



**Universidad
Zaragoza**

Trabajo Fin de Grado

Diseño y Desarrollo del Subconjunto Patín de un
Contenedor de Residuos Sólidos Urbanos

Autor/es

Carlos Urchaga Bernad

Anexos 2/2

Director/es

Jorge Aísa Arenaz

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
2013

ÍNDICE

0.	Introducción.....	Pág. 7
1.	Documentación.....	Pág. 10
1.1.	CONTENUR.....	Pág. 10
1.2.	¿Qué es un contenedor de R.S.U. y un patín?.....	Pág. 11
1.3.	Segmentación.....	Pág. 12
1.4.	Competencia.....	Pág. 15
1.5.	Consideraciones sobre la Inyección.....	Pág. 19
1.6.	Normas y Referencias.....	Pág. 26
1.7.	Especificaciones de Diseño.....	Pág. 27
2.	Diseño Funcional del Patín.....	Pág. 32
2.1	Análisis de soluciones.....	Pág. 34
2.2.	Ensayos de Balanceo.....	Pág. 49
3.	Diseño para Fabricación.....	Pág. 52
3.1.	Posición de la pieza en el molde.....	Pág. 52
3.2.	Planteamiento de soluciones para la fabricación.....	Pág. 53
3.3.	Análisis del Proceso de Fabricación.....	Pág. 55
	3.3.1. Posibles puntos de inyección.....	Pág. 55
	3.3.2. Construcción sistema colada.....	Pág. 58

4.	Definición final de proceso y producto.....	Pág. 78
4.1.	Diseño Formal/Funcional.....	Pág..78
4.2.	Fabricación.....	Pág. 86
4.2.1.	Llenados Parciales.....	Pág. 86
4.2.2.	Presión compactación.....	Pág. 87
4.2.3.	Temperatura de flujo.....	Pág. 89
4.2.4.	Tiempo de Expulsión.....	Pág. 90
4.2.4.	Flujo de Máquina.....	Pág. 91
4.2.6.	Defectos esperados.....	Pág. 92
4.2.7.	Molde.....	Pág. 96
4.3.	Presupuesto.....	Pág. 97
4.3.1.	El Material.....	Pág. 97
4.3.2.	La Maquinaria.....	Pág. 98
4.3.3.	El Molde.....	Pág. 99
4.3.4.	Coste Patín.....	Pág. 100
4.3.5.	Subconjunto Patín.....	Pág. 100
5.	Conclusiones	Pág.101
6.	Bibliografía.....	Pág.102
7.	Planos.....	Pág.103

0. Introducción

El presente documento refleja el trabajo realizado para llevar a cabo el proyecto que da nombre al mismo, es decir, "Diseño y Desarrollo del Subconjunto Patín de un Contenedor de Residuos Sólidos Urbanos".

Dicho proyecto corresponde a una parte concreta dentro de otro proyecto de mayor envergadura, que es el desarrollo de un nuevo contenedor de carga lateral bajo petición de la empresa CONTENUR y que se desarrolla dentro del grupo de trabajo del TIIP (Taller de Inyección de la Industria de los Plásticos) del departamento de Ingeniería Mecánica de la EINA.



Figura 0.1. Logo de CONTENUR

Dentro del TIIP, grupo en el que se desarrolla el proyecto que a continuación se documenta, se desarrollan cada una de las piezas que conforman el producto respetando la forma establecida con anterioridad y teniendo en cuenta su forma de fabricación, logística, mantenimiento y uso que el producto va a requerir tras su desarrollo.

Todo el desarrollo del Producto realiza en el TIIP, desde la búsqueda de defectos en el patín actual, hasta la optimización de la fabricación, pasando por todo el desarrollo formal y funcional. La empresa CONTENUR, tiene la función de dar su visión empresarial y unas pautas para dirigir el rumbo del proyecto.

Objeto y Alcance del Proyecto

Desde los inicios de la humanidad los residuos, comúnmente llamados basura, han estado presentes en el mundo. Sin embargo, antes de la conformación de las ciudades, los desechos no fueron relevantes para el hombre, ya que su condición nómada le permitía cambiar de lugar sin preocuparse de lo que arrojaba a su paso.

Una vez que las tribus decidieron establecerse y radicarse permanentemente en un lugar, parecieron las ciudades, y los desperdicios generados por sus habitantes rodearon a estos focos poblacionales provocando una reacción de toda la sociedad.

A pesar de que con los años se ha intentado resolver el problema que provocan los desechos, gran parte de la población no ha tomado una real conciencia acerca de los efectos directos que el mal manejo de la basura genera. No obstante, grupos preocupados por el tema, trabajan diariamente para que la ciudadanía sea responsable a la hora de arrojar sus residuos.

En este contexto, el reciclaje se plantea como una alternativa viable para contribuir con la ardua tarea de la eliminación de los desperdicios, y como un aporte directo para preservar el medioambiente mundial.

Para llevar a cabo este reciclaje, las ciudades han desarrollado sistemas de recogida, transporte y reciclado propiamente dicho de tales residuos con el objeto de facilitar la vida a los ciudadanos. Dentro de la fase de recogida de residuos, los Ayuntamientos han puesto a disposición del ciudadano una serie de contenedores en los que éstos pueden depositar sus residuos. Estos contenedores se dividen en varios tipos en función de la capacidad, de la forma de carga al camión y del tipo de residuo que van a contener.

Nuestro proyecto, englobará los contenedores de residuos sólidos urbanos de carga lateral para plásticos, vidrio, papel y cartón o residuos orgánicos. Para una capacidad de 2200 L o 3200 L.

Estos contenedores, en su fondo presentan unos elementos que por una parte protegen el cuerpo del cubo y por otro ayudan a desplazarlos cuando el camión de recogida interactúa con ellos. Están formados por un elemento rodante (rodillo) y un soporte que va fijado al fondo del contenedor. Estos elementos son los patines y representan el objeto del proyecto.

Se realizará un estudio sobre la innovación y desarrollo de un patín. En este contexto se desarrollarán los siguientes apartados: memoria del producto, información técnica (planos) y presupuesto.

El objetivo de este proyecto es diseñar un patín que cumpla con su adecuada relación entre forma y función y que además lo haga de la forma más económica posible.

Así mismo, el proyecto también ha de definir y delimitar cada una de las partes y aspectos del producto, así como su plan de fabricación y producción, justificando la toma de decisiones en el desarrollo del mismo. Esta definición servirá para conocer la viabilidad del proyecto y para valorar la continuidad del mismo.

El diseño del patín será fabricado por la empresa "Contenur" la cual adquirirá los componentes comerciales que se indican en apartados posteriores de proveedores diversos y fabricará los diseños propios, ensamblando ambas partes en su cadena de montaje.

El número unidades fabricadas dependerá de la demanda del mercado. Por cada contenedor que se venda habrá cuatro patines, por lo que según los datos de ventas se actuará disminuyendo o aumentando la producción.

A diferencia de otros productos, el patín no es un objeto con el que deba interactuar el usuario y por tanto no tiene ningún mercado objetivo. Tan sólo tiene que tener una forma que se adecúe a su función. Lo que se busca con este proyecto es la optimización de otros factores de la producción como el material o el transporte.

Descrito por puntos, las mejoras actúan en torno a:

- Cantidad de material utilizado para fabricar el producto. Esta medida servirá a la empresa para optimizar el beneficio.
- Disminución en el número de componentes, lo cual también abaratará el producto.
- Redefinición de la función (y por tanto de la forma) del patín debido a una modificación en el cuerpo del cubo.



Figura 0.2. Contenedores de CONTENUR frente al Pilar

FASE I: DOCUMENTACIÓN

1.1. CONTENUR

El proyecto nace del deseo de renovación de la cartera de productos de la empresa CONTENUR.

CONTENUR, fundada en 1984, es una compañía dedicada al diseño, producción y comercialización de sistemas de contenedores para la recogida mecánica de residuos, papeleras y áreas de ocio. Esta empresa comenzó comercializando contenedores de chapa conformada y a lo largo de los años ha pasado a producir sus productos de inyección de plástico, convirtiéndose en una empresa pionera en el sector.

