldeo directo de todos los ganchos.

Como consecuencia de este diseño, el apilado no se mantiene en 165 mm, intentando mantenerlo en el mínimo posible.

También se añade otro registro en altura que sirve para el soporte nuevo. Además, se añaden unos perfiles que sirven para dar consistencia a la pared del cuerpo y de registro para colocar el soporte.

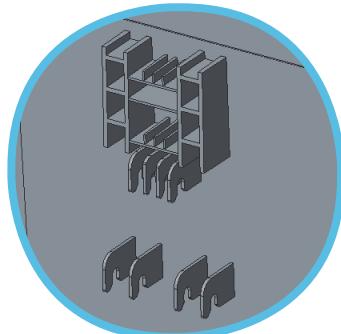
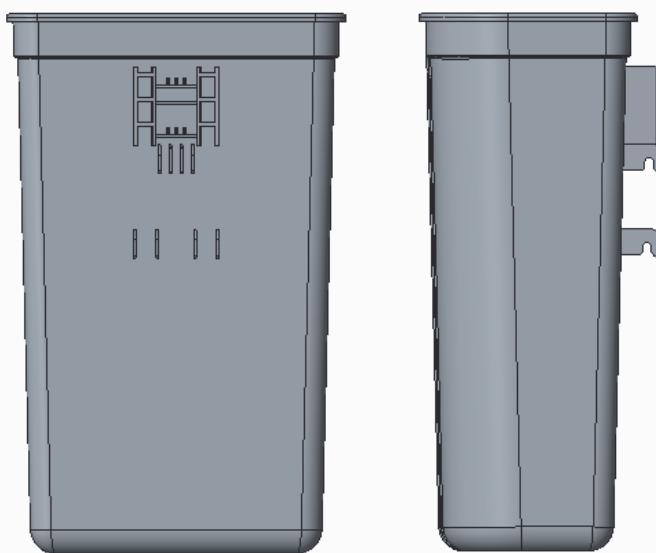


Figura 12.1.4 Vistas generales de la papelera. A la derecha, en el detalle, se muestra una vista en tres dimensiones de la cuarta iteración.

## QUINTA ITERACIÓN

A continuación, se lleva a cabo una simplificación de la idea, uniendo el hueco que existía entre el gancho superior y el registro inmediatamente superior a éste. Esto contribuye a disminuir la distancia de apilado.

Además, los perfiles que estaban presentes en los laterales del gancho superior se transforman en un realzado de 5 mm, que facilitará la colocación de los soportes.

El registro superior cambia completamente su forma, pasando a ser una "visera" con cartelas en la parte inferior de ésta. A los ganchos inferiores se les añade un perfil horizontal que los une por parejas.

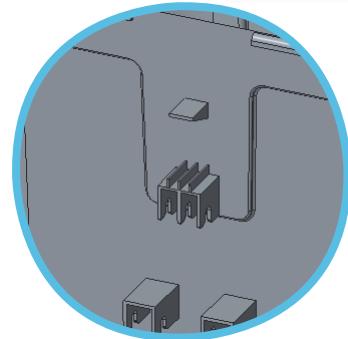
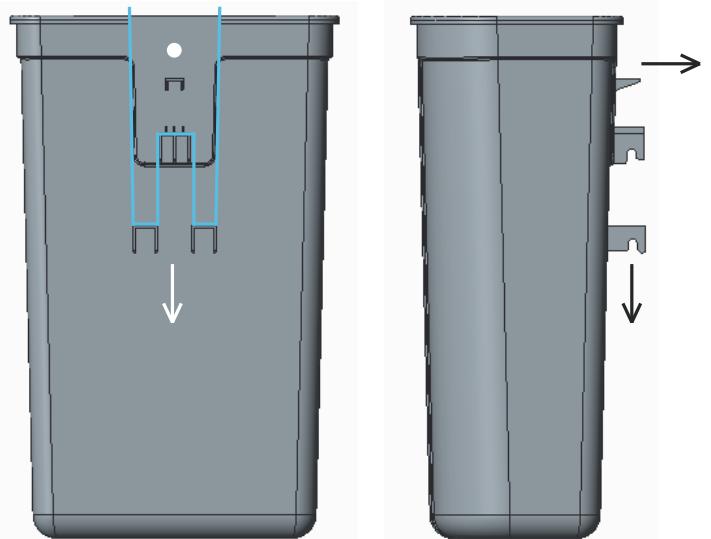


Figura 12.1.5 Vistas generales de la papelera mostrando el desmoldeo de la pieza. A la derecha, en el detalle, se muestra una vista en tres dimensiones de la quinta iteración.

# 12. DESARROLLO 3D

## SEXTA ITERACIÓN

El hecho de que el cuerpo de la papelera y los ganchos asociados al soporte antiguo pertenecieran a una sola pieza, dificultaba en gran medida el apilado, por lo que se pensó en eliminar estos ganchos del cuerpo, y convertirlos en una pieza independiente que se pudiera unir al cuerpo a través de unos clips, y de este modo, evitar el remachado.

A partir de ahora, cada alternativa tendrá dos opciones: la primera, que todo (cuerpo y ganchos inferiores) salga del mismo molde; y la segunda usar los ganchos con clip, independientes del cuerpo, siendo esta pieza necesaria solo si se quiere aprovechar el montaje del soporte antiguo.

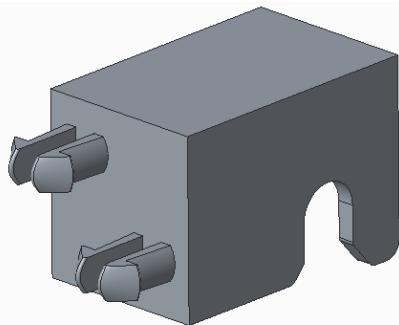


Figura 12.1.6.1 Geometría de la pieza clipada

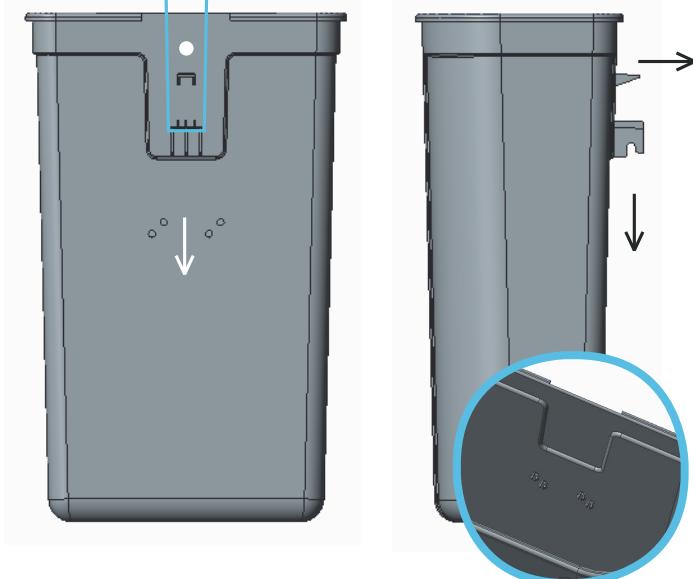


Figura 12.1.6.2 Vistas generales de la papelera mostrando el desmoldeo de la pieza. A la derecha, en el detalle, se muestra una vista en tres dimensiones de la sexta iteración.

## SÉPTIMA ITERACIÓN

Con el objetivo de mejorar el registro al colocar el soporte en el cuerpo, se ha aumentado la profundidad del realzado de 5 a 11 milímetros. La profundidad máxima que puede tener este realzado viene determinada por la tapa de la papelera.

Para evitar la interferencia entre el soporte y el nuevo realzado, se altera la forma del realzado en la parte superior del cuerpo, siguiendo la geometría del soporte

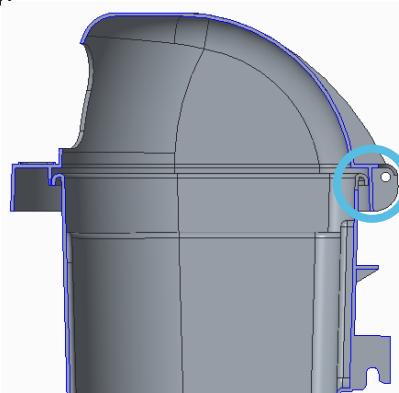


Figura 12.1.7.1 Sección de la papelera para observar la restricción de dimensión

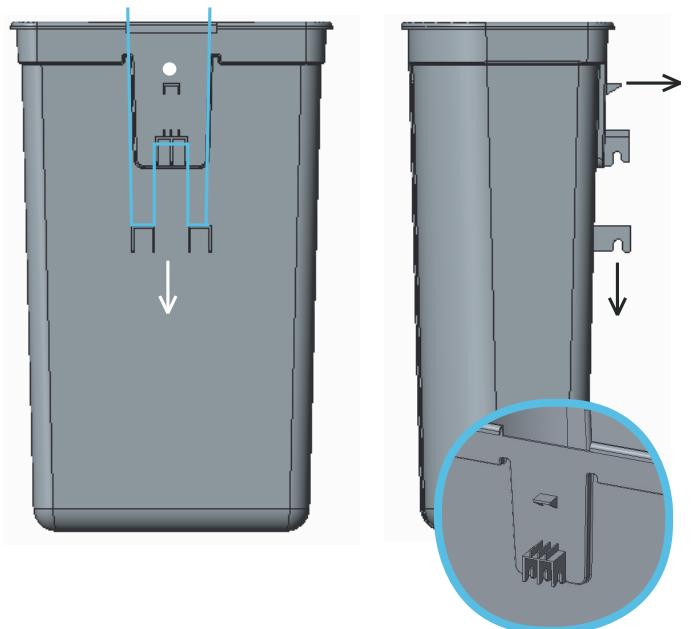


Figura 12.1.7.2 Vistas generales de la papelera mostrando el desmoldeo de la pieza. A la derecha, en el detalle, se muestra una vista en tres dimensiones de la séptima iteración.

# 12. DESARROLLO 3D

## DÉCIMA ITERACIÓN

Para llevar a cabo una nueva simplificación de la pieza, se ha decidido eliminar del cuerpo la visera superior y mantener el registro inferior para el soporte antiguo. Por este motivo, en el soporte, se elimina también el apoyo triangular superior.

Además, con el objetivo de mejorar la resistencia de los ganchos inferiores, se les añade unas cartelas en la parte superior.

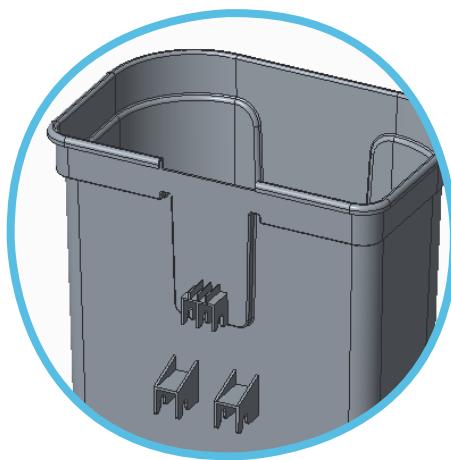


Figura 12.1.8.1 Vista en tres dimensiones de la décima iteración.

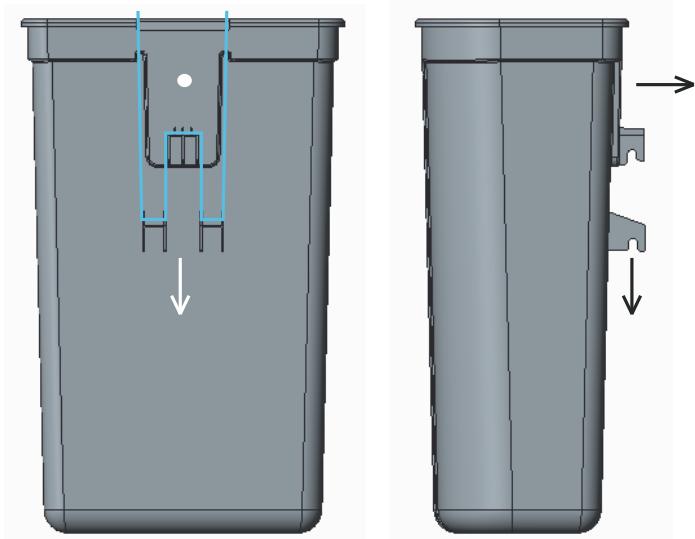


Figura 12.1.8.2 Vistas generales de la papelera mostrando el desmoldeo de la pieza

## DUODÉCIMA ITERACIÓN

Para evitar fabricar dos ganchos con clips diferentes, se ha decidido unirlos mediante una visera para convertirlos en una sola pieza. En las siguientes figuras se muestran los diseños de dichos ganchos: en caso de que el realzado llegue hasta los ganchos inferiores; o en caso de que éste solamente abarque el gancho superior.

Finalmente se ha decidido escoger la papelera que tiene un realzado completo, es decir, el que llega hasta los ganchos inferiores ya que, a priori, da mayor rigidez al cuerpo. Además se evitan las contrasalidas, consiguiendo el objetivo de desmoldeo directo.

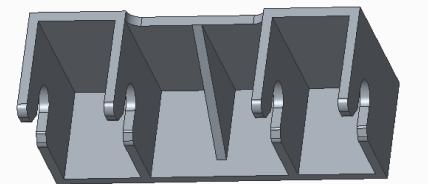
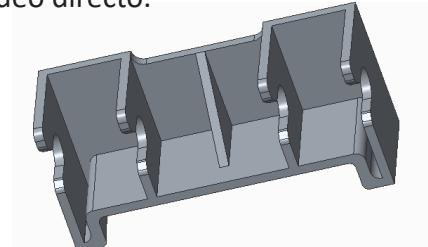


Figura 12.1.9.1 Vistas generales de las dos opciones de pieza clipada: arriba, realzado completo; abajo, realzado simple.

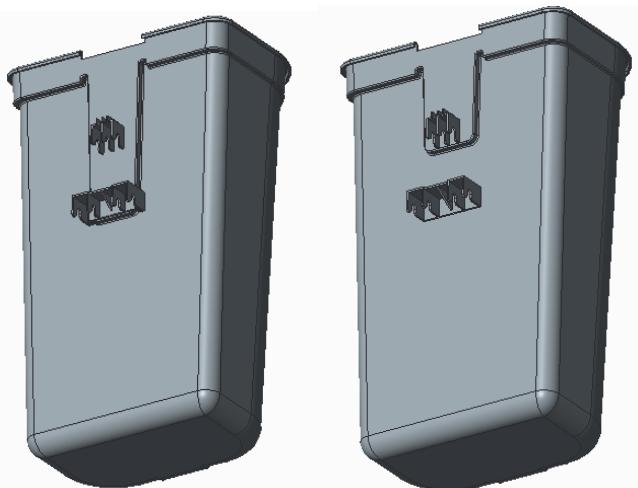


Figura 12.1.9.2 Vistas generales de las dos opciones de papelera

## 12.2 SOPORTE

El diseño del nuevo soporte se ha desarrollado de forma paralela al diseño del nuevo cuerpo, ya que un cambio en la geometría de uno de ellos implica un cambio en el otro. Por lo tanto se ha desarrollado un soporte con las siguientes características.

La pared del soporte tiene una forma cilíndrica en la parte central para poder ser acoplada fácilmente a elementos cilíndricos de la calle como semáforos, farolas o postes.

El eje inferior sirve para sujetar los ganchos del cuerpo en el soporte. Tiene recortes, también llamados vaciados, para reducir la cantidad de plástico a inyectar, y así hacer posible la fabricación de la pieza. Si estos vaciados no estuvieran presentes, el espesor del plástico en la zona del cilindro sería demasiado grande, aumentando el tiempo de ciclo de la pieza y por tanto su coste.

Para que todas las partes del eje puedan desmoldear, es necesario realizar un recorte en la pared del soporte a la altura de dicho eje.

La parte con perfil triangular se coloca sobre el registro del cuerpo y sirve para facilitar la colocación del cuerpo en el soporte.

Los cuatro orificios que se encuentran en la pared del soporte se utilizan para unir el soporte al semáforo, farola o poste mediante bridas metálicas.

Los agujeros que se encuentran en las paredes laterales del soporte sirven para colocar un eje cilíndrico que une la tapa y el soporte de la papelera. Unos refuerzos en las paredes confieren mayor consistencia a estas.

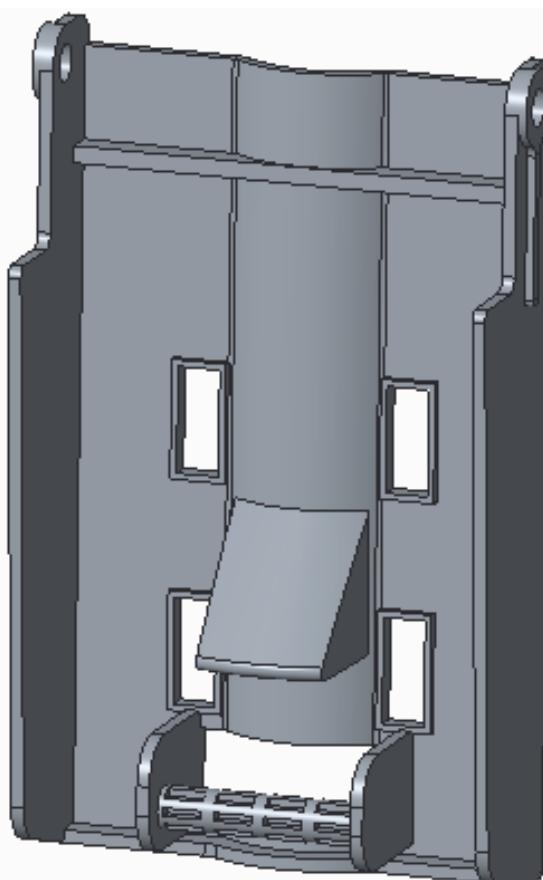


Figura 12.2.1 Vista general del soporte

# 12. DESARROLLO 3D

## 12.3 TAPA

La tapa también ha sufrido algunas modificaciones desde el comienzo de esta etapa.