La empresa, además de la división de contenedores, tiene diferentes tipologías de productos dentro de su catálogo:

- Papeleras urbanas
- Mobiliario urbano
- Sanecan
- Depósitos
- Tecnibox

Como complemento a los productos, CONTENUR ofrece tres servicios que los complementan:



Figura 1.1. Parque

- Contenedores y papeleras urbanas: Servicio de mantenimiento y reparación.
- Parques infantiles y mobiliario urbano: Diseño, instalación y mantenimiento de los mismos
- Sanecan: Instalación y mantenimiento.

Además de España, la empresa tiene delegaciones en diferentes partes del mundo, concretamente:

- Polonia
- Portugal
- Francia
- Reino Unido
- Italia
- Marruecos
- Brasil



Figura 1.2. Delegaciones Mundiales

1.2. ¿Qué es un Contenedor de Residuos Sólidos Urbanos?

Tal y como el título del proyecto indica, el subconjunto patín a diseñar y desarrollar debe ser de la tipología de carga lateral para contenedores de residuos sólidos urbanos (RSU) y selectivos.

Las diferencias entre los tipos de contenedores residen en la forma de realizar la descarga de su contenido al camión contenedor. En el caso de contenedores de carga lateral (C.L.), su descarga se realiza como bien indica su nombre por un lateral del camión.

Una de las ventajas de esta tipología de descarga es que elimina la necesidad de operarios que manipulen el contenedor para colocarlo en el mecanismo del camión y después proceder a la descarga. En este caso, es el propio camión quien realiza la tarea, recogiendo y dejando el contenedor en su posición específica.

En CONTENUR, los contenedores de carga lateral son fabricados por inyección con polietileno de alta densidad y destacan por su robustez, ligereza y funcionalidad. Estos dispositivos son diseñados pensando en facilitar su manejo, mantenimiento sencillo y además se adaptan a los distintos tipos de recogida.

La empresa cuenta con dos tamaños diferentes de contenedor, de 2.400 y 3.200 litros, y de cada uno de ellos existen diferentes versiones que permiten adaptarse a las especificaciones de cada contrata.

Antes de que se diseñara un sistema de carga lateral de los contenedores, estos tenían que ser empujados por unos operarios hasta la parte trasera del camión. Una vez colocado en su posición adecuada, accionaban un mecanismo que vaciaba el contenido dentro del camión y luego lo volvía a depositar en el suelo para que los operarios lo dejaran en su lugar correspondiente. Para poder desplazar el contenedor de un sitio a otro arrastrando, se tuvieron que colocar en el fondo unas ruedas del orden de 160 a 200 mm que pudieran rodar y rotar a voluntad de los operarios.



Figura 1.3. Ruedas Contenedores

Posteriormente, al implementar el sistema de carga lateral, dejó de ser necesario el transportar los cubos de un sitio a otro. Así pues los elementos que iban en el fondo del contenedor pasaron de ser unas ruedas a unos patines. Estos patines perdieron la función de rotación (ya no era necesaria) para pasar a desempeñar dos funciones primordiales. Por una parte proteger el impacto podría recibir el cubo al depositarlo el camión en el suelo y por otro ayudar a rodar en la maniobra de levantamiento y deposición.

Desde el punto de vista de fabricación, el elemento que se ha utilizado hasta la fecha ha sido fabricado basándose en un soporte principal inyectado en PEHD, un rodillo inyectado en PEHD y una goma en caucho termo-plástico también fabricada por inyección, dado que el volumen de unidades a montar (entre 2500 y 4000 contenedores por año x 4 patines/ud) justifica como medio más económico este proceso. El coste inicial de la inversión en utillajes (moldes) se justifica frente al uso de elementos comerciales a partir de chapa como se ha podido hacer en el pasado.



Figura 1.4. Detalle Patines

1.3. SEGMENTACIÓN

a) Carga trasera

Se cargan en el camión de la basura por la parte de atrás. Generalmente fabricados en PEHD por inyección. Se caracterizan porque todos ellos tienen ruedas para poder ser desplazados por los operarios. La secuencia de uso es la siguiente:

- El camión va pasando por las calles y se detiene en los puntos donde hay contenedores.
- Los operarios se bajan del camión y transportan los cubos hasta la parte trasera del camión.
- Los colocan en la posición correcta y accionan un mecanismo.
- El camión los coge y vacía en su interior.
- Los vuelve a dejar en el suelo y los operarios los llevan a su lugar correspondiente.
- Se suben al camión y se repite el ciclo.

Pros: Son flexibles en su uso. Se pueden desplazar de un sitio a otro con facilidad. Gran variedad de capacidades. Los pequeños son ideales para comunidades de vecinos o bares.

Contras: Requieren de operarios para su vaciado. Objeto de vandalismo. Cualquiera puede moverlo dónde quiera.



Figura 1.5. Contenedores Carga Trasera



Figura 1.6. Camión Carga trasera

b) Carga vertical

Se cargan en el camión por la parte superior. Pertenecen a esta tipología los contenedores comúnmente llamados "iglú", aunque también los hay de otros tipos. Como características representativas tenemos:

- No poseen ruedas de ningún tipo.
- Los contenedores descansan con el fondo en el suelo.
- Poseen en su parte superior un anclaje de metal para que el camión pueda levantarlo.
- El suelo del contenedor es abatible.
- Se abre para descargar la mercancía dentro del camión.
- Suelen estar fabricados en chapa o bien en polietileno lineal de alta densidad



Figura 1.7. Camión Carga Vertical



Figura 1.8. Contenedor Selectiva

c) Soterrados

Se trata de la solución a los malos olores y a la falta de espacio para muchos municipios. Constan de unas bocas por las que se introduce la basura, un habitáculo construido bajo tierra y unos contenedores corrientes colocados justo debajo de las bocas anteriormente nombradas. Para descargarlos, el camión abre la compuerta que da acceso a la cavidad, lo contenedores suben a la altura de la calle y se recoge la basura como en un contenedor convencional. Presenta varias ventajas con respecto a los anteriores, pero no deja de ser una forma distinta de situar los contenedores.

- Se integra con el paisaje y reduce el impacto visual.
- Elimina malos olores.
- Evita el vandalismo.
- No es un producto caro de mantener.



Figura 1.9. Contenedores Soterrados

d) *Carga lateral*

Son los más popularizados en los últimos años. Suponen un gran avance en la recogida de residuos por una serie de ventajas:

- Se cargan por un lateral del camión (sentido natural de circulación)
- No precisa de operarios para su manipulación.
- El camión a su paso por las calles los recoge mediante un brazo articulado.
- Es rápido y eficaz.
- Los contenedores de este tipo suelen tener dos tapas
- En lugar de estar provistos de ruedas tienen patines con almohadillas que los adhieren al suelo.
- Suelen estar fabricados en HDPE
- Tienen sistema de apertura mediante un pedal.
- Presentan un elemento en los laterales llamado espada gracias al cual el camión puede asirlo.
- Su peso y su tamaño combaten en cierto modo el vandalismo.



Figura 1.10. Camión Carga Lateral



Figura 1.11. Contenedor Carga Lateral

1.4. COMPETENCIA

Para saber qué es lo que se ha hecho hasta ahora, es conveniente estudiar a la competencia y analizar las soluciones a las que han llegado otros antes. Así pues, tan sólo se estudiarán aquellas empresas que hayan fabricado contenedores de residuos sólidos urbanos de carga lateral, ya que como se ha visto en el análisis de mercado, son los únicos que tienen patines como elemento de desplazamiento.

El gran inconveniente para estudiar este tipo de mercado, es que es tan específico que apenas hay información. Además estos elementos no se suelen comercializar, sino que se fabrican específicamente para un contenedor en concreto.



Figura 1.12. Patines metálicos

Patines montados sobre unas placas de acero y unidos a la espada. Parece un diseño demasiado aparatoso aunque fácil y rápido de montar. Los patines se encuentran justo debajo del contenedor sin sobresalir.



Figura 1.13 Patines integrados

Curioso diseño de patines en el que tan sólo se han instalado los rodillos. Se aprovecha que el contenedor es de chapa (tiene mayor resistencia a la abrasión) para que las zonas de apoyo sean un rebajo integrado en el propio cubo. Como se ve en la imagen, se encuentra un poco desgastado. El inconveniente de este diseño es no poder reemplazarlo en caso de rotura. Por otro lado no precisa apenas de tiempo de montaje. Tan sólo los cuatro rodillos.



Figura 1.14. Patines de chapa

Diseño que desde el punto de vista del funcionamiento parece que opera de forma similar al anterior. A diferencia, en éste si que se pueden cambiar los elementos de contacto ya que parecen estar unos al fondo en otra pieza. No parece muy buena solución.



Figura 1.15. Patines ROS ROCA

Modelo de Ros Roca. Tiene unos patines compuestos por goma y rodillo. Al parecer el fondo presenta unos alojamientos en los que se insertan las almohadillas de tal forma que el diseño carece de tornillos.

- Los contenedores de plástico suelen tener alojamientos para almohadillas para conferir al conjunto fijación al suelo, aunque como se ve en la foto de arriba, también hay otras formas de conseguirlo. Esto es preciso dado que los rebajes no se pueden hacer en plástico, ya que con el roce del suelo se desgastarían con mucha rapidez.



Figura 1.16. Patines por piezas

Casos Especiales

Cabe también nombrar casos especiales que se han visto por la red y que han despertado la curiosidad por uno u otro motivo.



Figura 1.17. Patines elevados

Es el caso de este contenedor que presenta cuatro patines con una estética no demasiado común. Como se puede observar, en lugar de estar separado del suelo 30 mm (como dicta la norma) estará en torno a los 100 mm. Es probable que sea necesario pasar algo por debajo.

En la imagen contigua se puede observar otro caso poco común. El contenedor monta seis patines. Probablemente este contenedor contenga material pesado y necesite de más apoyo.



Figura 1.18. Modelo de Seis Patines

Independientemente de a qué tipo de contenedor pertenezcan, la posición de los patines siempre cae dentro de la base, sin sobresalir de ésta. Esto es debido a que actualmente los camiones que operan con este tipo de contenedores, tienen instalados sistemas de recogida que no maltratan el cubo sino que lo dejan y lo cogen con bastante suavidad. Esto hace, que en cierta medida, el patín haya perdido la función de proteger el cubo de golpes. Por esto, respecto del diseño que tenía el contenedor de Contenur (se puede ver debajo), se va a tender a rediseñarlo de forma que se acorte toda esa estructura.



Figura 1.19. Patines actuales CONTENUR

1.5. CONSIDERACIONES SOBRE INYECCIÓN

Como se ha comentado anteriormente, nuestra pieza se fabricará mediante el proceso de inyección de plástico. La inyección de plástico se ha convertido en uno de los procesos con mayor proyección de la industria actual principalmente debido a los diversos beneficios que éste conlleva en comparación con otros.

- Reducción del tiempo de fabricación
- Fusión de varios procesos en uno
- Un diseño adecuado permite englobar varias piezas de un conjunto en una sola
- Incremento de la automatización del proceso
- Gran versatilidad
- Se reduce la manipulación del producto

Existe diversidad de materiales inyectables que en función de las exigencias permiten obtener piezas con las siguientes características:

- Resistencia
- Excelente acabado superficial
- Impermeabilidad
- Resistencia a ataque físicos y químicos
- Gran precisión geométrica

Para conseguir todas estas características habrá que conocer el proceso de inyección y valorar sus limitaciones. Los principales problemas que aparecen en las piezas fabricadas mediante este proceso de inyección de plásticos son debidos a las siguientes razones:

- Diseño incorrecto de la pieza
- Elección inadecuada del material
- Fallos en el diseño, mecanizado o ajuste del molde
- Problemas en los parámetros de transformación

Por todo ello es importante el trabajo conjunto de todas las personas que intervienen en el proceso de inyección como son el diseñador, el moldista, los proveedores del material y el inyector. Tradicionalmente se ha trabajado en la inyección de plásticos basándose en la experiencia adquirida y en los errores cometidos en el pasado.

Hoy en día, gracias a los avances informáticos mediante programas de simulación que permiten conocer el comportamiento del material a lo largo del proceso y nociones teóricas que racionalmente empleadas proporcionan mucha información, se puede asegurar que el producto final tenga la calidad deseada antes de la construcción del molde.

Este hecho es de gran importancia de cara a la producción, pues el molde es una inversión muy cara que hay que rentabilizar mediante el ciclo de producción.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE INYECCIÓN

La inyección de plásticos consiste básicamente en un proceso en el que un polímero se calienta hasta un estado plástico y se hace fluir bajo alta presión dentro de la cavidad de un molde, donde tras un tiempo se solidifica. Los elementos principales que intervienen en la inyección son tres:

- Material plástico en forma de granza
- Molde de inyección
- Máquina de inyección de plásticos.

a) El material termoplástico:



Figura 1.20. Granza

Éste debe de ser fundido sin degradarse e inyectado a alta presión y velocidad dentro de la cavidad del molde. Después de inyectarse, el plástico se deja enfriar para que solidifique y adopte la forma deseada. Existe una gran variedad de plásticos con diferentes propiedades adaptables a cualquier tipo de aplicación.

b) El molde

En su interior se mecaniza la cavidad que configura “el negativo” de la pieza, además de los canales de entrada de material, los circuitos de refrigeración encargados de evacuar el calor generado durante el tiempo que dura la inyección, y los elementos estructurales del molde, tales como expulsores, guías, etc.

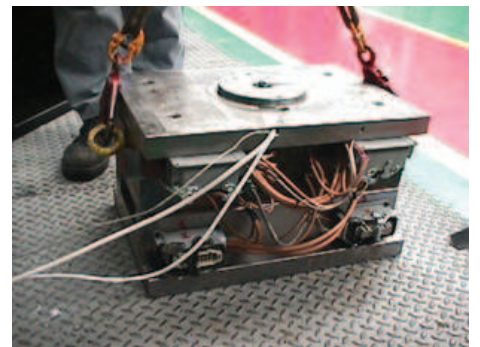


Figura 1.21. Molde

c) La máquina de inyección

Son máquinas formadas por diferentes mecanismos hidráulicos, mecánicos, térmicos, etc. Su máximo aprovechamiento depende de la capacidad de automatización y repetitividad para cumplir una fabricación en serie aceptable. Las principales funciones de una máquina de inyección son:

- Suministrar el calor necesario al material para fundirlo
- Introducir el material en el molde mediante el empuje de éste con un husillo
- Mantener el molde cerrado en contra de la presión de inyección
- Retirar el calor del molde mediante el empleo de un fluido refrigerante
- Realizar los movimientos de apertura, cierre del molde y extracción de la pieza.



Figura 1.22. Máquina Inyectora

FASES DEL PROCESO DE INYECCIÓN

En el proceso de inyección se pueden distinguir varias fases que se reproducen de manera cíclica y que pueden representar en el siguiente diagrama:

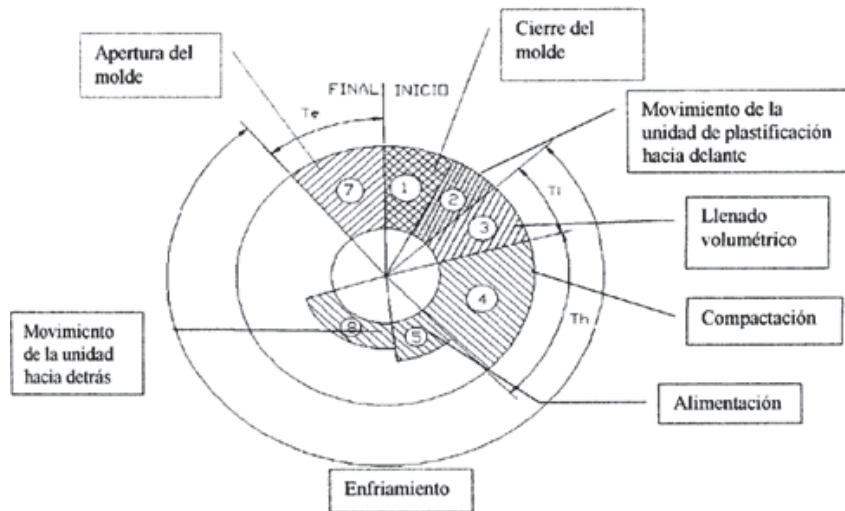


Figura 1.23. Diagrama Inyección

a) Fase de llenado volumétrico.

El plástico fundido fluye por los canales, empujado por el husillo de la inyectora hasta llenar la cavidad. El plástico al contacto con las paredes frías del molde se va congelando, formando una capa fría de material sólido en las superficies de los canales y la cavidad.