En el frontal tiene un contorno rectangular con unos taladros, para colocar una chapa que sirve de apaga-cigarrillos.

En la parte interna hay un nervio que sirve de registro para colocar el cuerpo en el lugar adecuado.

Finalmente, en la parte trasera, hay unos nervios que se utilizan para alojar el eje que une tapa y soporte.

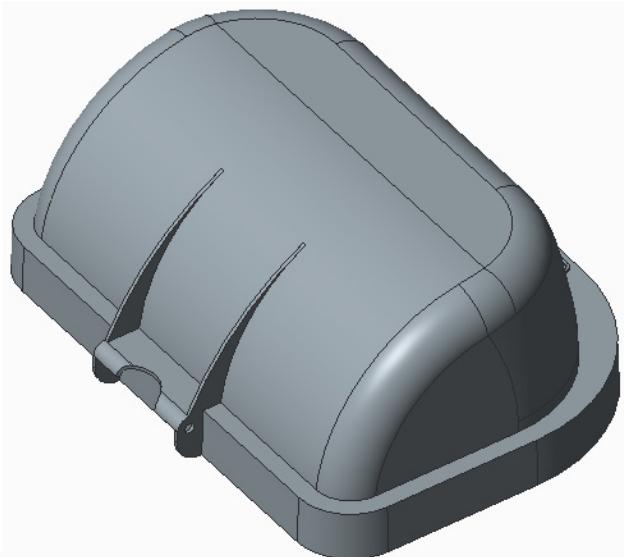


Figura 12.3.1 Vista trasera de la tapa



Figura 12.3.2 Vista frontal de la tapa



Figura 12.3.3 Vista inferior de la tapa

# FASE 4

## SELECCIÓN DE MATERIAL

### ENsayos de inyección

#### Introducción

Estudio de balanceo del cuerpo

Estudio de inyección del cuerpo

Estudio de balanceo de la tapa

Estudio de inyección de la tapa

## ENsayos de resistencia

#### Introducción

Papelera de 2,5 mm para soporte antiguo

Papelera de 2,5 mm para soporte nuevo

Papeleras de espesor 3 mm

Soporte

Pieza auxiliar: clip

# 13. SELECCIÓN DE MATERIAL

Tras el estudio de mercado realizado en la primera fase, se observó que la mayoría de las papeleras estaban fabricadas con polietileno de alta densidad (HDPE) y, en algunas ocasiones, se usaba el polipropileno (PP).

En este apartado se van a analizar los diferentes tipos de plásticos y se quiere conocer por qué se suelen escoger los comentados anteriormente para este tipo de productos. Para ello se va a realizar una tabla comparativa en la que los parámetros tendrán distinta importancia.

En el caso de que los valores estén sobredimensionados respecto a lo que se necesita para esta papelera, la puntuación será de cero.

	LDPE	HDPE	PP	PA	PVC RÍGIDO	ABS	PS	SAN	PC
COMPORTAMIENTO	TENAZ	TENAZ	TENAZ	TENAZ	FRÁGIL	TENAZ	FRÁGIL	FRÁGIL	FRÁGIL
RESISTENCIA A FLEXIÓN [MPa]	-	35 (3)	23 (2)	75 (0)		72 (0)			
RIGIDEZ [MPa]	-	1000 (3)	1150 (3)	2600 (0)		2200 (0)			
IMPACTO [MPa]	-	20 - 210 (2)	20 - 100 (1)	30 - 250 (2)		200 - 400 (3)			
HDT [°C]	-	46 (3)	103 (0)	80 (0)		89 (0)			
PRECIO [€/Kg]		1,25	1,2	2,4		1,6			
DENSIDAD [g/cm³]		0,95	0,9	1,13		1,05			
TOTAL	11	6	2		3				

Tabla 13.1 Selección del mejor material para la papelera escogida

El material que mayor puntuación ha obtenido ha sido el polietileno de alta densidad (HDPE). Los valores de resistencia a flexión, rigidez, precio y densidad son muy similares para PP y HDPE, sin embargo, la combinación de resistencia a impacto y el valor de HDT, hace que para este producto en concreto, que va a estar a la intemperie, sea mas recomendable fabricarlo en HDPE.

Además las papeleras pueden ir montadas en zonas de climas extremos, con temperaturas bajo cero. En esta situación, el rango de temperatura de trabajo para el HDPE es de -100 a 80°C, mientras que en el caso del PP es más limitada, de 0 a 100°C, haciendo el PE un material más recomendable para este producto que el PP y, de este modo, no hay que preocuparse del lugar geográfico en el que se coloquen las papeleras.

Puede encontrarse esta información ampliada en el apartado "FASE 4 - 13 "Selección de material" del anexo.

# 14. ENSAYOS DE INYECCIÓN

## 14.1 INTRODUCCIÓN

A continuación, se van a realizar los ensayos de inyección de los elementos más importantes del conjunto, es decir, la tapa y el cuerpo. [4] [5]

Antes de comenzar con estos ensayos se debe saber qué máquina se ha de utilizar, por lo tanto, primero se deben conocer las dimensiones de la pieza para estimar el tamaño de molde, y ver cual es la máquina necesaria para poder montar ese molde en ella.

Los parámetros de la máquina a considerar en base al tamaño de molde son los siguientes:

- Carrera máxima de apertura de la máquina

Es la máxima distancia que puede abrirse la unidad de cierre para que la pieza pueda salir del molde.

- Carrera máxima de expulsión de la máquina

Es la máxima distancia que pueden moverse los expulsores.

- Espesor mínimo de molde de la máquina

Es lo que ocupa el molde junto con los expulsores y las dos placas de amarre.

- Paso entre columnas de la máquina

Es la distancia entre las dos columnas superiores de la máquina, y entre las cuales debe caber el molde, para montarlo en máquina con puente grúa.

### REQUISITOS PARA LA INYECCIÓN DEL CUERPO

A continuación se van a calcular los parámetros necesarios de la máquina según las dimensiones de la pieza (anchura 250 x largura 395 x altura 650):

- Carrera mínima de apertura:

$$2 \times \text{Altura} + 200 \text{ (margen)} = 1500 \text{ mm}$$

- Carrera mínima de expulsión:

$$\text{Altura} + 100 \text{ (margen)} = 750 \text{ mm}$$

No es necesaria tanta distancia si un robot extrae la pieza. Sería suficiente con 100 mm de recorrido de expulsión.

- Espesor mínimo de molde de la máquina:

$$2 \times \text{placas de amarre} + \text{regles} + \text{molde} = 1210 \text{ mm}$$

- Paso mínimo entre columnas de la máquina:

$$595 \times 450 \text{ mm}$$

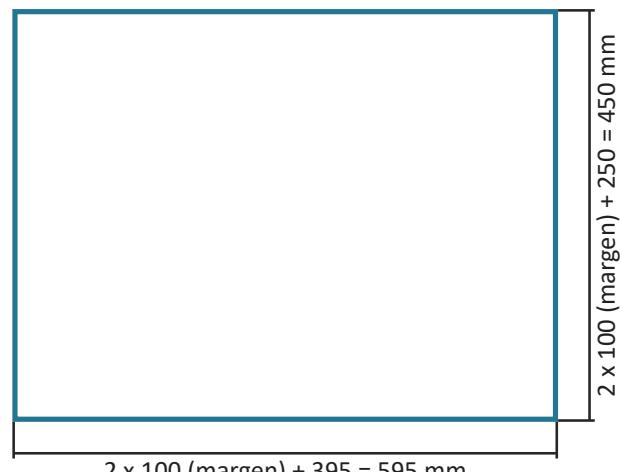


Figura 14.1.1 Planta de la pieza  
(paso entre columnas)

En la siguiente imagen se muestra el esquema de un molde convencional para la inyección del cuerpo.

# 14. ENSAYOS DE INYECCIÓN

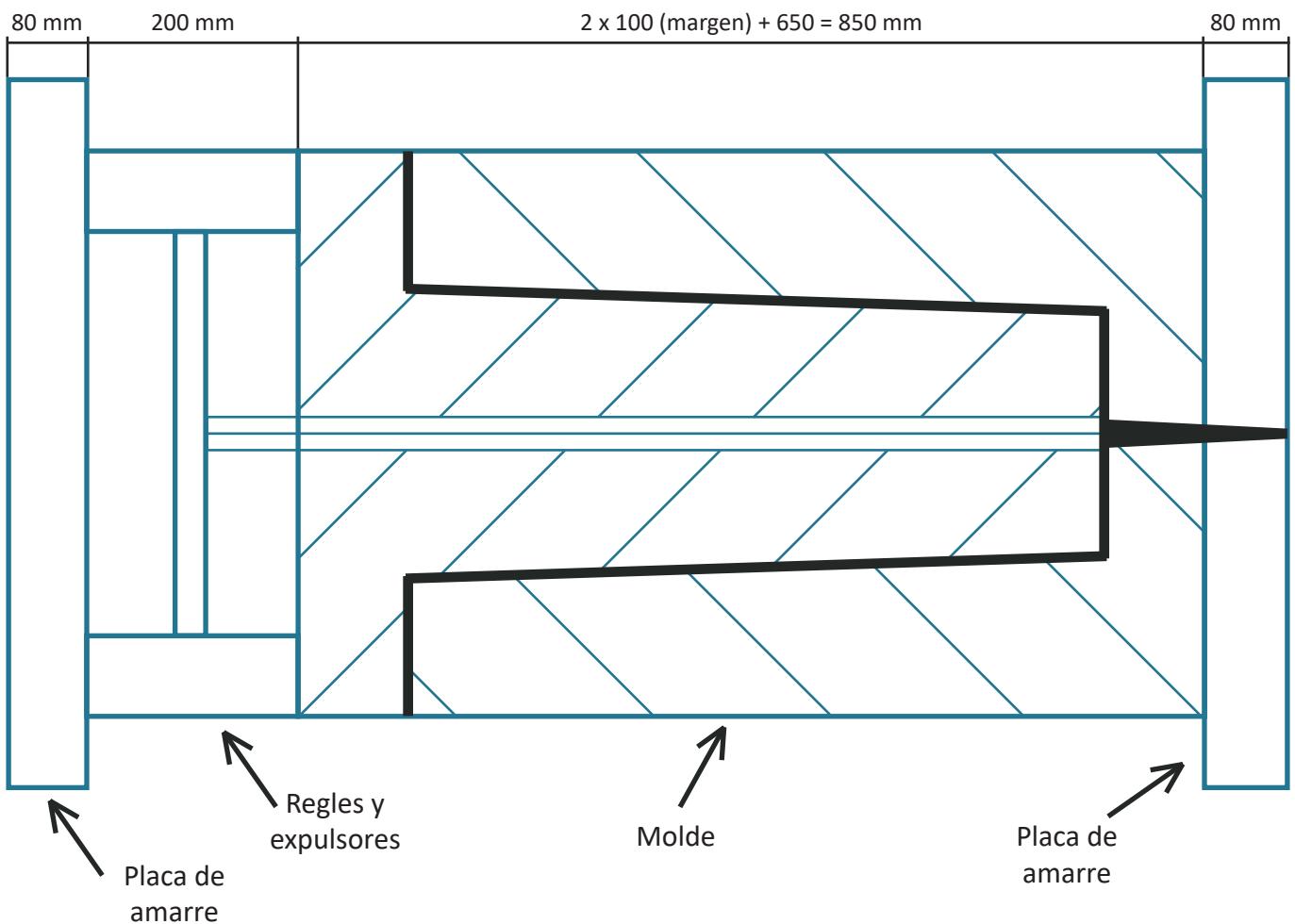


Figura 14.1.2 Molde del cuerpo que muestra el espesor mínimo de molde)

Utilizando los requisitos determinados por el cuerpo se ha escogido la siguiente máquina que cumple todos los parámetros. Es el modelo Astron 1450 SP de Mateu y Solé y tiene las siguientes características:

- Fuerza de cierre: 1450 Tm
- Carrera máxima de apertura: 1500 mm
- Espesor mínimo de molde: 500 - 1400 mm
- Paso entre columnas HxV: 1350 x 1200 mm
- Carrera máxima de expulsión: 300 mm

Esta fuerza de cierre no se podrá superar cuando se inyecte el plástico en el molde.

Para este molde se ha decidido inyectar mediante canal frío, ya que no se necesita que el punto de inyección tenga un perfecto acabado. El canal frío implica el uso de una mazarota que se enfriará y saldrá impulsada junto al cuerpo.

# 14. ENSAYOS DE INYECCIÓN

## REQUISITOS PARA LA INYECCIÓN DE LA TAPA

Las dimensiones de la tapa (anchura 335 x largura 433 x altura 170) determinan los parámetros:

- Carrera mínima de apertura:  
 $2 \times \text{Altura} + 200 \text{ (margen)} = 540$
- Carrera mínima de expulsión:  
 $\text{Altura} + 100 \text{ (margen)} = 270 \text{ mm}$   
Igual que para el cuerpo, puede ser menor si la pieza se expulsa con ayuda de un robot.
- Espesor mínimo de molde de la máquina:  
 $2 \times \text{placas de amarre} + \text{regles} + \text{molde} = 680 \text{ mm}$
- Paso mínimo entre columnas de la máquina:  
 $633 \times 535 \text{ mm}$

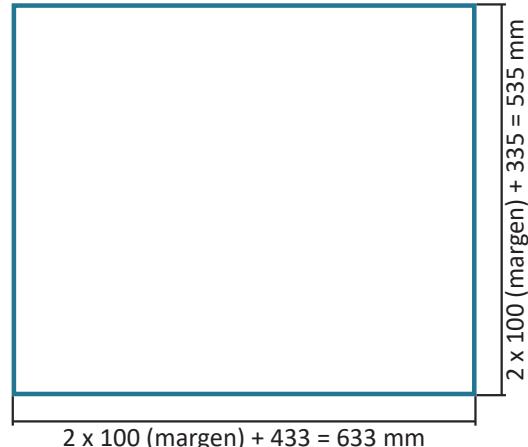


Figura 14.1.3 Planta de la pieza  
(paso entre columnas)

A diferencia del caso anterior, para que el punto de inyección no quede visto en la cara estética de la tapa, se debe diseñar un molde invertido. Esto quiere decir que la inyección y la expulsión se realizan desde el mismo lado, el macho. En el esquema se puede observar como ahora la placa expulsora está a la derecha, y una cámara caliente la atraviesa para llegar hasta la cavidad del molde.

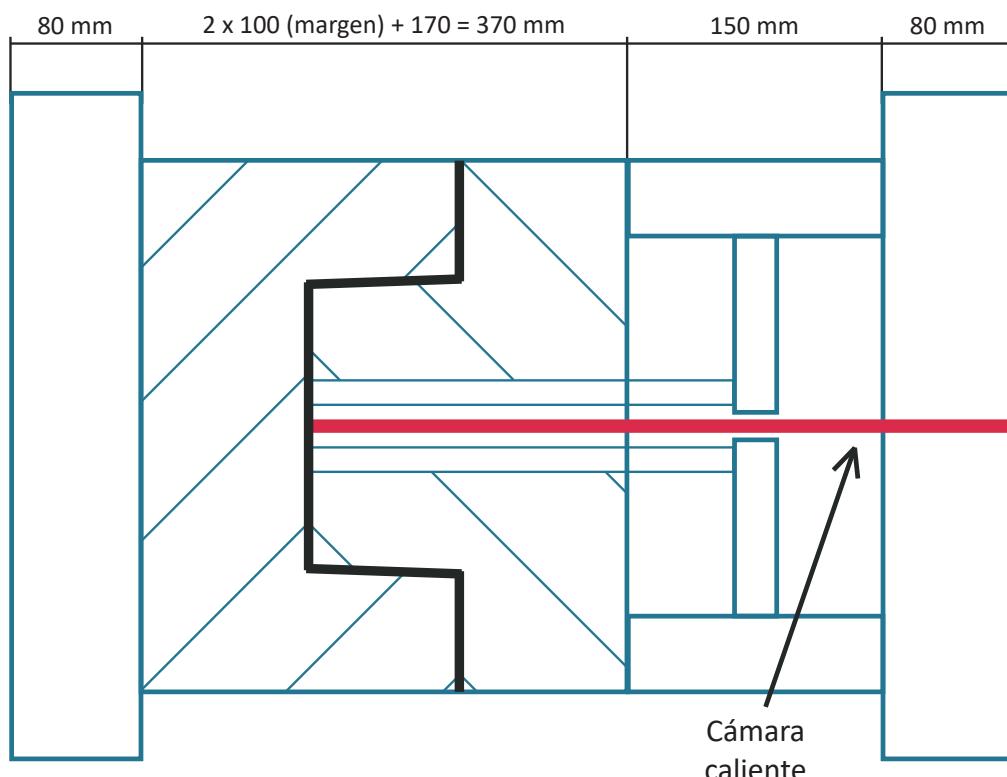


Figura 14.1.4 Molde de la tapa que muestra el espesor mínimo de molde

# 14. ENSAYOS DE INYECCIÓN

En principio, para inyectar la tapa no se necesita una máquina tan potente ya que la pieza es más pequeña pero como se ha visto anteriormente, el molde se complica y al ser invertido crece en espesor.