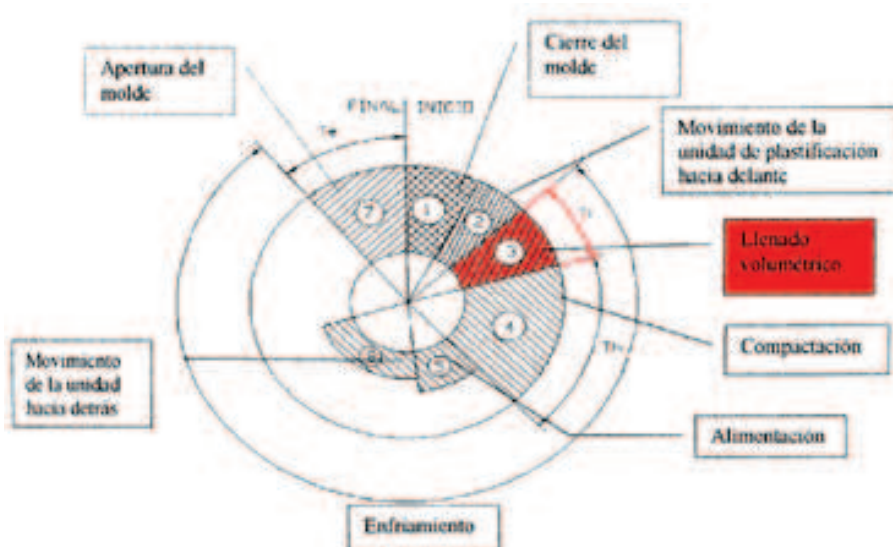


Figura 1.24. Llenado

b) Compactación

Tras el llenado se cambia de control por caudal de inyección (velocidad de avance del husillo) a control por presión aplicado desde el husillo sobre el material para controlar la tendencia de dicho material a contraer al enfriarse, aportando hasta un 20-25 % de material adicional.

Como la solidificación del material no es simultánea en todos los puntos quedan corredores por los que puede circular el polímero para rellenar las zonas donde se ha creado una falta de material. La duración de esta fase y la presión necesaria, son de máxima importancia para evitar rechupes y marcas superficiales, así como para obtener el peso de pieza deseado.

c) Fase de refrigeración.

La evacuación de calor en el proceso de inyección tiene lugar en todo momento; desde que se empieza a inyectar el plástico hasta que se expulsa la pieza.

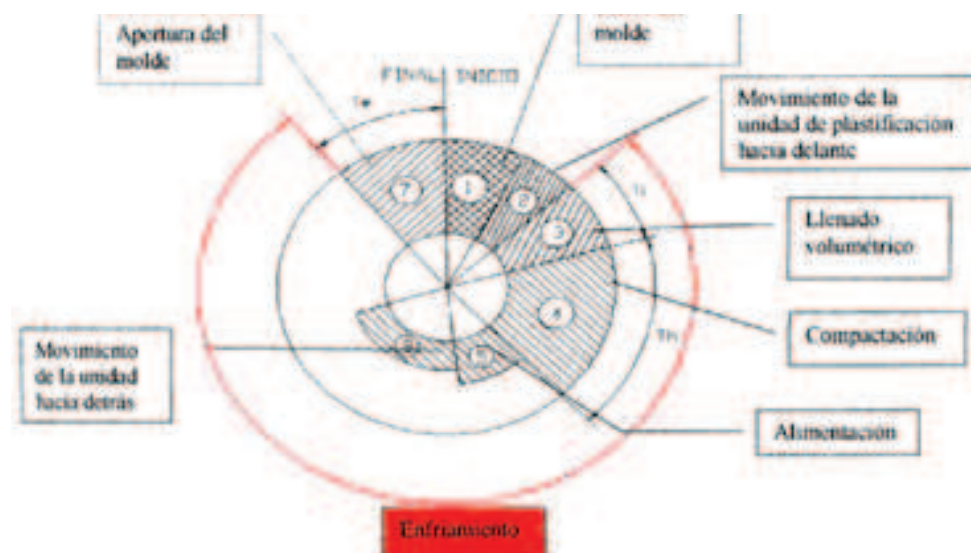


Figura 1.25. Enfriamiento

La función de la refrigeración es forzar la pérdida de calor de la pieza para hacer descender su temperatura, solidificar y finalmente continuar su enfriamiento hasta una temperatura en que la pieza pueda ser lo suficientemente consistente para ser expulsada.

Por eso es interesante alcanzar una máxima eficiencia de la refrigeración para reducir el tiempo de ciclo, disminuir alabeos, rechupes, etc. y con ello aumentar la rentabilidad del proceso de producción.

Aunque el fluido refrigerante circula por el circuito de forma ininterrumpida su eficacia es más palpable tras la compactación. Por lo que normalmente se conoce como fase de refrigeración al tiempo que transcurre desde la fase de compactación hasta la expulsión.

d) Fase de plastificación o dosificación

Esta fase se encuentra solapada con la fase de refrigeración. Durante ella el husillo prepara el material necesario para el siguiente ciclo de inyección.

Adicionalmente, también se dan tres fases más que no tienen tanta repercusión como las anteriores pero sin embargo también ocupan tiempo en el ciclo de la inyección.

e) Fase de apertura de molde.

f) Fase de expulsión.

g) Fase de cierre de molde.

Una vez concluida esta fase comenzaría de nuevo el llenado completando así un proceso cíclico como es la inyección de plástico.

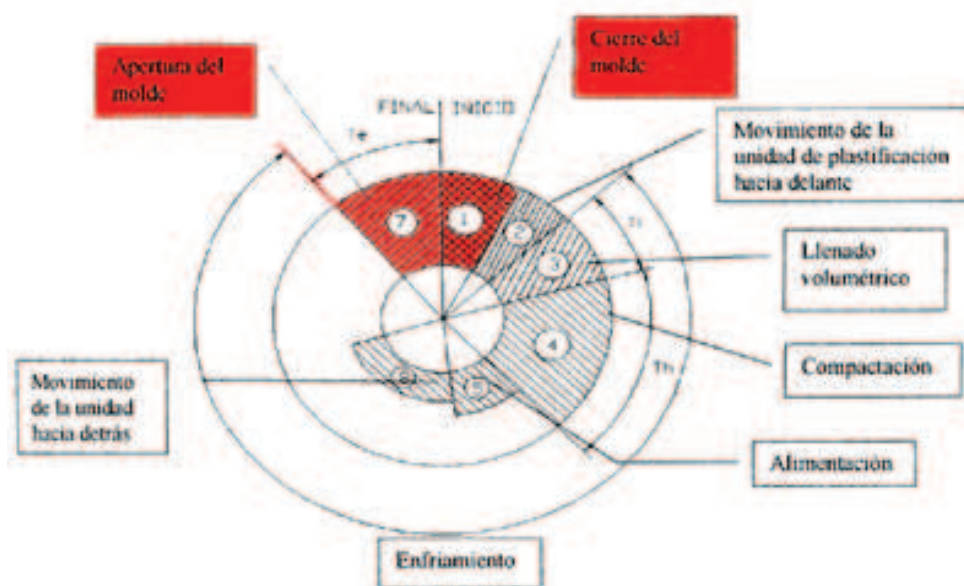


Figura 1.26. Fin de Ciclo

TIPOS DE INYECCIÓN

En el anterior apartado se ha explicado a grandes rasgos en qué consiste la inyección de plástico y cómo es y las partes que componen el ciclo de inyección. En este punto, se va a hablar de la forma en que el plástico puede entrar a la pieza.

Evidentemente, hay muchas formas de inyectar el plástico en una pieza, y no es el objeto de este proyecto estudiarlas todas. Sin embargo, hay dos particulares que nos interesan especialmente dado que nuestra pieza estará fabricada con uno de estos dos métodos. Estamos hablando de inyección por colada caliente o por canal frío con entrada submarina.

Inyección con colada caliente:

Un sistema de colada caliente, HRS (Hot Runner System, sigla en inglés), está compuesto por varias partes, encargadas de llevar el plástico fundido desde la válvula de inyección de la máquina hasta la compuerta de acceso de cada cavidad del molde. Así, este sistema que se instala dentro del molde, reduce o elimina la utilización de ramales o mazarotas, necesaria con los sistemas de colada fría.

Básicamente, un sistema de colada caliente consiste en un distribuidor y en un juego de boquillas, que mantienen la resina fundida desde su salida de la máquina inyectora hasta que entra en cada una de las cavidades del molde. El calor requerido para mantener la resina fundida es proporcionado mediante resistencias eléctricas.

En colada caliente, el manejo adecuado de la temperatura es un punto crítico, razón por la cual su funcionamiento debe ser apoyado por un controlador eficiente de temperatura.

¿Cuáles son los beneficios?

El uso de sistemas de colada caliente, en comparación con los sistemas de colada fría, tiene un impacto directo sobre la reducción o eliminación de los desperdicios de resina, al evitar los ramales de las piezas de inyección. Otro beneficio es la reducción de los tiempos generales de ciclo, lo cual redundará en menor consumo energético y mayor volumen de piezas producidas por ciclo de moldeo, cuando se utilizan moldes de múltiples cavidades. Todo ello incide en una reducción de costes de producción.

También deben incluirse dentro de las ventajas del uso de sistemas de colada caliente un mayor tiempo de vida útil del molde, una mayor eficiencia de la máquina de inyección con respecto a su tamaño y mejor calidad del producto final.

La mayor parte de moldes pueden ser adaptados para trabajar con sistemas de colada caliente. Las opciones son casi ilimitadas. Además, una gran ventaja es que los sistemas de colada caliente abren las opciones para trabajar con moldes no convencionales, como moldes apilados de múltiples niveles. La posibilidad de trabajar con tolerancias sumamente finas es otra cualidad.

¿Qué aplicaciones son las principales candidatas?

Piezas de gran volumen, como piezas para automoción, son ideales para esta tecnología. Sin embargo, la colada caliente ha encontrado terreno fértil en la exigente fabricación por volumen de piezas para la industria médica (dosificadores para jeringuillas de insulina o componentes para diálisis), para la industria farmacéutica (inhaladores o envases para comprimidos), para piezas que requieren inyección de pared delgada (envases para lácteos, envases IML o dosificadores), cierres (cierres de rosca para bebidas, cierres de bisagra o tapas de doble componente), así como aplicaciones especiales (carcasas de teléfonos móviles o cartuchos para copadoras).

Todas las piezas inyectadas, sean técnicamente complicadas o no, reciben beneficios directos cuando se utiliza un sistema de canal caliente. Esto obedece básicamente a que se obtienen mayor consistencia en la calidad del producto, altos volúmenes de producción y múltiples ahorros.

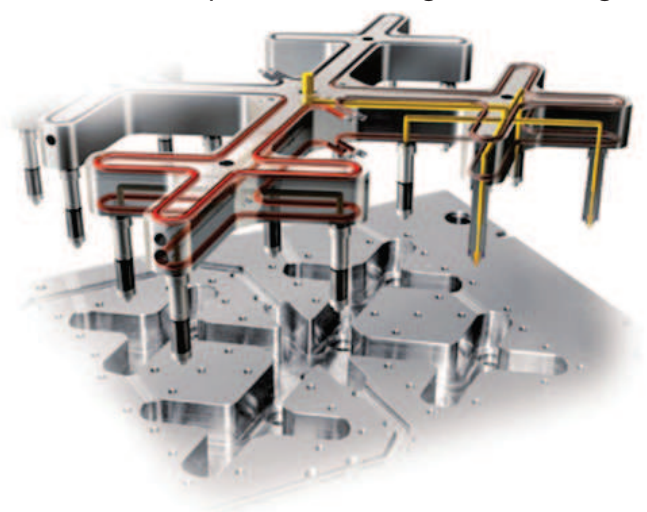


Figura 1.27. Cámaras Calientes

Inyección con canal frío con entrada submarina

La colada fría es un componente de la pieza inyectada, puede ser bastante grande y necesita ciclos de inyección más largos. Este sistema es aplicado para piezas pequeñas. Los canales fríos llevan el plástico a las cavidades del molde y no cuentan con sistemas de control de temperatura como los sistemas de colada y canal calientes.

Principales características de los moldes de inyección de plástico de colada y canal fríos:

- Tiempos de ciclo altos
- Mecanismo de desmolde complicado
- Gran cantidad de desperdicio de material (colada fría)
- Distancias (carreras) de apertura del molde muy grandes
- Proyección y distribución de las cavidades compleja

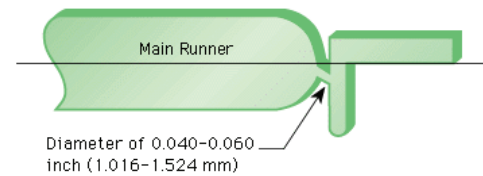


Figura 1.28. Entrada Submarina

Principales sistemas de colada fría en los moldes de inyección de plástico

Cuando existen contrasalidas que hacen necesarias las correderas, se necesita una distribución en serie que presenta el inconveniente de tener recorridos desiguales de alimentación. Para equilibrar artificialmente el llenado sin cambiar el diámetro de las boquillas se varían los diámetros de los canales a partir de un análisis del comportamiento.

El canal frío en los moldes de inyección de plástico

Los canales de distribución para cavidades múltiples se suelen construir con una configuración radial para obtener un llenado simultáneo e igualado de todas las cavidades. Paralelamente a la denominada elaboración "sin colada" de materiales termoplásticos, también se pueden inyectar elastómeros y termoestables en moldes de canal frío sin mazarota (es la parte superior de la colada). Esto es muy importante debido a que, por lo general, las mazarotas no se pueden recuperar para inyectarlo otra vez (regranular). Un canal frío mantiene los elastómeros o termoestables a un nivel de temperatura que evita la solidificación.

De esta forma, las exigencias respecto a un sistema de canal frío son muy elevadas: El gradiente de temperatura en el sistema debe ser lo más pequeño posible y el aislamiento térmico del molde y del canal frío deben ser óptimo para evitar con seguridad la solidificación del material.

Se usan diferentes tipos de expulsores en función de la forma de la pieza, que deben ejercer la presión mínima, suficiente para el desmoldeo evitando eventuales deformaciones. El camino del material hasta la cavidad debe ser lo más corto posible para, entre otras cosas, minimizar las pérdidas de presión y de calor. El tipo de ejecución de la colada/sección de entrada tiene mucha importancia respecto a:

- Fabricación económica.
- Propiedades de la pieza inyectada.
- Tolerancias.
- Tensiones propias del material, etc.

La entrada submarina se utiliza en la construcción de moldes de dos placas. Consiste en un túnel cónico desde el final del canal hasta la cavidad del molde. Comúnmente se sitúa en la placa móvil, pero también es posible colocarla en la placa fija.

Normalmente la alimentación se realiza a través de superficies perpendiculares al plano del molde. La curvatura también permite la entrada del material a inyectar por la parte inferior de superficies paralelas a este plano. Este tipo de entrada se separa automáticamente de la colada durante el proceso de expulsión y deja marcas de entrada relativamente suaves.

1.6. Normas y Referencias

Ya se ha comentado con anterioridad la existencia de una normativa que regula las dimensiones de ciertas piezas del contenedor. Esta norma, establece algunas medidas que afectan al subconjunto patín. Para poder realizar un correcto desarrollo del producto, se muestra un esquema recogido en dicha norma detallando las medidas que afectan al patín

UNE-EN 12574-1:2007

Contenedores fijos para residuos. Parte 1: Contenedores con capacidades hasta 10 000 l con tapa(s) plana(s) o abovedada(s) para dispositivos de elevación de tipo soporte giratorio, doble soporte giratorio o tipo manguitos. Dimensiones y diseño.

UNE-EN 12574-2:2007

Contenedores fijos para residuos. Parte 2: Requisitos de funcionamiento y métodos de ensayo.

UNE-EN 12574-3:2007

Contenedores fijos para residuos. Parte 3: Requisitos de seguridad e higiene

UNE EN ISO 9001

Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos. (ISO 9001:2008)

UNE EN ISO 14.001

Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso.

Certificado de calidad AENOR

En el dibujo, se muestran todas las medidas que por normativa, tiene que estar en un rango determinado. En el caso de la pieza que se está diseñando, tan sólo afecta la dimensión 12, que acota la distancia entre el suelo y el fondo del contenedor.

Esta medida es de 30 mm, por lo que el patín deberá estar diseñado junto con el fondo del contenedor para que éste esté dentro de la normativa.