La máquina recomendada de Mateu y Solé será la Astron 500 SD II y sus características son las siguientes:

- Fuerza de cierre: 500 Tm
- Carrera máxima de apertura: 800 mm
- Espesor mínimo de molde: 300 - 900 mm
- Paso entre columnas HxV: 820 x 820 mm
- Carrera máxima de expulsión: 210 mm

Una vez conocidas las fuerzas de cierre de cada máquina se puede seguir con el estudio del proceso de inyección.

## TIEMPO DE LLENADO

Los tiempos de llenado varían según el tamaño de la pieza del siguiente modo:

- Piezas pequeñas y finas como carcchas de móvil: 0,7 - 1,5 s
- Piezas intermedias: 2 - 5 s
- Cubos de comunidad: 7 - 8 s
- Piezas grandes como contenedores: 16 s

## MATERIAL

Todos los casos que se van a calcular van a tener el mismo material, un polietileno de alta densidad, en concreto, ERACLENE MR 80 U, elegido en base al grado que usa habitualmente CONTENUR en sus productos, empresa con la que colabora habitualmente el TIIP.

Este material tiene unos parámetros recomendados por el fabricante a la hora de programar la máquina y son:

- Temperatura de inyección
- Temperatura de molde
- Temperatura de expulsión
- Temperatura máxima

Descripción	Procesamiento recomendado
Temperatura de la superficie del molde	40 C
Temperatura de masa fundida	240 C
Intervalo de temperaturas del molde (recomendado)	
Mínimo	20 C
Máximo	60 C
Intervalo de temperaturas de masa fundida (recomendado)	
Mínimo	220 C
Máximo	260 C
Temperatura absoluta máxima de masa fundida	300 C
Temperatura de expulsión	100
Esfuerzo de cizalla máximo	0.2 MPa
Velocidad de cizalla máxima	40000 1/s

Figura 14.1.5 Prámetros recomendados de ERACLENE MR 80

## ESPESOR

Las papeleras actuales tienen un espesor de 3 mm. En este caso se ha decidido calcular la inyección con un espesor de 2,5 mm, además de con el de 3, para ver si es posible la inyección y de este modo reducir la cantidad de material usado. En el caso de la tapa también se va analizar la inyección con estos dos espesores.

# 14. ENSAYOS DE INYECCIÓN

## 14.2 ESTUDIO DE BALANCEO DEL CUERPO

El primer paso para la inyección del cuerpo es conocer el punto desde el cual es más adecuada la inyección. Para esto se va a llevar a cabo un análisis del balanceo observando las presiones y los tiempos de llenado. (Se ha establecido un tiempo de llenado de 3 segundos para comenzar a analizar el cuerpo.)

Cuanto más uniformemente se distribuya el plástico en el molde, la presión será menor. Como se puede observar en la tabla siguiente, la mejor opción es la tercera, ya que es la que tiene las presiones más equilibradas, sin sobrecompactarse ninguna zona. [2] [6] [7]

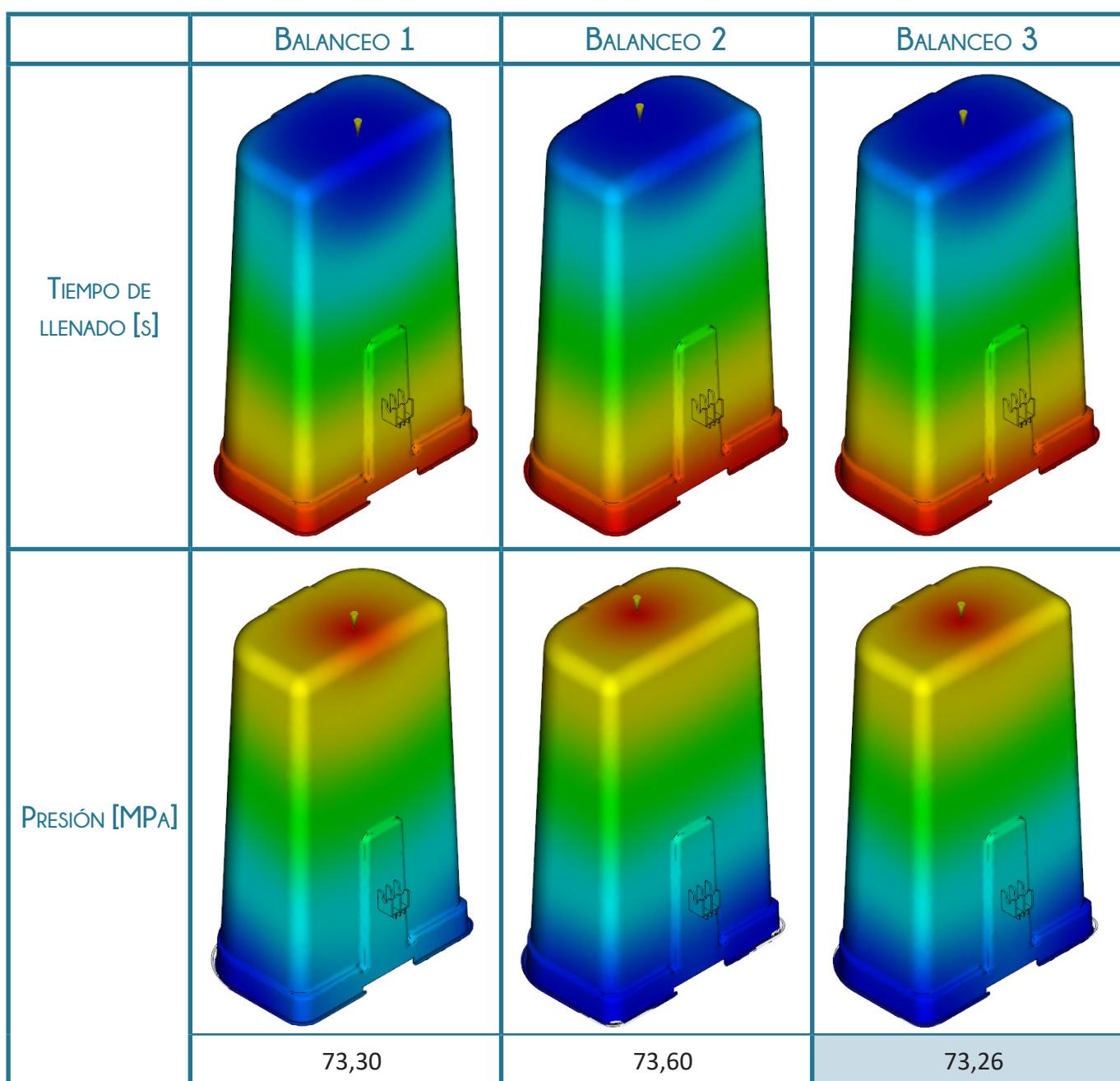


Tabla 14.2.1 Análisis del balanceo del cuerpo observando la presión y el tiempo de llenado

# 14. ENSAYOS DE INYECCIÓN

## 14.3 ESTUDIO DE INYECCIÓN DEL CUERPO

Una vez conocido el punto de inyección, se coloca en el cuerpo una mazarota para introducir el material en el molde. Se ha decidido inyectar esta pieza con canal frío ya que la base de la papelera no necesita un perfecto acabado estético. Además, este método es más barato que si se usaran cámaras calientes. A continuación, se va a realizar un ensayo que evalúe el llenado y la compactación de la pieza. Se ha decidido establecer una presión de compactación del 80% de la presión de llenado, es decir, 55 MPa aproximadamente. También se va a evaluar con una presión de compactación de 30 MPa y 70 MPa para comparar resultados. Además, se ha establecido un tiempo de compactación de 20 segundos para calcular después cual será el tiempo de compactación real.

Puede encontrarse esta información ampliada en el apartado "FASE 4 - 14.3 "Estudio de inyección del cuerpo" del anexo.

### EJEMPLO DE ANÁLISIS DE INYECCIÓN

Los resultados que se van a mostrar son los del caso de un cuerpo de 2,5 mm de espesor y una presión de compactación de 55 MPa. Estos servirán de explicación para la tabla 14.3.3 que contiene los resultados de los seis casos que se van a analizar.

#### PRESIONES Y FUERZA DE CIERRE

En las siguientes imágenes se puede observar la máxima fuerza de cierre que se necesita para que el molde no se abra, tanto en el proceso de llenado como en el de compactación.

La primera tabla muestra la simulación del proceso de llenado de la pieza. Se puede observar cómo a medida que pasa el tiempo y la pieza se va llenando, la presión y la fuerza de cierre aumentan. El momento de máxima presión y fuerza de cierre coincide con el tiempo en el cual solo queda un 1% de pieza vacío. Este porcentaje se llenará gracias a la compactación. La máxima fuerza de cierre es de 711 Tm. La presión en el llenado es de 131 MPa.

2.702	75.63	106.37	484.70	647.55	U	
2.851	79.94	110.54	519.97	649.33	U	
3.000	84.26	115.07	559.47	650.91	U	
3.151	88.62	119.50	598.79	650.91	U	
3.300	92.93	123.81	638.12	650.91	U	
3.452	97.27	128.59	684.07	650.91	U	
3.516	99.03	131.00	711.06	649.35	U/P	
3.526	99.30	55.00	588.86	-185.31	P	
3.565	99.94	55.00	405.05	23.31	P	
3.567	100.00	55.00	402.12	25.17	Llenado	

Tabla 14.3.1 Resultados del proceso de llenado de la pieza junto con la fuerza de cierre

En la segunda tabla se muestra la fase de compactación. En ella se puede ver cómo se mantiene la presión durante el tiempo de compactación definido anteriormente (20 segundos). A partir de ese momento, se deja de aplicar presión. La máxima fuerza de cierre es de 402 Tm.

#### Fase de compactación:

Tiempo (s)	Compact (%)	Presión (MPa)	F. de cierre (tonelada)	Estado
3.567	0.13	55.00	401.75	P
3.976	1.15	55.00	373.73	P
5.976	6.15	55.00	394.91	P
7.726	10.53	55.00	322.63	P
9.726	15.53	55.00	343.36	P
11.726	20.53	55.00	349.95	P
13.476	24.90	55.00	317.69	P

Tabla 14.3.2 Resultados de la fase de compactación junto con la fuerza de cierre

# 14. ENSAYOS DE INYECCIÓN

## TIEMPO DE CICLO

En la siguiente imagen se puede observar el tiempo que debe pasar hasta que el cuerpo llegue a la temperatura de expulsión ( $100^{\circ}\text{C}$ ), es decir, el tiempo necesario para que el cuerpo se enfríe y pueda ser separado del molde por los expulsores. En esta figura se puede ver que la parte de la pieza que tarda más en enfriarse, y también las más gruesas, es la mazarota (31,4 s), ya que ésta es el punto por el que se inyecta el plástico fundido en la pieza. También se puede observar que la mayor parte de la pieza se ha enfriado pasados 12 segundos. Esto se debe a que, como el espesor del material es tan reducido, el plástico se enfriá rápidamente.

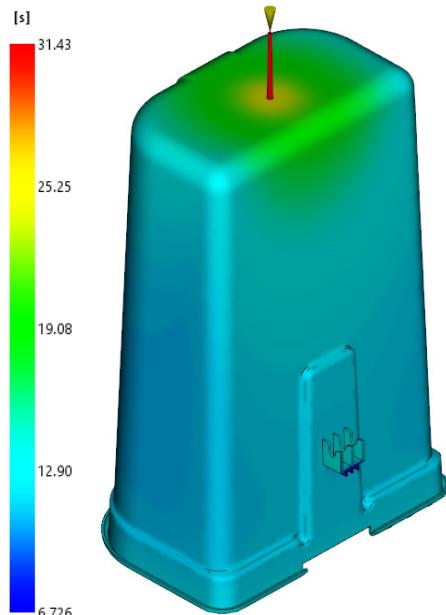


Figura 14.3.1 Tiempo para alcanzar la temperatura de expulsión ( $100^{\circ}\text{C}$ )

En el siguiente gráfico se muestra la evolución de la presión a lo largo del tiempo, en varios puntos de la pieza. Como se puede observar, a los 11 segundos la presión ha desaparecido en la mayoría de los puntos, debido a que el plástico ha solidificado y no se puede introducir más material, o bien la presión programada es baja para mantenerse durante un tiempo largo en puntos alejados de la entrada de material.

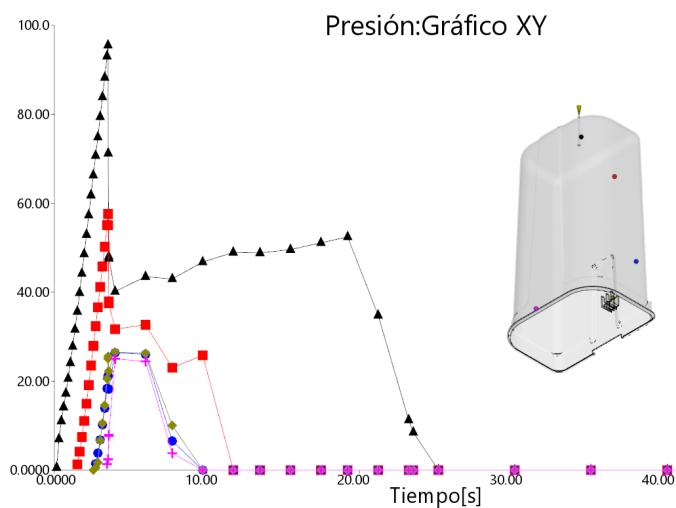


Figura 14.3.2 Gráfico que muestra la presión en distintos puntos de la pieza a lo largo del tiempo

# 14. ENSAYOS DE INYECCIÓN

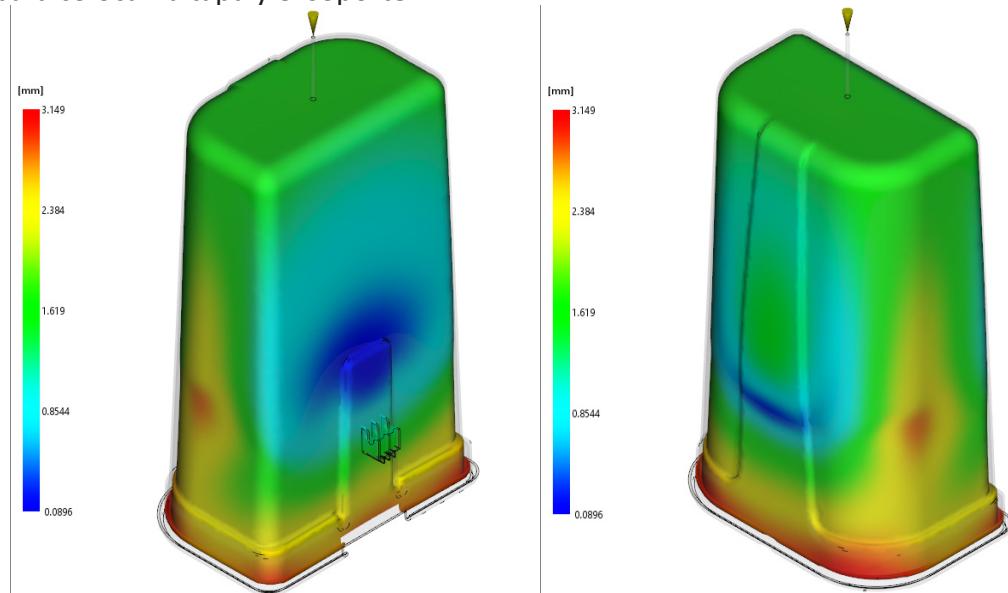
El tiempo de ciclo es la suma de los siguientes tiempos:

$$T_{\text{ciclo}} = T_{\text{llenado}} + T_{\text{compactación}} + T_{\text{enfriamiento}}; \quad 31,4 \text{ s} = 3 \text{ s} + 11 \text{ s} + T_{\text{enfriamiento}}$$

El tiempo de enfriamiento es el siguiente:  $31,4 - 3 - 11 = 17,4 \text{ s}$

## ALABEOS (DEFORMACIONES)

En las siguientes imágenes se pueden ver las deformaciones que ha sufrido la papelera en la simulación de esta inyección. Esta papelera sufre alabeos entre 0 y 3,15 mm lo que no es excesivo. En la parte delantera sufre un abombamiento, pero la parte superior de la papelera y la zona trasera apenas se deforman, lo que es esencial para colocar la tapa y el soporte.