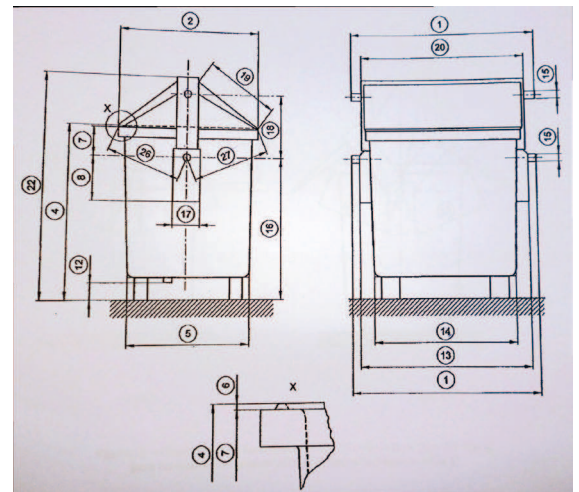


Figura 1.29.. Norma UNE-EN 12574



Figura 1.30. Logo ISO



Figura 1.31. Logo TUV



Figura 1.32. Logo AENOR

1.7. Especificaciones de Producto

Los requisitos de diseño son un procedimiento clave en el proceso de desarrollo de producto. Los hay de diferentes tipos, técnicos (características del producto), y metodológicos (características del proceso). Las especificaciones desarrollan, matizan y completan el pliego de condiciones.

Su realización es necesaria para la limitación del proyecto; es decir, organizar recursos, controlar el proceso y orientarlo a objetivos. Conseguimos a su vez, la obtención de la descripción de producto, un paso determinante en el proceso de definición del producto. Los requisitos que caracterizan nuestro producto de manera general y que han sido establecidos son:

Alto valor práctico

El funcionamiento del patín debe ser impecable, y para conseguirlo, se han estudiado nuevas soluciones para resolver distintos problemas como el exceso de material o la distribución de los elementos.

Alta calidad de diseño

Para ello debe haber una relación evidente entre el objeto total y sus elementos. Se diferencian adecuadamente los distintos elementos de diseño, ya que se trata de una forma simple, fácil de interpretar a primera vista.

De esta forma, las características propias y específicas del producto son las dadas por las especificaciones de diseño, requisitos del producto. Éstas vienen sintetizadas para una mejor y más fácil comprensión. Son las siguientes:

- Funcionalidad

La función principal de este patín es hacer rodar el cuerpo del cubo cuando el camión maniobra con él. También debe permitir a los operarios trasladarlos.

- Funciones secundarias

Como funciones secundarias cabría destacar la separación del fondo del contenedor del suelo, permitiendo así que la suciedad o el agua de la lluvia fluya por debajo y no se estanque. También se podría englobar dentro de función secundaria el hecho de proteger el cubo de golpes cuando el camión lo deposita en el suelo después de haber descargado la basura.

- Vida útil

Su durabilidad tendrá que ser pareja a la del contenedor. No obstante, siempre cabe la posibilidad de que la vida útil se acorte debido a algún impacto fuerte al maniobrar con él.

- Tamaño

Se busca un acuerdo entre tamaño y función. Debe ser adecuado a su correcto uso, es decir, su tamaño debe ser tal que toda la estructura sirva para desempeñar la función para la que el patín se diseña. Nunca debe haber una parte del objeto de la que se pueda prescindir sin afectar al funcionamiento. Un mayor tamaño, reduciría la capacidad del contenedor.

- Medio ambiente

Se realiza el compromiso con la naturaleza y el respeto hacia ella, utilizando materiales reciclables y no contaminantes. También se intenta facilitar el trabajo de reciclado componiéndola de partes diferenciadas en cuanto a materiales.

- Transporte

Optimización del tamaño que ocupa el objeto para poder meter el mayor número posible en cada envío. El patín se enviará ya montado con todos sus elementos desde la planta de fabricación a Contener. Ha de poder apilar con otros patines en el menor espacio posible.

- Normativa

UNE
ISO
CE
AENOR Producto certificado
AENOR Gestión Medioambiental

- Mantenimiento

El patín se diseña para que no precise de mantenimiento. En caso de rotura habrá de ser sustituido por otro nuevo o bien reemplazar la parte dañada.

- Fabricación

El cuerpo se inyectará en plástico. Posteriormente se ensamblan los componentes. Basado en una corta cadena de montaje a partir de sistemas productivos no dañinos para nuestro entorno y siempre en el menor tiempo posible.

- Restricciones de empresa

- Imposibilidad de fabricar formas demasiado complejas, evitando el uso de correderas y postizos en el molde.
- Material ya determinado.
- Ha de poder montarse en el cubo actual.
- Los alojamientos del patín tienen que tener unas dimensiones y un posicionamiento determinados. De esta forma, se podrán alojar otros elementos normalizados para dichas dimensiones en caso de que se requiera.
- Las piezas no deben tener mano, es decir, se debe evitar tener que realizar piezas simétricas para cada lado del contenedor.
- Se deben evitar los tornillos vistos, a menos que el montaje lo impida, en ese caso, se colocarán de una forma discreta.

- Estética

No es relevante ya que el elemento apenas se va a ver. Tan sólo es necesario que sea totalmente funcional y que la parte vista se integre con el total del producto.

- Restricciones de mercado

Generalmente los patines de los contenedores los fabrican los propios fabricantes del cubo para adecuarse a un modelo concreto y no se comercializan.

FASE II: DISEÑO FUNCIONAL DEL PATIN

2. DISEÑO FUNCIONAL DEL PATÍN

Para diseñar el nuevo modelo, además de tener en cuenta las especificaciones de diseño antes redactadas, se realiza un estudio del patín que montan ahora los contenedores de Contener.

El patín que se puede observar bajo estas líneas es el último modelo del que dispone la empresa. Como se puede observar el patín en cuestión tiene una longitud aproximada de medio metro. Está compuesto por un rodillo, un pasador remachado en el otro extremo por una tuerca, dos almohadillas, dos amortiguadores y alojamiento para cinco tornillos.



Figura 2.1. Patín actual

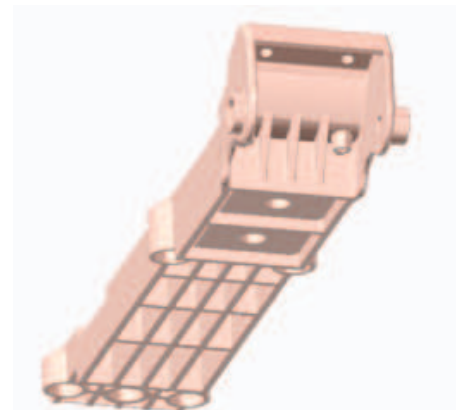


Figura 2.2. Patín actual

Para conocer mejor este patín y así analizar sus puntos débiles, se han tomado muestras de la calle. Al parecer, los patines que montan los contenedores actuales tienen un punto débil por el que rompen, que se corresponde con las uniones delanteras.

La razón por la que rompen, es que aproximadamente la mitad del mismo, se encuentra en "voladizo". Cuando el camión apoya el contenedor en el suelo, todo su peso es repartido en los cuatro patines que actúan como amortiguadores. Con la fatiga que produce el uso diario y el Momento que se produce en dichas uniones, el patín acaba rompiendo.



Figura 2.3. Patín actual roto



Figura 2.4. Comparativa



Figura 2.5. Patín roto y nuevo

Análisis del Patín Existente:

Rodillo: Permite que el cubo se pueda desplazar cuando el camión lo deja en el suelo.

Almohadillas: Adhieren el contenedor al suelo, evitando que este se mueva cuando no se desea

Amortiguadores: Cuando el contenedor está apoyado completamente en el suelo, estos elementos sirven como medio de absorción del impacto. Apoyan en el cubo al flexionar el patín por efecto del peso del cubo.

Pasante y tuerca: Hacen las veces de eje para permitir el giro al rodillo.