Figuras 14.3.3 y 14.3.4 Deformaciones que ha sufrido el cuerpo

## COMPARACIÓN DE RESULTADOS

En la siguiente tabla se pueden observar los resultados de los 6 casos. El más favorable y con el que se ha decidido continuar ha sido con un cuerpo de espesor 2,5 mm y una presión de compactación de 70 MPa. Es el caso que menores alabeos produce y además tiene un tiempo de ciclo menor.

	30 MPa	55 MPa	70 MPa
ESPESOR 2,5 MM	Presión de llenado: 131 MPa $F_c$ llenado: 711 Tm $F_c$ compactación: 333 Tm $T_{\text{ciclo}}$ : 25 s Alabeos: 0,8 - 3,9 mm	Presión de llenado: 131 MPa $F_c$ llenado: 711 Tm $F_c$ compactación: 401 Tm $T_{\text{ciclo}}$ : 32 s Alabeos: 0 - 3,1 mm	Presión de llenado: 131 MPa $F_c$ llenado: 711 Tm $F_c$ compactación: 566 Tm $T_{\text{ciclo}}$ : 32 s Alabeos: 0,2 - 2,9 mm
ESPESOR 3 MM	Presión de llenado: 100 MPa $F_c$ llenado: 476 Tm $F_c$ compactación: 226 Tm $T_{\text{ciclo}}$ : 32 s Alabeos: 0,9 - 3,9 mm	Presión de llenado: 100 MPa $F_c$ llenado: 476 Tm $F_c$ compactación: 452 Tm $T_{\text{ciclo}}$ : 34 s Alabeos: 0 - 4,3 mm	Presión de llenado: 100 MPa $F_c$ llenado: 476 Tm $F_c$ compactación: 621 Tm $T_{\text{ciclo}}$ : 34 s Alabeos: 0 - 3,5 mm

Tabla 14.3.3 Resultados y comparación de los casos simulados del cuerpo

# 14. ENSAYOS DE INYECCIÓN

## 14.4 ESTUDIO DE BALANCEO DE LA TAPA

En el caso de la inyección de la tapa, se han simulado varios casos para conocer cual era el mejor tiempo de llenado y el mejor lugar para inyectar el plástico y se han obtenido los siguientes resultados.

Para un tiempo de llenado mayor, tanto la presión como la fuerza de cierre necesaria son menores. También se puede observar que si se coloca el punto de inyección más cerca de la boca de la tapa, la presión disminuye porque la parte delantera se llena más fácilmente. El inconveniente de colocar el punto de inyección en ese lugar es que el molde está descentrado y, por lo tanto, se necesita un molde más grande y se realiza peor la inyección.

Se observa también en las imágenes, que en el frontal de la pieza se unen los dos frentes de flujo formándose una línea de soldadura. Esta es inevitable debido a la geometría de la pieza.

Por lo tanto, se ha decidido escoger un tiempo de llenado de 2 segundos para que las presiones no sean demasiado elevadas. Además, se ha decidido escoger el molde centrado ya que se necesita una presión de llenado menor y el molde centrado favorece la inyección.

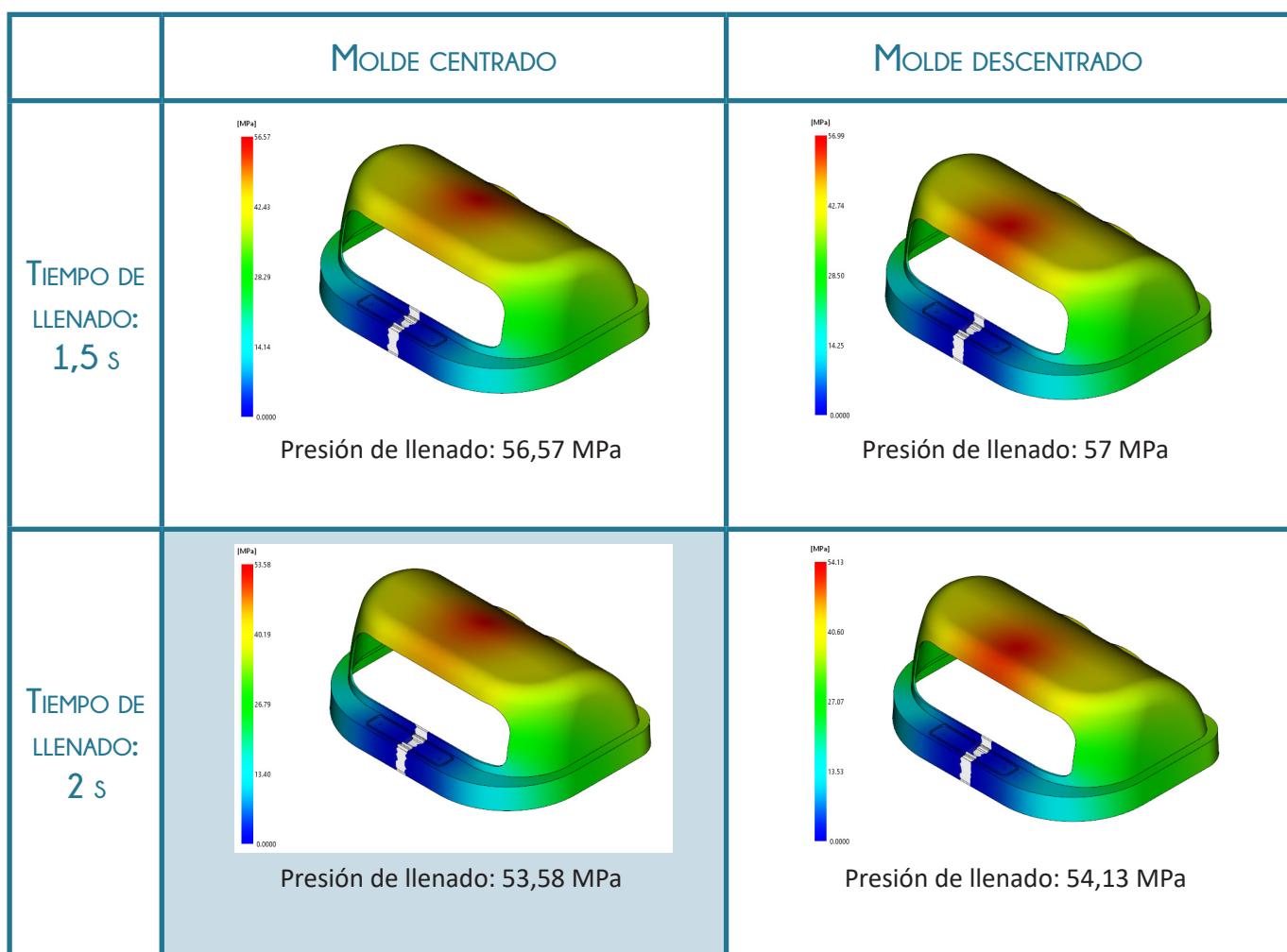


Tabla 14.4.1 Análisis del balanceo de la tapa observando el tiempo de llenado y su colocación en el molde

# 14. ENSAYOS DE INYECCIÓN

## 14.5 ESTUDIO DE INYECCIÓN DE LA TAPA

A continuación se va a llevar a cabo el estudio de la inyección de la tapa del mismo modo que se ha realizado con el cuerpo. En este caso las presiones con las que se va a simular el proceso de compactación son las siguientes: 25 MPa, 43 MPa, 60 MPa y 75 MPa. Del mismo modo que en el cuerpo, se ha establecido un tiempo de compactación de 20 segundos.

Puede encontrarse esta información ampliada en el apartado "FASE 4 - 14.5 "Estudio de inyección de la tapa" del anexo.

### EJEMPLO DE ANÁLISIS DE INYECCIÓN

Para exemplificar el análisis de la inyección de la tapa, se ha escogido un espesor de 2,5 mm, aplicando una presión de compactación de 43 MPa.

#### PRESIONES Y FUERZA DE CIERRE

En las siguientes tablas se pueden observar los procesos de llenado y de compactación. La máxima fuerza de cierre es de 627 Tm en el proceso de llenado y de 461 Tm en el proceso de compactación. La presión en el llenado es de 130,8 MPa.

1.301	54.69	82.59	81.75	334.67	U
1.402	59.32	83.77	92.59	334.77	U
1.502	63.89	85.05	104.52	334.82	U
1.600	68.23	87.49	128.14	334.24	U
1.700	72.68	89.94	151.97	334.80	U
1.800	77.11	92.49	177.80	335.34	U
1.900	81.48	95.48	210.25	335.58	U
2.000	85.56	101.63	280.67	336.21	U
2.101	89.35	111.83	398.42	336.22	U
2.200	93.32	120.22	496.77	336.30	U
2.301	97.38	127.79	588.93	336.32	U
2.341	99.02	130.79	627.14	335.61	U/P
2.352	99.42	43.00	556.21	-43.89	P
2.364	99.82	43.00	471.04	-1.56	P
2.366	100.00	43.00	462.24	-0.67	Llenado

Tabla 14.5.1 Resultados del proceso de llenado de la pieza junto con la fuerza de cierre

En la fase de compactación, la fuerza de cierre necesaria se da al comienzo de dicha fase. Obsérvese que la presión de compactación es tres veces menor que la presión máxima de llenado, y se verá posteriormente como la presión en cavidad cae rápidamente. Como consecuencia, también la fuerza de cierre disminuye en poco tiempo.

#### Fase de compactación:

Tiempo (s)	Compact (%)	Presión (MPa)	F. de cierre (tonelada)	Estado
2.366	0.06	43.00	461.00	P
4.026	4.21	43.00	309.63	P
6.026	9.21	43.00	288.40	P
8.026	14.21	43.00	206.70	P
10.026	19.21	43.00	292.70	P
12.026	24.21	43.00	177.31	P
14.026	29.21	43.00	113.32	P
16.026	34.21	43.00	63.15	P
18.026	39.21	43.00	30.61	P
20.026	44.21	43.00	15.68	P

Tabla 14.5.2 Resultados de la fase de compactación junto con la fuerza de cierre

# 14. ENSAYOS DE INYECCIÓN

## TIEMPO DE CICLO

En este gráfico, en el que se muestra el tiempo que tardan las diferentes partes de la pieza en llegar a la temperatura de expulsión ( $100^{\circ}\text{C}$ ), se puede ver que la tapa tarda 27 segundos en enfriarse hasta la temperatura indicada. Obsérvese, que en este caso no aparece mazarota en la imagen, dado que se va a llegar hasta la tapa con la cámara caliente del molde invertido, y por tanto, la mazarota no condiciona el tiempo de enfriamiento.

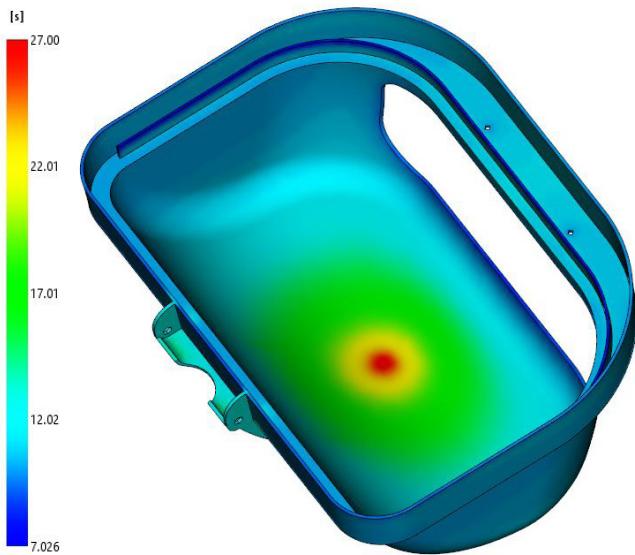


Figura 14.5.1 Tiempo para alcanzar la temperatura de expulsión ( $100^{\circ}\text{C}$ )

En el siguiente gráfico se puede ver la evolución de la presión en diferentes puntos de la tapa a lo largo del tiempo. Se puede ver que en la mayoría de los puntos, la presión cae pasados 10 segundos, por lo que ese es el tiempo necesario de compactación. En ese momento esos puntos ya están fríos, y no sufren ninguna presión.

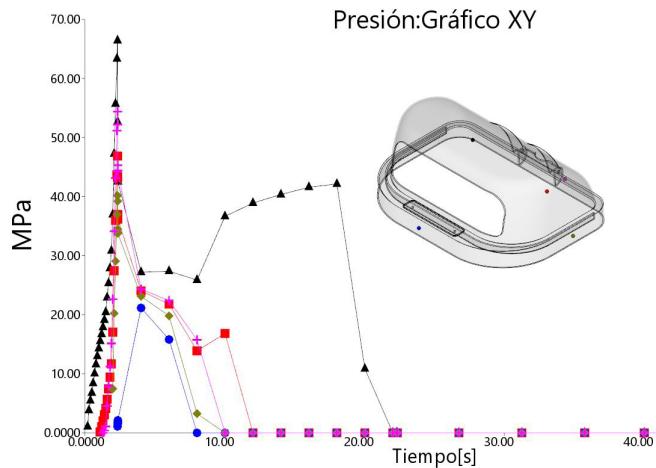


Figura 14.5.2 Gráfico que muestra la presión en distintos puntos de la pieza a lo largo del tiempo

El tiempo de ciclo es la suma de los siguientes tiempos:

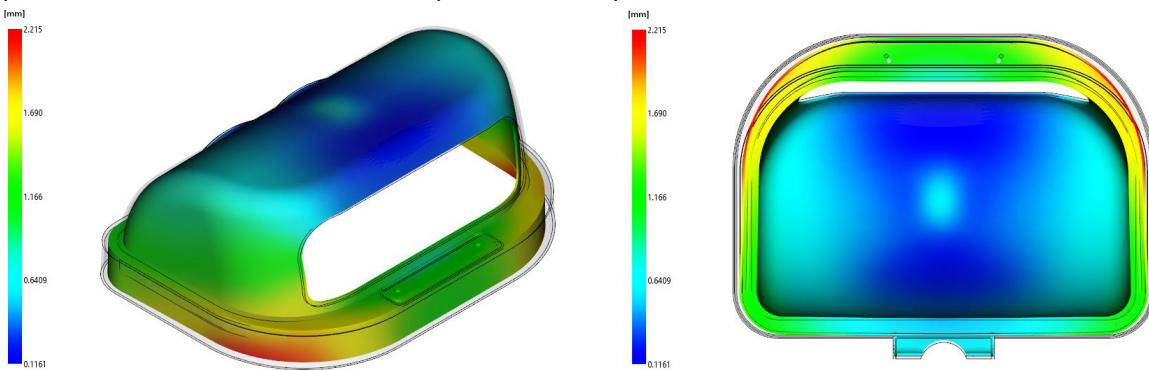
$$T_{\text{ciclo}} = T_{\text{llenado}} + T_{\text{compactación}} + T_{\text{enfriamiento}}; \quad 27 \text{ s} = 2 \text{ s} + 10 \text{ s} + T_{\text{enfriamiento}}$$

El tiempo de enfriamiento es el siguiente:  $27 - 2 - 10 = 15 \text{ s}$

# 14. ENSAYOS DE INYECCIÓN

## ALABEOS (DEFORMACIONES)

Los alabeos que se producen en este caso son de 0,12 a 2,22 mm. Las máximas deformaciones se producen especialmente en la parte delantera de la base. Por lo tanto, habrá que evaluar si estos alabeos pueden causar problemas a la hora de montar tapa sobre cuerpo.



Figuras 14.5.3 y 14.5.4 Deformaciones que ha sufrido la tapa

## COMPARACIÓN DE RESULTADOS

En la siguiente tabla se pueden observar los resultados de los 8 casos. Los mejores resultados se obtienen en una papelera de 2,5 mm de espesor y compactaciones altas. Esto se debe a que tiene un menor tiempo de ciclo y los alabeos también son menores. En el caso de que solo pueda usar la máquina establecida al comienzo del capítulo, que tiene una máxima fuerza de cierre de 500 Tm, la papelera deberá ser de 3 mm de espesor, dado que en todos los casos de espesor 2,5 mm se supera la fuerza de cierre máxima ya en el llenado. Dentro de los casos de 3 mm de espesor, el mejor caso el de 43 MPa, ya que da como resultado unos alabeos mejores, sin superar la fuerza de cierre ni en llenado ni en compactación.