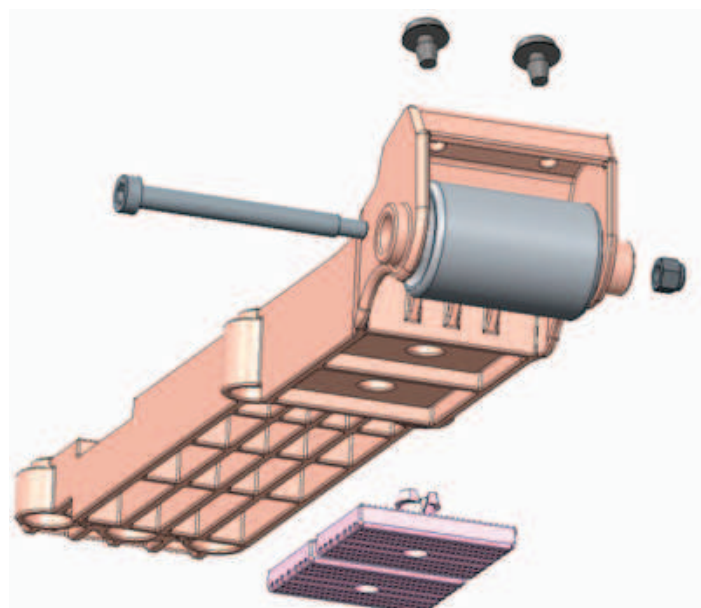


Figura 2.6. Despiece patín actual

2.1. Análisis de Soluciones

Primer Modelo:

Tras analizar mecánicamente el modelo de patín que montaba el anterior cubo, se observa que hay una gran parte de su estructura que no se ve sometida a ningún esfuerzo cuando el cubo es depositado en el suelo por el camión de la basura. Además se observa que se corresponde con toda la parte trasera, que tan sólo tiene los alojamientos para los tornillos.

Con el objeto de optimizar el material que se emplea en el diseño, se intenta diseñar un patín reducido a sus partes esenciales. Se mantienen los alojamientos para los cinco tornillos y todos los elementos que el anterior, simplemente se acorta optimizando el tamaño para que todos los elementos del patín aporten algo.

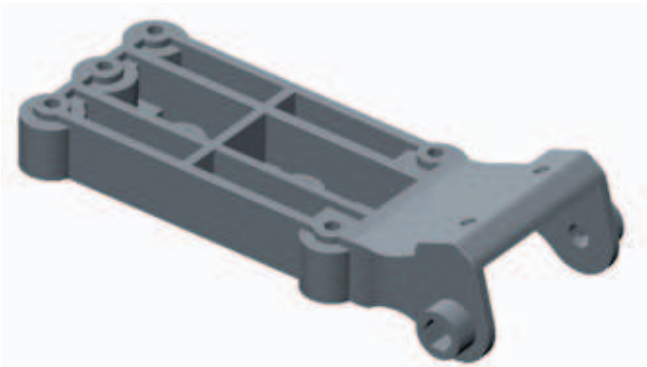


Figura 2.7. General

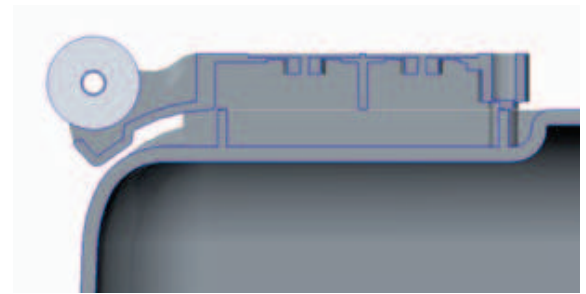


Figura 2.8. Corte

Como se puede observar, este patín sigue la misma línea que el que actualmente montan los contenedores de la empresa. Mantiene todavía la función de proteger con la cabeza el borde del contenedor. A pesar de ser más pequeño, cabría esperar que este modelo rompiera por la cabeza incluso antes que el actual.

Presenta muy poco brazo para flexar por lo que ante un impacto fuera de lo normal la fuerza aplicada sería bastante crítica.

La realidad es que los contenedores actuales nunca rompen por el fondo. No se sabe si porque los patines actuales cumplen su función perfectamente, o porque no hay ningún peligro en esa zona y por tanto esa función no tiene utilidad. La competencia tal y como se ha visto, esconde los patines por debajo por motivos estéticos sobre todo.



Figura 2.9. Montaje

Segundo Modelo

Partiendo del mismo concepto que en el primer modelo, se intenta diseñar un patín en el que la dirección de desmoldeo sea lateral, es decir, la línea azul que se puede ver en el dibujo sería la línea de partición. La línea de partición, es aquella en la que se unen las dos piezas del molde y por tanto determina la dirección de desmoldeo.

Para ello se han cambiado las nervaduras de sentido (para no crear contrasalidas) y se le ha dotado de otro aspecto al cabezal para conferirle mayor rigidez, dado que muchos de los que actualmente se montaban rompían en esa zona. Se trata de un patín experimental, para determinar en qué medida sería fabricable y su posible estética.

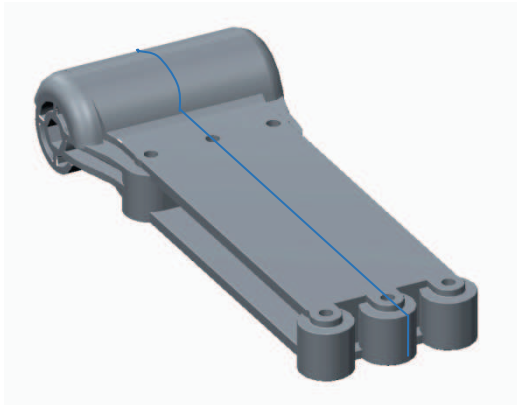


Figura 2.10. General

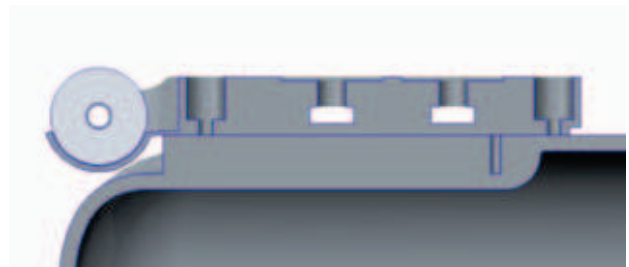


Figura 2.11. Corte



Figura 2.12. Montaje

Como se puede observar, este modelo sigue con el concepto del anterior y protege el cuerpo del contenedor. Simplemente se ha buscado otro enfoque. Sin embargo, este patín tiene más inconvenientes que ventajas. Fabricarlo sería más caro que desmoldeando en el otro sentido. Además, la forma que tiene es propensa a almacenar suciedad, algo no muy recomendable para una pieza que está debajo de un cubo de basura. Por último su estructura probablemente sea más frágil que poniendo perpendiculares al suelo.

Tercer Modelo:

El tercer modelo surge de la posibilidad de separar el patín propiamente dicho de las almohadillas. Como se puede observar más abajo el patín se ha reducido a su mínima expresión, quedando tan sólo la estructura que le sirve de soporte. Es asimétrico con el objetivo de ganar ángulo de ataque. Iría atornillado a unas nervaduras situadas en el fondo del contenedor.

Este concepto supone un cambio radical en el funcionamiento del patín. Tal y como se ha comentado, hasta este punto los patines tenían una función protectora del vaso. Por ello, y dado que su forma que tenía que ser consecuente con su función, tenía salirse de la proyección de la base. En este modelo, pierde esa función protectora para pasar a ser un elemento que tan solo ayuda al contenedor a rodar cuando es necesario. Por este motivo, el patín pasa de ser una gran estructura, a quedar reducido a un mero soporte del rodillo.



Figura 2.13. Inferior

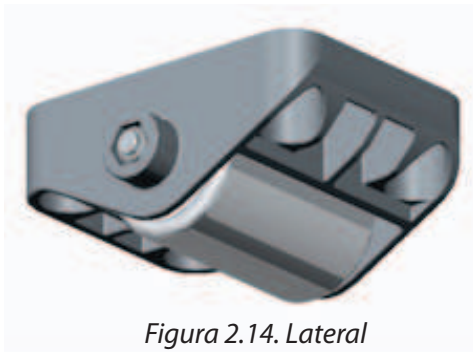


Figura 2.14. Lateral



Figura 2.15. Rodillo

En la figura 2.16. se puede ver una captura del aspecto del patín montado sobre el contenedor. La mayor ventaja de hacer el patín de tamaño reducido, es que el rehundido que lo alberga podrá ser más pequeño y por tanto ganar volumen dentro del contenedor.

Los contenedores para entrar en concursos, han de tener un volumen normalizado. A su vez, el contenedor ha de cumplir otras muchas normas dimensionales, por lo que cualquier volumen que se pueda ganar puede ser de vital importancia.