	ESPESOR 2,5 MM	ESPESOR 3 MM
25 MPa	P llenado: 130,8 MPa $F_c$ llenado: 627 Tm $F_c$ compactación: 442 Tm $T_{ciclo}$ : 27,3 s Alabeos: 0,14 - 2,51 mm	P llenado: 112,5 MPa $F_c$ llenado: 426,3 Tm $F_c$ compactación: 295 Tm $T_{ciclo}$ : 27,7 s Alabeos: 0,02 - 2,87 mm
43 MPa	P llenado: 130,8 MPa $F_c$ llenado: 627 Tm $F_c$ compactación: 461 Tm $T_{ciclo}$ : 27 s Alabeos: 0,12 - 2,22 mm	P llenado: 112,5 MPa $F_c$ llenado: 426,3 Tm $F_c$ compactación: 348 Tm $T_{ciclo}$ : 27,5 s Alabeos: 0,03 - 2,5 mm
60 MPa	P llenado: 130,8 MPa $F_c$ llenado: 627 Tm $F_c$ compactación: 530 Tm $T_{ciclo}$ : 27 s Alabeos: 0,06 - 1,65 mm	P llenado: 112,5 MPa $F_c$ llenado: 426,3 Tm $F_c$ compactación: 570,5 Tm $T_{ciclo}$ : 27,3 s Alabeos: 0,08 - 2,63 mm
75 MPa	P llenado: 130,8 MPa $F_c$ llenado: 627 Tm $F_c$ compactación: 725,4 Tm $T_{ciclo}$ : 26,5 s Alabeos: 0,01 - 1,26 mm	P llenado: 112,5 MPa $F_c$ llenado: 426,3 Tm $F_c$ compactación: 765 Tm $T_{ciclo}$ : 26,7 s Alabeos: 0,13 - 2,74 mm

Tabla 14.5.3 Resultados y comparación de los casos simulados de la tapa

# 15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

## 15.1 INTRODUCCIÓN

Una vez se han terminado los cálculos de inyección, se van a llevar a cabo los ensayos resistentes. En ellos, se van a analizar las tensiones y desplazamientos de cada una de las piezas, para comprobar que la papelera es capaz de soportar el peso de los residuos. [8]

Para ello, se va a analizar el cuerpo de la papelera con 2 espesores, 2,5 y 3 mm, y también se va a analizar el soporte. En el cuerpo se van a simular dos situaciones que se dan en el uso normal de la papelera: que la papelera se encuentre cerrada, y que la papelera se encuentre abierta lo máximo posible.

Además la papelera se va a simular tanto con soporte nuevo como con soporte antiguo.

A medida que se analicen los diferentes casos que se han enumerado, y en caso de que sea necesario, se llevará a cabo una evolución de las piezas para que estas cumplan unos requisitos mínimos de tensión y desplazamiento.

Las propiedades del material que se ha escogido son las siguientes:

- Módulo de elasticidad: 900 MPa
- Límite elástico: 35 MPa
- Coeficiente de Poisson: 0,4101

En las tablas 15.2.1, 15.2.2, 15.3.1 y 15.4.1 de los siguientes subapartados, se muestran los resultados de las simulaciones correspondientes a las iteraciones de cada caso.

## 15.2 PAPELERA DE ESPESOR 2,5 mm PARA SOPORTE NUEVO

### CASO 1: PAPELERA CERRADA

Para simular que la papelera está cerrada, se han colocado restricciones fijas en el enganche donde se coloca el soporte, y en la parte delantera de la papelera, lo que simula el cierre con la tapa de esta. Estas restricciones fijas establecen puntos del cuerpo que no se pueden mover.

A continuación, se va a calcular la fuerza que se debe aplicar sobre el cuerpo.

Si la papelera se encuentra llena de residuos éstos pesarán 20 kg (la papelera tiene una capacidad de 50 litros y la densidad promedio de los residuos urbanos es de 0,4 kg/dm<sup>3</sup>).

$$D = m / V$$

$$m = D * V$$

$$m = 0,4 \text{ kg/dm}^3 * 50 \text{ dm}^3$$

$$m = 20 \text{ kg}$$

La fuerza con la que la Tierra atrae los residuos del interior de la papelera es de:

$$F = m * g = 20 \text{ kg} * 9,8 \text{ N/kg} = 196 \text{ N}$$

Por lo tanto se colocará una fuerza de 200 N en la base del cuerpo.

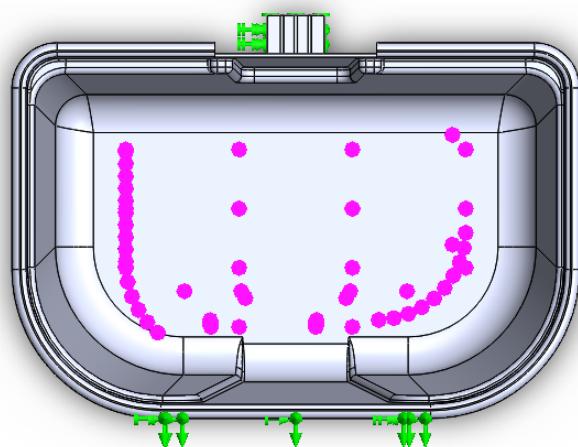


Figura 15.2.1 Fuerza de 200N aplicada en la base y restricciones

# 15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

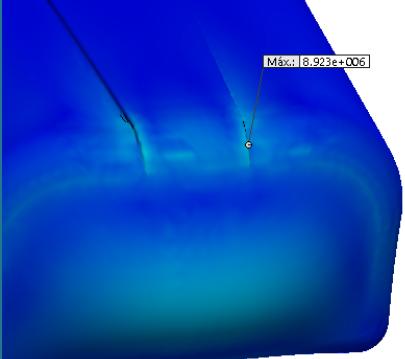
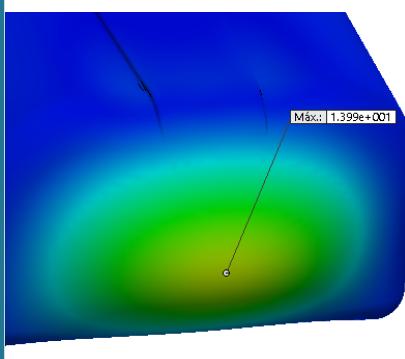
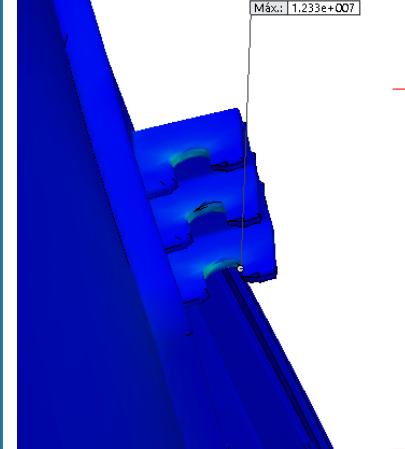
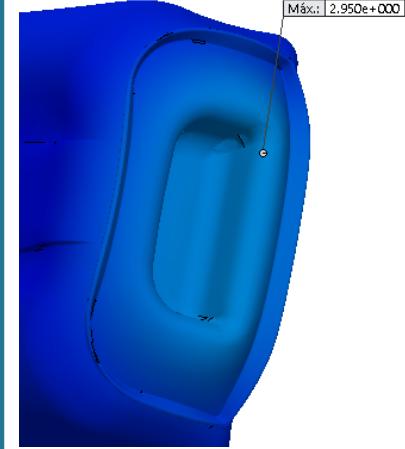
	TENSIONES [MPA]	DESPLAZAMIENTOS [MM]
PUNTO DE PARTIDA		
	<p>Se obtiene un desplazamiento de 14 mm en la base. Para corregirlo, se crea un rebundido y un nervio en la base. Además, se añaden los redondeos.</p>	
1 <sup>a</sup> ITERACIÓN		
	<p>Se obtiene una tensión de 12,33 MPa y un desplazamiento de 2,9 mm. Se decide reducir el espesor del enganche.</p>	
2 <sup>a</sup> ITERACIÓN		
	<p>Se obtiene una tensión de 16,6 MPa y un desplazamiento de 2,95 mm. No se realizan más cambios.</p>	

Tabla 15.2.1 Resultados de las simulaciones. Iteraciones del primer caso, papelera cerrada

# 15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

## CASO 2: PAPELERA ABIERTA

Cuando la papelera se encuentra abierta, ésta está inclinada unos  $8^\circ$ , tocando la base con el poste.

Para simular que la papelera se encuentra abierta, se ha decidido colocar una restricción en el enganche, igual que en el caso de la papelera cerrada. Además, se añade una restricción en la parte inferior de la papelera, para emular el contacto de esta con el poste. Esto significa que no se puede mover en la dirección perpendicular a la dirección de inclinación.

En cuanto a las fuerzas, como primera aproximación y más restrictiva, se ha decidido colocar la fuerza repartida entre la base y la parte central de la cara frontal. La fuerza es la misma que en el caso anterior, 200 N, en dirección perpendicular al suelo, teniendo en cuenta que la papelera ahora está inclinada  $8^\circ$ .

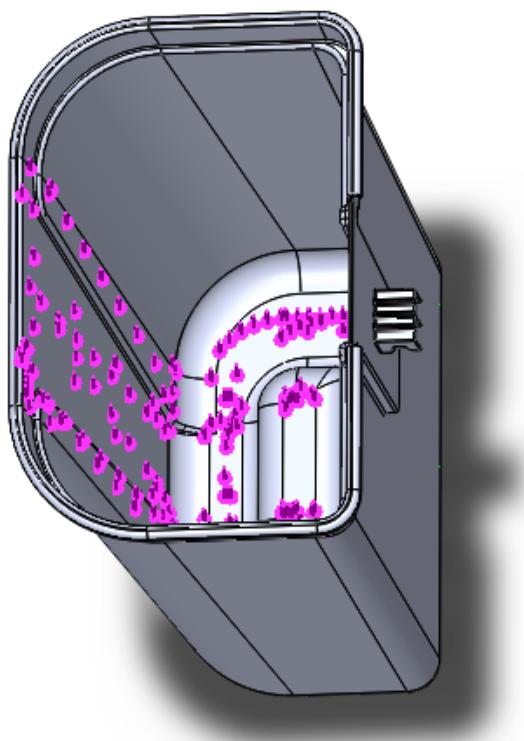


Figura 15.2.2 Fuerza aplicada en la cara frontal y en la base

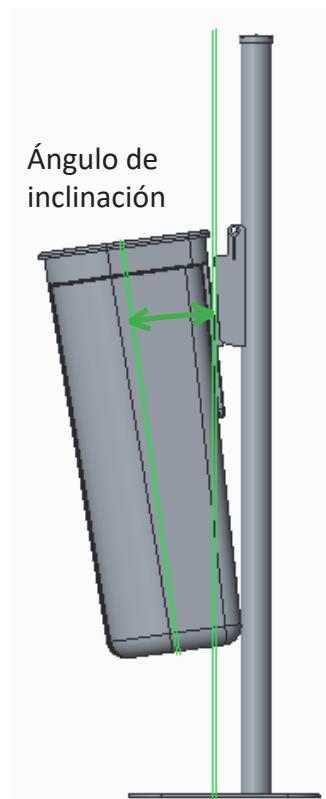


Figura 15.2.3 MÁXIMO ÁNGULO DE INCLINACIÓN DEL CUERPO

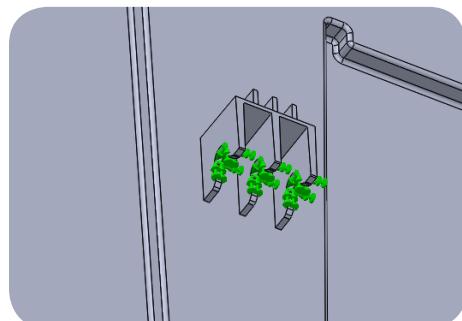


Figura 15.2.4 RESTRICCIÓN EN EL ENGANCHE

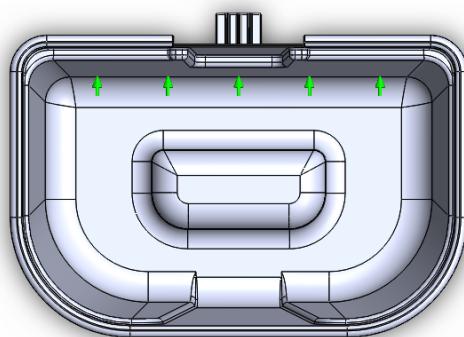


Figura 15.2.5 RESTRICCIÓN DEBIDO AL CONTACTO CON EL POSTE

# 15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

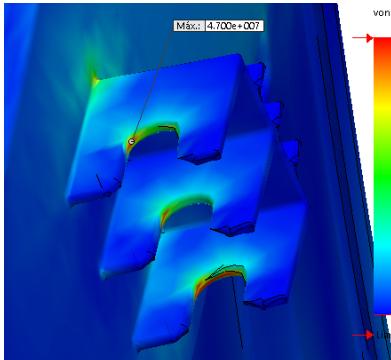
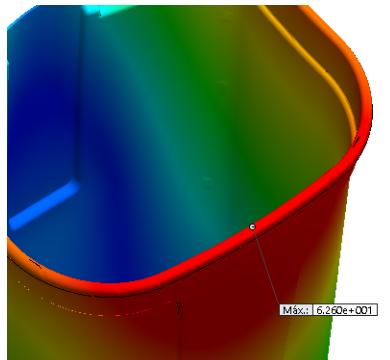
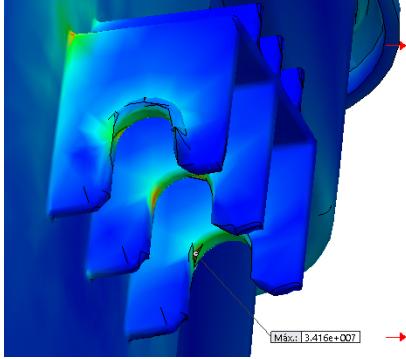
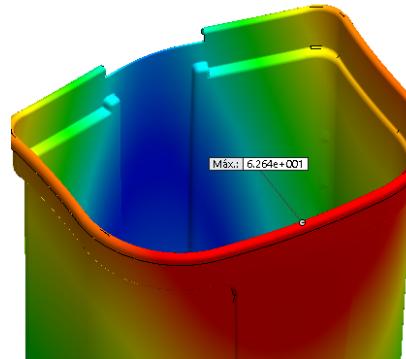
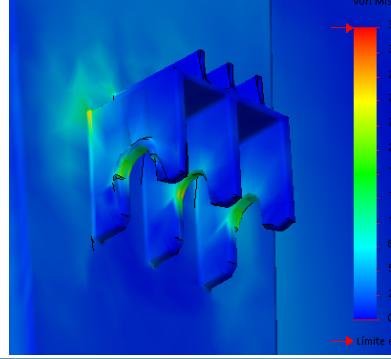
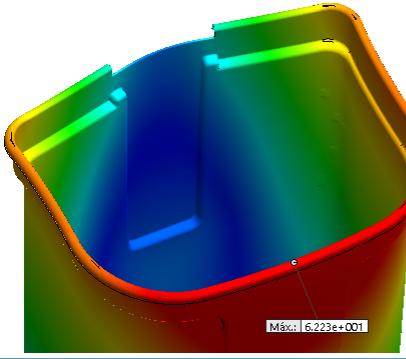
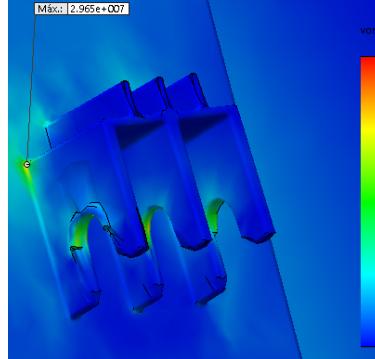
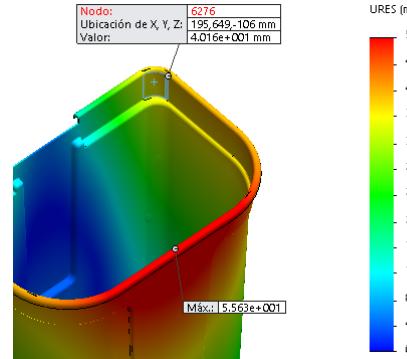
	TENSIONES [MPA]	DESPLAZAMIENTOS [MM]
PUNTO DE PARTIDA		
	<p>Se obtiene una tensión que supera el límite elástico, por lo tanto, se decide reforzar el enganche.</p>	
1 <sup>a</sup> ITERACIÓN		
	<p>Se obtiene una tensión cerca del límite elástico, por lo tanto, se decide reforzar el enganche.</p>	
2 <sup>a</sup> ITERACIÓN		
	<p>Se obtiene una tensión de 30,27 MPa, se decide redistribuir las fuerzas colocadas en la pared de la papelera, ya que la primera hipótesis era muy restrictiva.</p>	
3 <sup>a</sup> ITERACIÓN		
	<p>Se obtiene una tensión de 29,65 MPa y un desplazamiento de 55,63 mm.</p>	

Tabla 15.2.2 Resultados de las simulaciones. Iteraciones del segundo caso, papelera abierta

# 15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

## 15.3 PAPELERA DE ESPESOR 2,5 mm PARA SOPORTE ANTIGUO

### CASO 3: PAPELERA ABIERTA

En este caso el ángulo de inclinación de la papelera es mayor, 10,34°.

Se ha tomado la última iteración del cuerpo para soporte nuevo, para comenzar a calcular el cuerpo para el soporte antiguo.

Se han obtenido tensiones mayores de 35 MPa en la zona del enganche por lo que la papelera rompería por esta zona, y por lo tanto, se debe implementar una mejora. En el caso de los desplazamientos, los máximos se obtienen en la parte superior delantera y son de 64,52 mm.

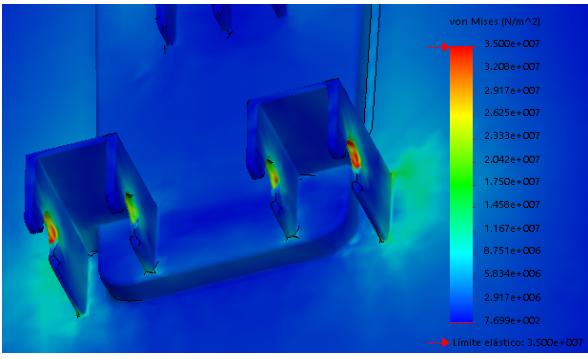
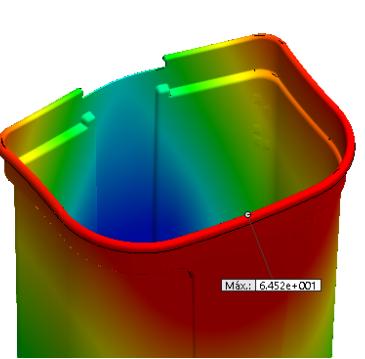
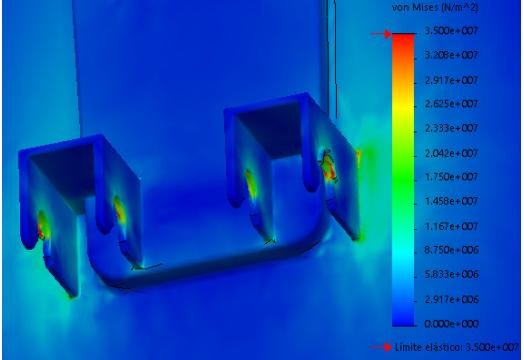
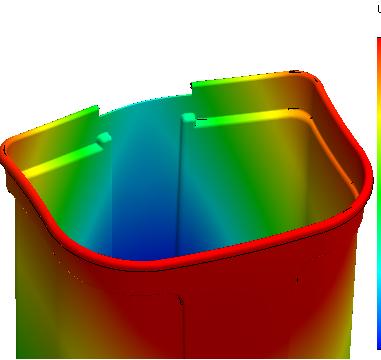
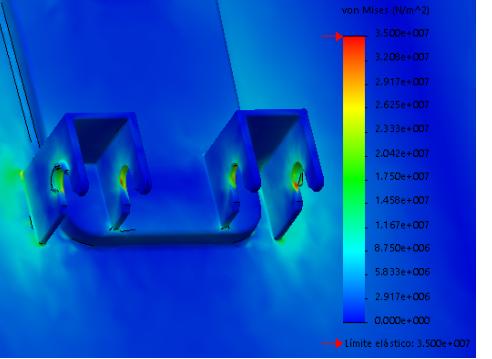
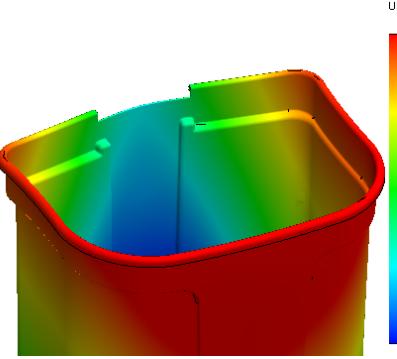
	TENSIONES [MPA]	DESPLAZAMIENTOS [MM]
PUNTO DE PARTIDA		
	<p>Se obtiene una tensión que supera el límite elástico, por lo que se decide reforzar el enganche.</p>	
1 <sup>a</sup> ITERACIÓN		
	<p>Se obtiene una tensión que supera el límite elástico, por lo que se decide reforzar el enganche.</p>	
2 <sup>a</sup> ITERACIÓN		
	<p>Se obtiene una tensión de 34 MPa y un desplazamiento de 64,5 mm.</p>	

Tabla 15.3.1 Resultados de las simulaciones. Iteraciones del tercer caso, papelera abierta

# 15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

## 15.4 PAPELERAS DE ESPESOR 3 mm

Los siguientes casos que se han calculado simulan la papelera abierta, que es el caso más restrictivo, en un cuerpo de 3 mm. Las primeras imágenes son del caso de un cuerpo que se va a colocar en un soporte nuevo, y las segundas, son de un cuerpo para soporte viejo.

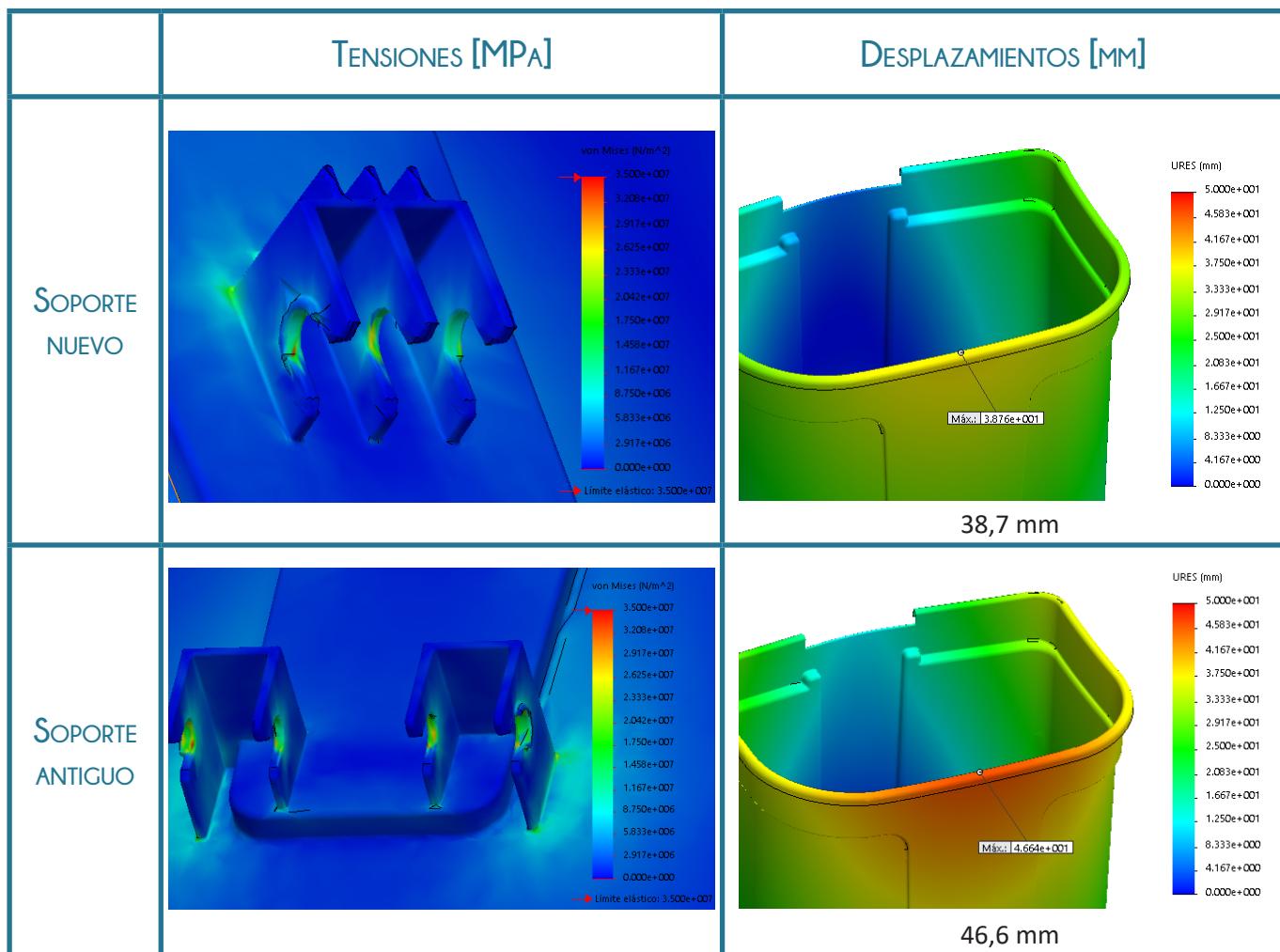


Tabla 15.4.1 Comparación de los cuerpos para soporte nuevo y antiguo mostrando las tensiones escaladas a 35 MPa y los desplazamientos

Los resultados que se han obtenido de las tensiones y los desplazamientos son menores que para el cuerpo de 2,5 mm de espesor. Esto se debe a que el aumento de espesor en el cuerpo provoca un aumento de la resistencia y de la rigidez y, por lo tanto, es menos flexible. Las tensiones se encuentran por debajo de 35 MPa por lo que los cuerpos no se rompen.

Esta papelera es más resistente como cabría esperar, pero al haber conseguido que la papelera de 2,5 mm aguante, se decide elegir este espesor, que reduce costes tanto por materia prima, como por fabricación.

# 15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

## 15.5 SOPORTE

A continuación se va a llevar a cabo la simulación del soporte, para ello, se le coloca un restricción fija en la parte trasera, que simula la unión al poste. La fuerza se coloca en el cilindro con un valor de 200 N.

Los resultados que se han obtenido son una máxima tensión de 15,61 MPa y un desplazamiento de 1,25 mm. Las tensiones se concentran en la parte central del cilindro y en las uniones de los nervios con la pared principal. Los resultados son buenos, pero aún así, se decide realizar pequeñas modificaciones que mejoran el aspecto y rigidez de la pieza, y además se implementan todos los redondeos.

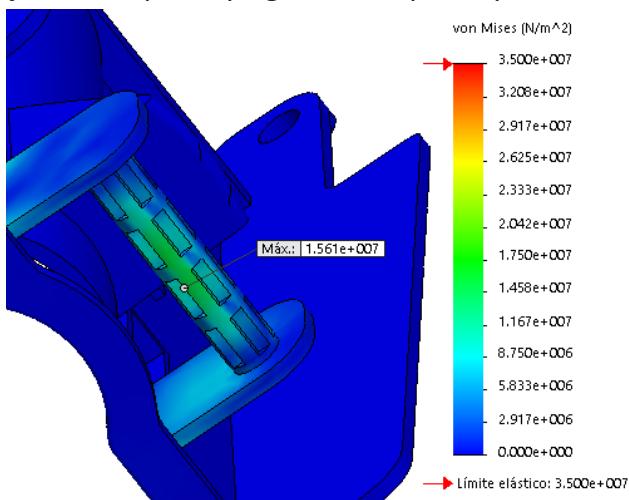


Figura 15.5.1 Gráfica que muestra la tensión en el eje

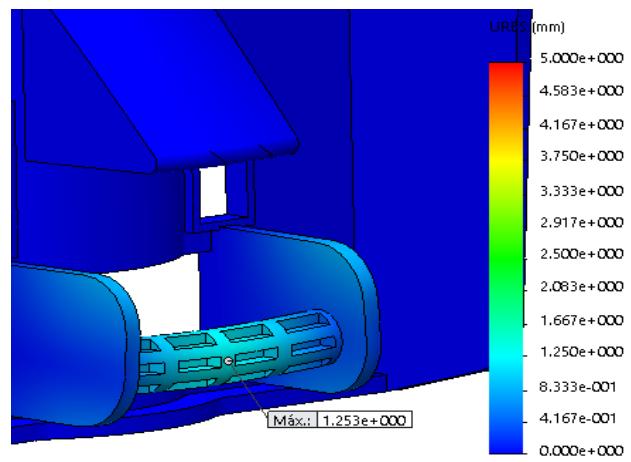


Figura 15.5.2 Gráfica que muestra el desplazamiento en el eje

Una vez que la pieza ha sido redondeada y nervada en la zona del cilindro-eje que es la que soporta el peso, se obtienen tensiones máximas de 27,8 MPa y desplazamientos de 1,04 mm. Estos resultados son los definitivos y no se van a llevar a cabo más mejoras ya que se cumple que el soporte aguantará el peso del cuerpo.

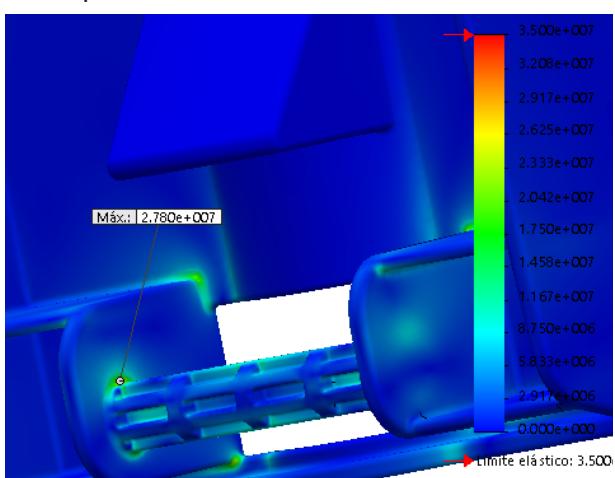


Figura 15.5.3 Gráfica que muestra la tensión en el eje

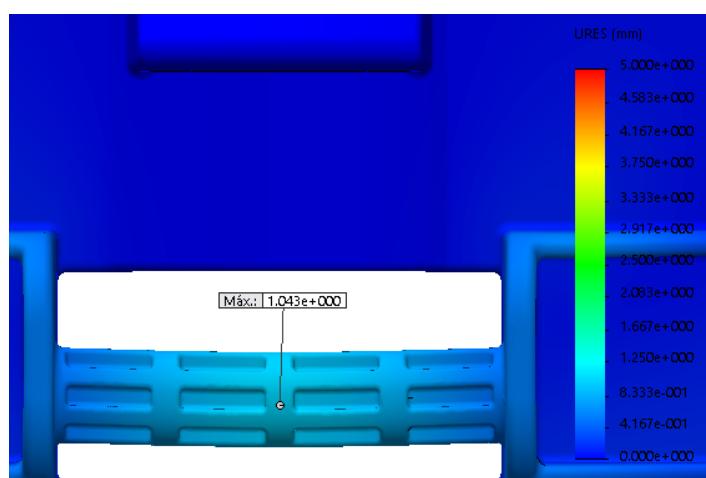


Figura 15.5.4 Gráfica que muestra el desplazamiento en el eje

Puede encontrarse esta información ampliada en el apartado "FASE 4 - 14.5 "Soporte" del anexo.

# 15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

## 15.6 PIEZA AUXILIAR: CLIP

Como se ha visto anteriormente, cabe la posibilidad de que el soporte antiguo monte sobre una pieza adicional que vaya clipada. Para comenzar con el redimensionamiento del clip, se ha fijado la longitud del clip en 11,5 mm debido a las reducidas dimensiones de la pieza y se ha llevado a cabo el cálculo teórico para tener una idea aproximada de sus dimensiones reales. [9]

Los primeros datos que se deben conocer son las dimensiones del clip:

- altura del clip (h)
- profundidad del clip (b)
- altura de la cabeza (H)
- ángulo de la cabeza ( $\alpha$ )
- longitud del clip (L)

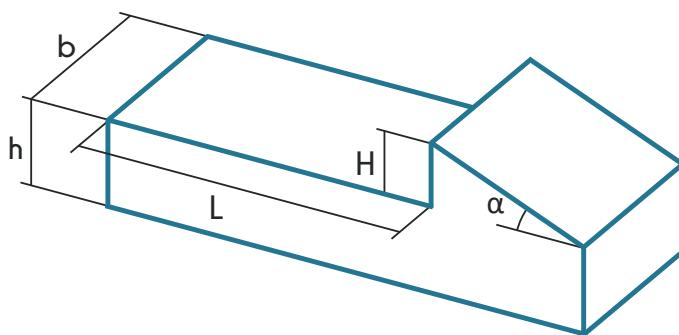


Figura 15.6.1 Parámetros del clip

Cuando se introduce un clip en una pieza aparecen dos fuerzas. Una fuerza se produce por la presión que ejerce la pieza sobre el clip perpendicular al movimiento para que el clip flecte lo suficiente hasta que entre en el agujero ( $F$ ) y otra se debe a la fuerza de inserción que se debe ejercer para clipar la pieza contra otra ( $F_e$ ).

A continuación estas fuerzas se descomponen y forman una fuerza normal en la cabeza del clip y una fuerza de rozamiento en esta cara.

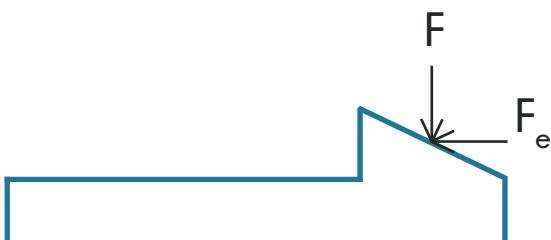


Figura 15.6.2 Fuerzas que se ejercen sobre el clip

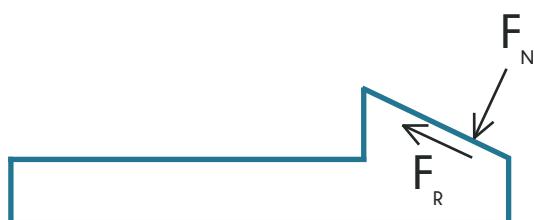
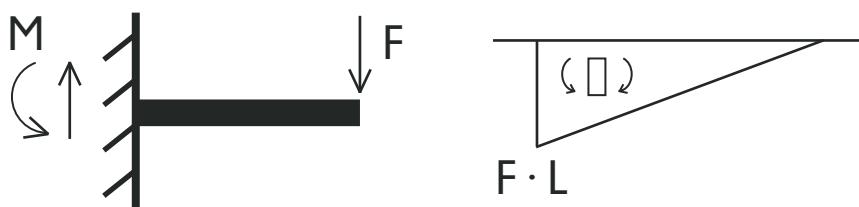


Figura 15.6.3 Fuerzas que aparecen sobre el clip

Por otro lado, el clip cuando es insertado en otra pieza, se comporta como una viga en voladizo. Se van a despreciar las tensiones tangenciales debidas al esfuerzo cortante ya que son mínimas en comparación con las tensiones normales debidas a la fuerza de flexión. Por lo tanto se crea el siguiente diagrama de esfuerzo y su correspondiente fórmula para calcular la tensión.



$$\sigma = \frac{M}{I} \cdot \frac{h}{2}$$

# 15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

Las tensiones en los casos que se van a analizar, siempre deben ser menores de 35 MPa que es el límite elástico del PE. Además se ha escogido realizar los casos con un Módulo de Young (E) de 900 MPa ya que es el que tiene el material con el cual se han simulado los ensayos resistentes. La longitud del clip también está fijada en 11,5 mm porque es la longitud que ha permitido la geometría del clip en el conjunto.

Las fórmulas que se van a utilizar son las siguientes:

$$I = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3$$

Inercia de la sección rectangular del clip

$$F_M = \frac{3 \cdot E \cdot I \cdot H}{l^3}$$

Fuerza que actúa sobre la cabeza del clip

$$F_e = F_M \cdot \frac{\mu + \operatorname{tg} \alpha}{1 - \mu \cdot \operatorname{tg} \alpha}$$

Fuerza de ensamblaje

Con todos estos datos, se va a realizar un estudio calculando diferentes casos para conocer cuales son las dimensiones que debería tener el clip, siempre teniendo en cuenta las limitaciones por espacio debido al tamaño de la pieza.

E [MPa]	L [mm]	H [mm]	h [mm]	b [mm]	I	F [N]	σ [MPa]
900	11,5	2	2	7	4,667	16,569	40,832
900	11,5	2	2,25	7	6,645	23,592	45,936
900	11,5	2	2,5	7	9,115	32,362	51,04

Tabla 15.6.1 Fuerza de flexión y tensión en el clip para distintos valores de h (espesor del clip)

Se selecciona h=2 mm para el cálculo de la siguiente tabla.

E [MPa]	L [mm]	H [mm]	h [mm]	b [mm]	I	F [N]	σ [MPa]
900	11,5	1,5	2	7	4,667	12,427	30,624
900	11,5	2	2	7	4,667	16,569	40,832
900	11,5	2,5	2	7	4,667	20,712	51,04

Tabla 15.6.2 Fuerza de flexión y tensión en el clip para distintos valores de H (altura del resalte)

En estas tablas se pueden ver los resultados de los casos analizados. Siempre se busca la menor fuerza posible, además de mantener una tensión por debajo del límite elástico.

En la siguiente tabla se puede ver como variando la anchura del clip, la tensión no varía pero sí que varía la fuerza. Por lo tanto ahora se van a llevar a cabo otros casos analizando la fuerza de ensamblaje que se necesita para colocar el clip. Para ello, se ha establecido un rozamiento de 0,25 y un ángulo de la cabeza del clip de 30° como se describe en [9].

# 15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

E [MPa]	L [mm]	H [mm]	h [mm]	b [mm]	I	F [N]	$\sigma$ [MPa]
900	11,5	1,5	2	5	3,333	8,876	30,624
900	11,5	1,5	2	6	4	10,652	30,624
900	11,5	1,5	2	7	4,667	12,427	30,624
<b>ROZAMIENTO</b>	<b><math>\alpha</math></b>	<b><math>\operatorname{tg} \alpha</math></b>	<b>b [mm]</b>	<b>I</b>	<b>F [N]</b>	<b>Fe [N]</b>	<b>Fe [kg] X 4</b>
0,25	30	0,524	5	3,333	8,876	8,583	3,433
0,25	30	0,524	6	4	10,652	10,299	4,12
0,25	30	0,524	7	4,667	12,427	12,016	<b>4,806</b>

Tabla 15.6.3 Iteraciones para calcular las dimensiones finales del clip

Finalmente, se ha multiplicado la fuerza de ensamblaje por cuatro ya que la pieza de clipado tiene 4 clips. Se ha escogido la anchura del clip de 7 mm ya que 4,8 kg de fuerza de ensamblaje entra dentro de lo normal.

Por lo tanto, las dimensiones finales del clip son las siguientes:

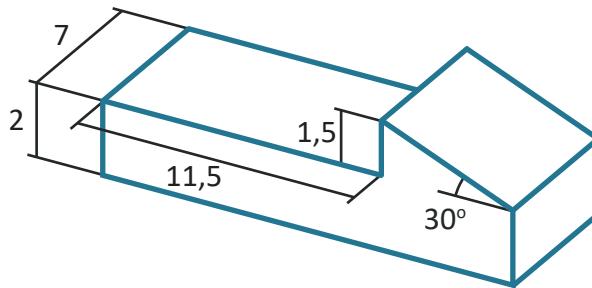
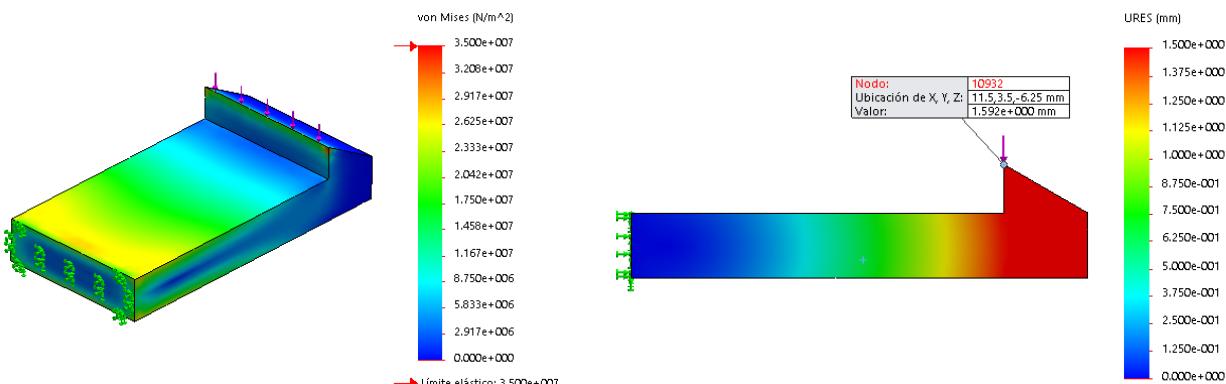


Figura 15.6.4 Dimensiones finales del clip

A continuación se va a realizar una simulación en SOLIDWORKS mediante elementos finitos para comprobar que los cálculos son correctos. Primero se coloca una restricción fija en la parte en la cual continuará la pieza. Después, se coloca una fuerza en la arista del mismo valor que se obtiene en los cálculos teóricos, 12,427 N.



Figuras 15.6.5 y 15.6.6 Gráficas que muestra las tensiones y los desplazamientos en el clip rectangular

## 15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

Los resultados que se han obtenidos son similares. Se obtienen tensiones por debajo de los 35 MPa por lo que el clip no se rompe y los desplazamientos se encuentran entre 1,5 y 1,6 mm en la arista. Por lo tanto, los cálculos teóricos que se habían hecho a mano eran correctos.

Los clips que finalmente se van a implementar en la pieza auxiliar serán circulares, ya que es más sencillo taladrar alojamientos circulares en la papelera, que mecanizar alojamientos rectangulares. Por ello, y partiendo de los datos de un clip rectangular, se va a realizar un cálculo aproximado de las dimensiones del clip circular.

Como primera hipótesis, se decide mantener la misma fuerza de flexión y de ensamblaje para poder calcular las dimensiones del clip circular. El hecho de mantener la misma fuerza nos permite conocer el radio del clip gracias a la siguiente formula:

$$H = \frac{F \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot I} \quad \frac{F_{rect} \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot I_{rect}} = 1,5 = \frac{F_{circ} \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot I_{circ}}$$

Por lo tanto, si las fuerzas son iguales, las inercias también lo serán.

$$I_{rect} = \frac{1}{12} b \cdot h^3 = \frac{1}{12} 7 \cdot 2^3 = 4,667 \quad I_{circ} = 0,110 \cdot r^4 [9]$$

El radio que se obtiene para el clip semicircular es de 2,55 mm, pero ha de tenerse en cuenta, que para el montaje, debe existir holgura entre los dos clips semicirculares, al menos dos veces la altura del resalte. Si esto es así, y se deja un hueco de 3,5 mm, la sección circular disminuye considerablemente, y por tanto, para ganar inercia en la sección, será necesario aumentar el diámetro de este clip semicircular.

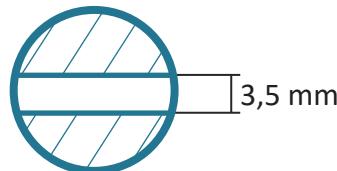


Figura 15.6.7 Corte transversal del clip circular

En las siguientes tablas, se muestran los valores de área e inercia de la sección para distintos diámetros de clip, resultando, que la que más se acerca a los datos del clip rectangular es la de 8 mm de diámetro, con un área de 11,59 mm<sup>2</sup> y una inercia 4,04 mm<sup>4</sup>. Una vez se sabe que el diámetro del clip se debe encontrar entre 8 y 8,5 mm se vuelven a realizar estos cálculos de manera más precisa.

DIÁMETRO	ÁREA	INERCIA
7,5	9,46	2,62
8	11,59	4,04
8,5	13,93	6,05
Rectangular	14	4,66

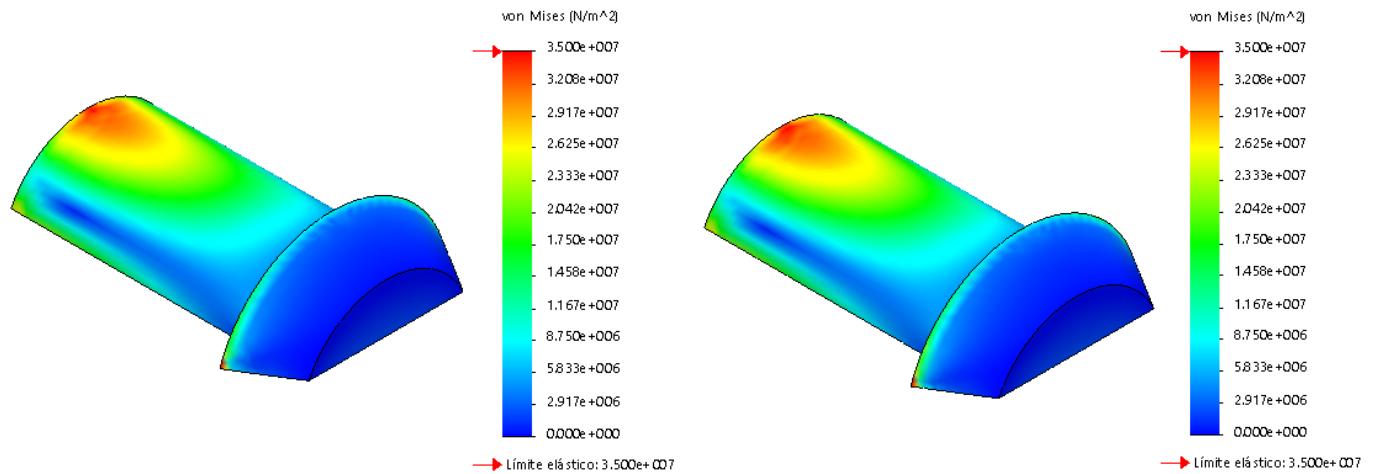
DIÁMETRO	ÁREA	INERCIA
8,1	12,044	<b>4,42</b>
8,2	12,504	4,79

Tabla 15.6.4 Iteraciones para calcular el clip circular

# 15. ENSAYOS DE RESISTENCIA

Como con un clip de diámetro 8,2 mm la inercia ya supera la inercia del clip rectangular, no se realizan más cálculos. A continuación, se realiza un ensayo resistente para comprobar esta dos medidas.

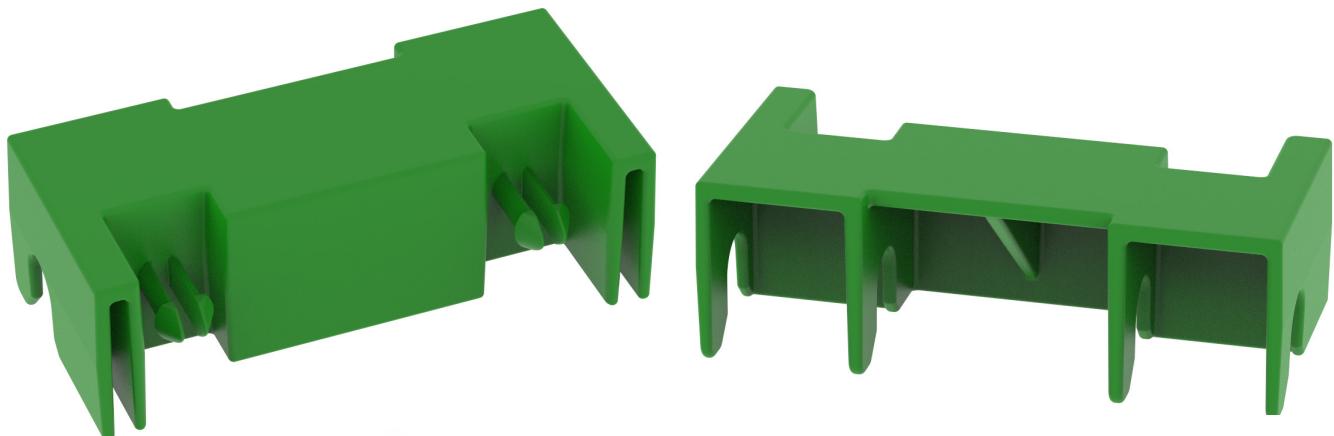
Teniendo un clip de 8,1 mm de diámetro se necesita realizar una fuerza de 11 N para obtener un desplazamiento de 1,5 mm. En el caso de que el diámetro sea de 8,2 mm, se necesita una fuerza de 11,8 N. Se ha decidido escoger el clip con diámetro de 8,1 mm ya que en el ensayo resistente, se obtienen menores tensiones.



Figuras 15.6.8 y 15.6.9 Gráficas que muestran la tensión y el desplazamiento en el clip circular: a la izquierda, clip circular con diámetro de 8,1 mm; a la derecha, clip circular con diámetro de 8,2 mm.

Una vez conocidas las dimensiones del clip circular se ha llevado a cabo el redimensionamiento del clip en el modelo 3D de la pieza. Para ello se ha realizado un cambio en la geometría de la misma teniendo en cuenta el desmoldeo de esta y sus redondeos. Se ha pensado retranquear la pared en la que se encuentran los clips para ganar espacio. El resultado de estos cambios se muestra en las siguientes figuras.

De cara al cuerpo de la papelera, y siendo que los alojamientos circulares no saldrán de molde para evitar contrasalidas, se dejarán marcadas las posiciones de taladrado, mediante un cambio de texturizado.



Figuras 15.6.10 y 15.6.11 Vistas posterior y frontal de la pieza clipada

# FASE 5

RENDERS

CUERPO

TAPA

CONCEPTO FINAL

COSTES

CONCLUSIONES Y  
LÍNEAS FUTURAS

# 16. RENDERS

## 16.1 CUERPO

Este es el resultado final del cuerpo. Los nervios que se ven en un detalle permiten que una vez se coloquen varias papeleras, estas no se queden encajadas. La base de la papelera tiene un rehundido y unos agujeros para que puedan salir los líquidos de los residuos en caso de que la bolsa se rompa.



Figura 16.1.1 Vista frontal en tres dimensiones del cuerpo. Detalle de la izquierda, alojamiento de la cerradura. Detalle de la derecha, nervio de apilado.

Figura 16.1.2 Vista posterior en tres dimensiones del cuerpo. Detalle de la izquierda, rehundido y nervio en la base. Detalle de la derecha, enganche para colocar el cuerpo en el soporte.

En estas dos imágenes se pueden ver las opciones desarrolladas para usar el soporte antiguo. La de la izquierda, usa una pieza clipada como enganche. La de la derecha tiene dos enganches que salen directamente del molde. Cuando solo se necesita un cuerpo para soporte nuevo se ponen "postizos" en el molde y, de este modo, no aparecen en el cuerpo.



Figura 16.1.3 Vista posterior del cuerpo junto con la pieza clipada

Figura 16.1.4 Vista posterior del cuerpo con enganche para soporte antiguo

## APILADO

A continuación, se muestra el apilado de los dos cuerpos diferentes que se fabrican. La primera imagen muestra el apilado del cuerpo para soporte nuevo. Este apilado es tan solo 6 mm mayor que el actual, y se considera correcto, teniendo en cuenta que la pared de la papelera ahora no es lisa, y que la nueva forma de sujeción condiciona dicho apilado. Por otro lado, se puede ver que a la hora del transporte, el soporte nuevo se colocará en el interior para reducir espacio. La segunda imagen muestra el apilado del cuerpo diseñado para soporte antiguo.



Figura 16.1.5 Vista frontal y lateral del apilado



Figura 16.1.6 Vista frontal y lateral del apilado

Puede encontrarse esta información ampliada en el apartado "FASE 5 - 16.1 "Cuerpo" del anexo.

# 16. RENDERS

## 16.2 TAPA

En estas imágenes, se pueden ver la tapa y el soporte finales. En la parte trasera de la tapa se han colocado unos nervios que refuerzan la unión de la tapa y el soporte.

En la tapa se debe colocar la chapa apaga-cigarrillos a través de unos tornillos y en la parte inferior de la tapa se debe colocar la cerradura junto con su gatillo. A continuación, el soporte se une a la tapa con un eje, además, se debe colocar un muelle torsional que permite que se abra la tapa solo con abrir la cerradura.



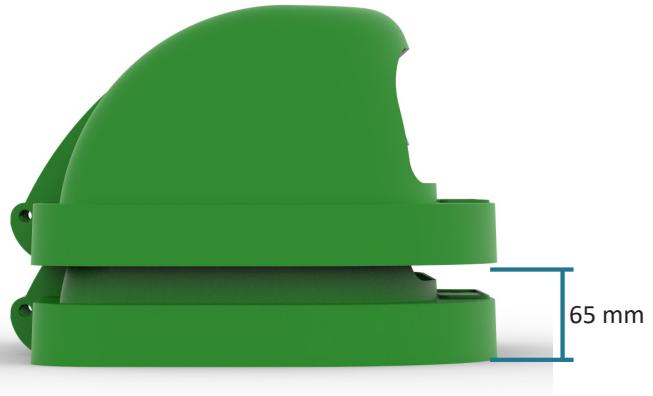
Figura 16.2.1 Explosión con una vista frontal



Figura 16.2.2 Explosión con una vista posterior

### APILADO

En estas dos imágenes se puede observar el apilado de la tapa.



Figuras 16.2.3 y 16.2.4 Vista frontal y lateral del apilado

Puede encontrarse esta información ampliada en el apartado "FASE 5 - 16.2 "Tapa" del anexo.

## 16.3 CONCEPTO FINAL



Figura 16.3.1 Vista frontal de la papelera final



Figura 16.3.2 Vista posterior de la papelera final



Figura 16.3.3 Vista posterior en tres dimensiones de las tres opciones finales: la de la izquierda, con pieza clipada para soporte antiguo; la del medio, la papelera para soporte nuevo; la de la derecha, los enganches salen del molde para soporte antiguo.

Los planos de las piezas se encuentran en el apartado "PLANOS" del anexo. Puede encontrarse esta información ampliada en el apartado "FASE 5 - 16.3 "Concepto final" del anexo.

# 17. COSTES

## 17.1 COSTE DE LAS PIEZAS Y CONJUNTOS

En este capítulo se va a realizar el cálculo de un presupuesto orientativo para la papelera que se ha desarrollado. Primero se va a realizar detalladamente el cálculo del precio del cuerpo para soporte nuevo, y después se realizará una tabla para obtener los precios de las piezas restantes.

El precio de cada pieza se obtiene con la suma de los siguientes elementos:

- Precio de la materia prima
- Precio del proceso
- Amortización del molde

El precio de la materia prima viene determinado por el peso de la pieza y por el precio del material. En este caso, el HDPE cuesta 1,2 €/kg. Si el cuerpo pesa 1,91 kg, el precio de la materia prima es el siguiente:

$$1,91 \text{ kg} \times 1,2 \text{ €/kg} = \mathbf{2,29 \text{ €}}$$

El precio del proceso viene determinado por el tiempo de ciclo, es decir, el tiempo que tarda una pieza en ser inyectada, compactada y enfriada. También se necesita conocer la máquina que se va a usar para inyectar la pieza, para después conocer el precio de alquiler por hora de esa máquina. Este precio viene dado por una relación que dice que el precio por hora de una máquina se obtiene a través de la división de la fuerza de cierre de la máquina entre 10. [9]

Por lo tanto, sabiendo que el tiempo de ciclo del cuerpo es de 32 segundos y que se le suman 15 segundos por el tiempo que se necesita para la manipulación del robot y la apertura y cierre del molde, se obtiene un tiempo de ciclo total de 47 segundos. En el caso de que el molde tenga varias cavidades, el tiempo de ciclo se divide por el número de cavidades. Si la máquina escogida para la inyección del cuerpo tiene una fuerza de cierre de 1450 Tm, el precio por hora es de 145 €/hora.

Con estos datos se calcula el precio de la pieza del siguiente modo:

$$t_{\text{ciclo}} = (32 \text{ s} + 15 \text{ s} / 1 \text{ cavidad}) = 47 \text{ s}$$

$$\text{En 1 hora} \rightarrow 3600 \text{ s} / 47 \text{ s} = 75 \text{ piezas/hora}$$

$$\text{El precio de la pieza es: } 145 \text{ €/hora} / 75 \text{ piezas/hora} = \mathbf{1,93 \text{ €/pieza}}$$

La amortización del molde se calcula a través del coste del molde, los años de la amortización y la producción anual del siguiente modo:

$$\begin{aligned} \text{Coste del molde} / \text{Nº de años} &= \text{Coste del molde anual;} \\ \text{Coste del molde anual} / \text{Nº de piezas anuales} &= \text{Amortización} \end{aligned}$$

El precio total del cuerpo es el siguiente:

$$\begin{aligned} &\text{Precio de materia prima} + \text{Precio de producción} \\ &2,29 + 1,93 = \mathbf{4,22 \text{ €}} \end{aligned}$$

Diseño y desarrollo de una papelera de 50 litros simplificada en su sistema de fijación a poste

# 17. COSTES

Al precio anterior, se le debería añadir la amortización de molde en función de los años en los que la empresa quisiera amortizar el utilaje, y la producción anual que tenga prevista.

Calculando el precio para todas las piezas de la misma manera, se obtiene la siguiente tabla. Obsérvese que no está tenida en cuenta la amortización del molde, dado que no se tienen ni costes de utilaje ni estimación de la producción. Tampoco están tenidos en cuenta los costes de transporte que en parte vienen condicionados por la altura de apilado.

	CUERPO PARA SOPORTE NUEVO	CUERPO PARA SOPORTE ANTIGUO	TAPA	SOPORTE NUEVO	PIEZA CLIPADA
MASA [kg]	1,91	1,93	0,61	0,13	0,032
PRECIO DE MATERIA PRIMA [€]	2,29	2,32	0,73	0,16	0,04
T <sub>CICLO</sub> [s]	32	32	27,5	40	35
Nº DE CAVIDADES	1	1	1	1	2
T <sub>CICLO</sub> TOTAL [s]	47	47	42,5	55	25
PIEZAS / HORA	75	75	84	65	144
MÁQUINA DEL MOLDE	1450 Tm	1450 Tm	500 Tm	100 Tm	55 Tm
ALQUILER MOLDE /HORA	145	145	50	18	12
EUROS / PIEZA	1,93	1,93	0,59	0,28	0,08
PRECIO TOTAL [€]	<b>4,22</b>	<b>4,25</b>	<b>1,32</b>	<b>0,44</b>	<b>0,12</b>

Tabla 17.1 Costes de todas las piezas diseñadas sin tener en cuenta la amortización del molde

A continuación, se muestran los precios de los conjuntos. En el caso de que el cliente desee mantener el soporte antiguo (opciones 2 y 3), no se necesitará la tapa, el eje, el muelle ni la cerradura. Además, la antigua tapa, es compatible con el cuerpo nuevo. En la opción 3, el conjunto es más caro pero el transporte será más barato, porque los cuerpos apilan más y caben más unidades en el camión.

## OPCIÓN 1 CONJUNTO CON SOPORTE NUEVO

Cuerpo para soporte nuevo: 4,22 €

Tapa: 1,32 €

Soporte nuevo: 0,44 €

Eje: 0,03 €

Muelle: 0,55 €

Cerradura: 1,45 €

**TOTAL: 8,01 €**

## OPCIÓN 2 CONJUNTO CON SOPORTE ANTIGUO,

### CON CLIPS

Cuerpo para soporte antiguo: 4,25 €

Pieza clipada: 0,12 €

**TOTAL: 4,37 €**

## OPCIÓN 2 CONJUNTO CON SOPORTE ANTIGUO,

### SIN CLIPS

Cuerpo para soporte antiguo: 4,25 €

**TOTAL: 4,25 €**

# 18. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

## 18.1 CONCLUSIONES GENERALES

En este apartado se van a listar las conclusiones que se han obtenido tras la finalización de este trabajo basado en el diseño y desarrollo de una papelera de 50 litros simplificada en su sistema de fijación a poste.

Como conclusión general, se puede decir que el trabajo ha cumplido los objetivos establecidos en el apartado 6. EDP'S. En ese apartado se detallan las características obligatorias que debe tener la papelera para cumplir con la norma y con aspectos básicos.

Para ello, se han utilizado las siguientes herramientas informáticas: Creo Parametric (diseño 3D), Solidworks Simulation (cálculo resistente) y MoldFlow (simulación de inyección).

A continuación, se van a mostrar las conclusiones agrupadas en bloques.

### CONCLUSIONES DE DESARROLLO:

Se han desarrollado 10 conceptos estéticos de cuerpos de papeleras y 4 conceptos de tapas.

Se ha escogido una opción de cada uno para el concepto final, según ventajas y desventajas funcionales y estéticas y una encuesta realizada a la población.

Se han desarrollado simultáneamente las piezas más importantes, es decir, cuerpo, tapa y soporte, ya que los cambios en una pieza afectaban a las otras. Finalmente, se ha conseguido simplificar el amarre a poste de la papelera, siendo las distintas geometrías, nuevas y antiguas, compatibles entre sí, y además consiguiendo una altura de apilado tan solo 6 mm mayor que la actual.

### CONCLUSIONES DE ENSAYOS DE INYECCIÓN:

Se han realizado ensayos de inyección tanto en la tapa como en el cuerpo para conocer el mejor punto de inyección y si es posible reducir el espesor de la pieza.

En el caso del cuerpo, se ha establecido que se usaría un llenado con entrada fría y ha resultado posible la reducción del espesor de 3 a 2,5 mm. Sin embargo, en la tapa, la reducción del espesor viene determinada por la fuerza de cierre en el llenado. Por lo que los futuros clientes deberán decidir si prefieren un espesor menor y una máquina más grande o lo contrario.

### CONCLUSIONES DE ENSAYOS RESISTENTES:

Los ensayos resistentes han establecido que la nueva papelera es capaz de soportar el peso de los residuos, incluso con reducción de espesor en el cuerpo. Para ello, se han hecho varios ensayos en las piezas.

El cuerpo y el soporte se han ensayado colocando una fuerza de 200 N. En el caso del cuerpo se han establecido dos casos, el primero simula una papelera cerrada y, el segundo simula una papelera abierta. Este último caso es el crítico y debido a esto, se ha tenido que fortalecer el enganche del cuerpo. Respecto al soporte, también se han tenido que realizar pequeños cambios para rigidizar el eje de éste.

# 18. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

Además, se ha realizado un cálculo teórico de un clip para colocar una pieza auxiliar en el cuerpo, en el caso de que este sea utilizado con un soporte antiguo y se quiera una altura de apilado mínima.

## CONCLUSIONES DE COSTES:

Respecto a costes, cabe esperar que la nueva papelera sea más barata, gracias a la reducción de espesor en el cuerpo, la reducción de tamaño del soporte de la tapa, la eliminación del soporte del cuerpo y la simplificación del montaje del conjunto.

El precio del cuerpo para soporte nuevo (de un peso aproximado de 1910 g) para molde con entrada fría es de 4,22 €.

El precio del cuerpo para soporte antiguo (de un peso aproximado de 1930 g) para molde con entrada fría es de 4,25 €.

El precio de la tapa (de un peso aproximado de 610 g) para molde con cámara caliente es de 1,32 €.

El precio del conjunto con soporte nuevo es de 8,01 €.

El precio del conjunto para soporte antiguo, sin pieza clipada, es de 4,25 € y el precio del conjunto para soporte antiguo, con pieza clipada, es de 4,37 €.

Como conclusión personal, este trabajo me ha enseñado a que el diseño y desarrollo de un producto no es un camino fácil, hay que continuar haciendo cambios hasta conseguir un resultado correcto. Me ha enseñado a que no hay que abandonar o a ser constante dado que cuando se obtienen resultados positivos se obtiene una gran satisfacción.

## 18.2 LÍNEAS FUTURAS DE TRABAJO

Como continuación de este trabajo, se propone desarrollar una papelera de mayor capacidad, por ejemplo, de 70 litros.

Otro posible punto a desarrollar es el cambio de material a un HDPE reciclado o, al menos, a un porcentaje de este, y los cálculos que esto conlleva.

# 19. BIBLIOGRAFÍA

## 19.1 BIBLIOGRAFÍA DE IMÁGENES:

F.1 <http://simex.es/productos/papeleras-ceniceros/papelera-tipo-push/>

F.2 [https://es.wikipedia.org/wiki/Papelera\\_\(recipiente\)#/media/File:Vuilnisbak-Lebbeke.JPG](https://es.wikipedia.org/wiki/Papelera_(recipiente)#/media/File:Vuilnisbak-Lebbeke.JPG)

F.3 <http://www.urbadep.com/producto/mobiliario-urbano/papeleras-urbanas/papelera-barcelona/>

F.4 <http://www.contenur.com/productos/papeleras/clasica/>

F.5 <http://hosdecora.com/ceniceros-papeleras/2324-papelera-cenicero-hosteleria-22artria02>

F.6 <https://www.urbaniere.com/es/shop/oslo-ss-papelera-moderna-recogida-selectiva-acero-inoxidable-2/>

F.7 <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion11.MOLDEO.POR.INYECCION.pdf>

F.8 <http://descom.jmc.utfsm.cl/sgeyzitz/sub-paginas/Moldes/CICLOdeINYECCION.htm>

F.9 <https://www.ibilonjavirtual.com/empresas/cervic-s-a/>

F.10 <http://www.amec.es/directorio/contenur-espaaa-s-l/>

F.11 <https://es.glasdon.com/>

F.12 <https://www.plasticomnium.com/en/the-plastic-omnium-group/history.html>

F.13 <http://www.w-weber.com/span/start.html>

F.14 <http://www.w-weber.com/span/behaelter/mb50.html>

F.15 <https://es.glasdon.com/papeleras/papeleras-contemporaneas/papelera-super-trimline-50-tm-hsl>

F.16 <https://es.glasdon.com/papeleras/papeleras-contemporaneas/papelera-trimline-25-tm-con-tapa>

F.17 <https://es.glasdon.com/papeleras/papeleras-contemporaneas/papelera-metal-trimline-35-tm>

F.18 <http://www.cervicenvironment.com/papeleras-y-ceniceros-urbanos/papelera-viena-idp-41#.WNJRGjvhDIV>

F.19 <http://www.cervicenvironment.com/mobiliario-urbano-papeleras/papelera-olympia-idp-179#.WNJRFDvhDIU>

F.20 <http://www.cervicenvironment.com/mobiliario-urbano-papeleras/papelera-verona-idp-180#.WNJRFTvhDIU>

F.21 <http://www.contenur.com/productos/papeleras/europa/europa-50l/>

F.22 <http://www.contenur.com/productos/papeleras/milenium/milenium-50l/>

F.23 <http://www.contenur.com/productos/papeleras/agora/italica-50l/>

F.24 <http://www.contenur.com/productos/papeleras/din/>

F.25 <http://www.contenur.com/productos/papeleras/clasica/>

F.26 <https://www.plasticomnium.com/env/spain/es/productos/papeleras-urbanas/atrium.html>

F.27 <https://www.plasticomnium.com/env/spain/es/productos/papeleras-urbanas/prima-l%C3%ADnea.html>

F.28 <https://www.plasticomnium.com/env/spain/es/productos/papeleras-urbanas/elegant.html>

F.29 <https://www.plasticomnium.com/env/spain/es/productos/papeleras-urbanas/classic.html>

F.30 <https://www.plasticomnium.com/env/spain/es/productos/papeleras-urbanas/cibeles.html>

F.31 <http://institucional.cadiz.es/actualidad/comienza-la-colocaci%C3%B3n-de-500-nuevas-papeleras-para-la-ciudad>

F.32 <http://www.actividades-mcp.es/gestionresiduos/2014/06/educacion-en-medio-ambiente-en-el-cp-remontival-de-estella-navarra/>

F.33 <https://www.plasticomnium.com/env/spain/es/productos/papeleras-urbanas/prima-l%C3%ADnea.html>

# 19. BIBLIOGRAFÍA

## 19.2 BIBLIOGRAFÍA DE LIBROS:

1. Norma Papelera DIN 50 Lts
2. J. Castany et al., Diseño y desarrollo de componentes de plástico inyectados (I): el material, Prensas Universitarias Zaragoza, 2014
3. Apuntes de la asignatura "Diseño y desarrollo de piezas de plástico"
4. David O. Kazme, Injection mold design engineering, Hanser Publishers, Munich, 2007
5. M. Menges, How to make injection molds, Hanser Publishers, Munich, 1993
6. Computer modelling for polymer processing, Hanser Gardner Publications, Munich, 1989
7. Flow analysis of injection molds, Hanser Publishers, Munich, 1995
8. Budynas, Richard G., Diseño en ingeniería mecánica de Shigley, Mc Graw Hill, 2012
9. J. Castany et al., Diseño y desarrollo de componentes de plástico inyectados (II): la pieza, Prensas Universitarias Zaragoza, 2014