Figura 2.16. Montaje

En las siguientes capturas se puede observar tanto los nervios en los que se encajan las piezas como una posible distribución de las almohadillas. Se han barajado varias posibilidades para colocarlas, la que se ve en la imagen iría atornillada mediante dos uniones. La almohadilla sería única y de superficie doble para facilitar el montaje y optimizar el espacio. Con esta distribución de patín-almohadilla se consigue aumentar la capacidad del cubo (dado que el rehundido es menor) a la par que se ahorra material.

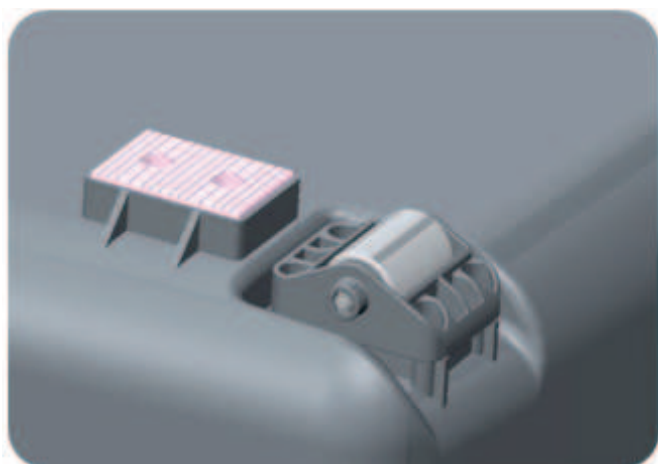


Figura 2.17. Almohadillas



Figura 2.18. Alojamientos

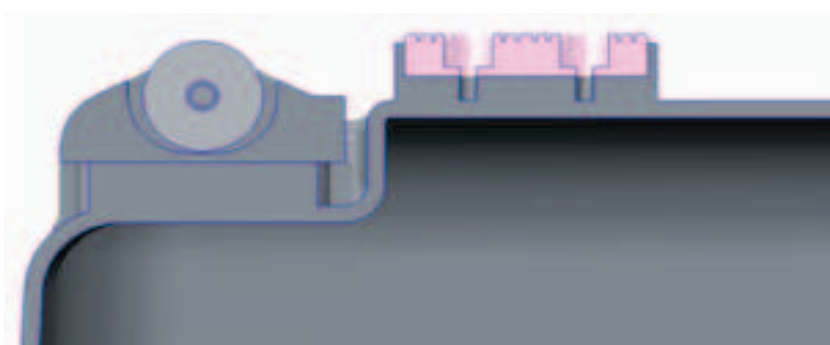


Figura 2.19. Corte

El principal inconveniente de fabricar el patín separado de las almohadillas es que sería necesario hacer un alojamiento para las últimas en la base del contenedor, lo cual podría llevar a problemas a la hora de inyectar el plástico.

Además para Contener es más cómodo que la empresa a la que le encargan la fabricación de los patines traiga ya montado el modelo completo (rodillo con almohadillas), para de esta forma atornillar directamente sobre el rehundido. Si se hiciera de esta manera las almohadillas y el patín tendrían que montarse una vez inyectado el cuerpo por separado, algo bastante incómodo y que supondría un aumento de tiempo para el montaje.

Cuarto Modelo:



Figura 2.20. Superior

Tras la última reunión, se pide en primer lugar un patín de estética similar al Tercer Modelo pero que integre en una misma pieza rodillo y almohadillas por las razones expuestas más arriba. En un principio se parte de dicho patín (con cuatro alojamientos para los tornillos) y se hace una estructura de soporte para los apoyos.

Esta estructura tendrá un rebaje para que descansa sobre el fondo del contenedor y así ganar volumen en el interior. La razón de ser del rebaje no es otro que el de poner las almohadillas a la altura del rodillo, para que así cuando el contenedor descansa en el suelo apoyen ambos elementos.

En segundo lugar se pide que el patín use los mismos alojamientos para tornillos que los de las ruedas de 160 y 200 mm. Todavía hay clientes que piden contenedores con ruedas grandes para poder desplazarlos, por ejemplo en los pueblos se dan casos de que el contenedor tenga que cambiarse de sitio. Es por tanto más práctico y flexible si tiene ruedas grandes.

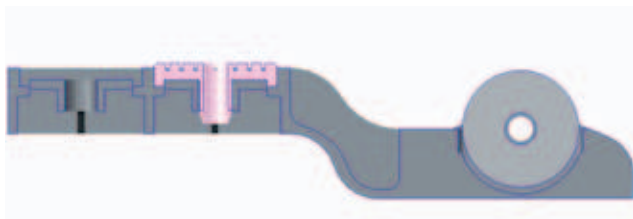


Figura 2.21. Corte

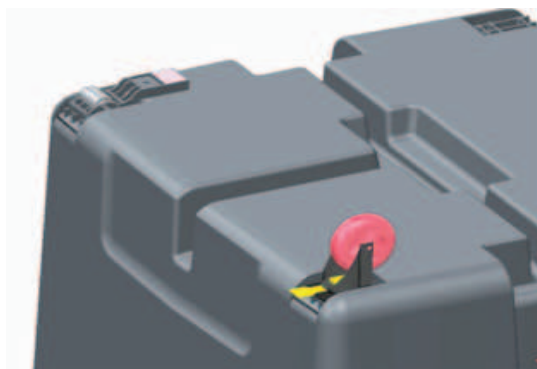


Figura 2.22. Montaje Rueda y Patín

El inconveniente de este diseño es que se necesitarían poner al menos dos tornillos para fijar la parte trasera, por lo que en total serían 6 (4 delante + 2 detrás). Esto supondría un tornillo más que ahora y un coste adicional. Por este motivo, se propone un rediseño en el que se modifica la cabeza para hacer que este patín sólo use cinco tornillos

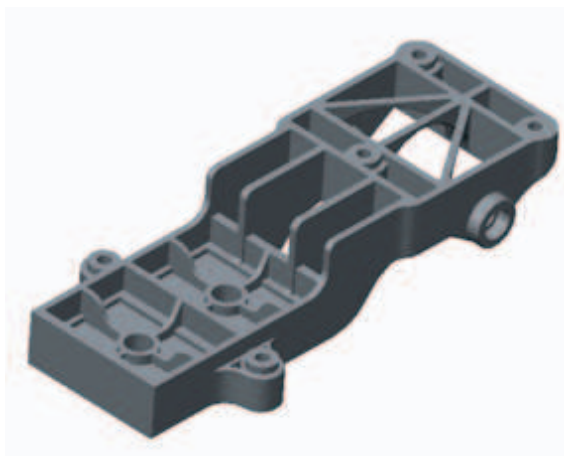


Figura 2.23. Superior

Tras estudiar la geometría del patín se ha concluido que se puede eliminar uno de los cuatro que incorporaba el modelo primitivo. Se eliminará uno de la parte trasera colocando el restante en la zona central. Los otros dos traseros irán en el hueco entre las dos almohadillas para conferir mayor estabilidad al modelo. Para llevar a cabo este modelo se tendrá que incorporar un tetón adicional en el fondo del contenedor, el cual no interferirá al colocar las ruedas. Se le añade además, un escalón en la parte Superior para que registre contra el rebaje que presenta el contenedor en su fondo. Se puede apreciar en la Figura 2.25.

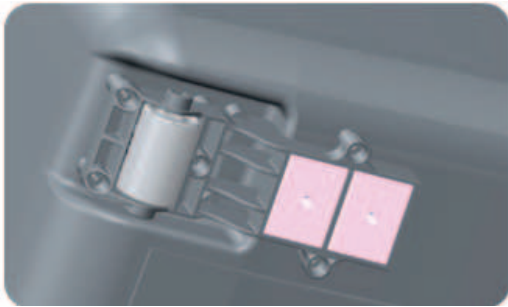


Figura 2.24. Montaje

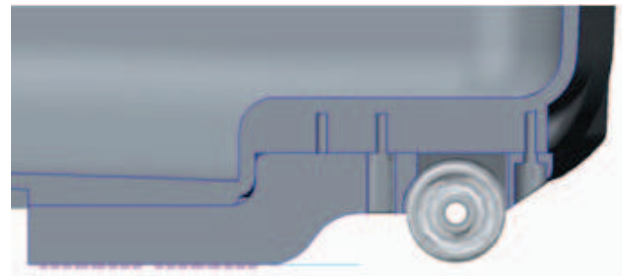


Figura 2.25. Corte

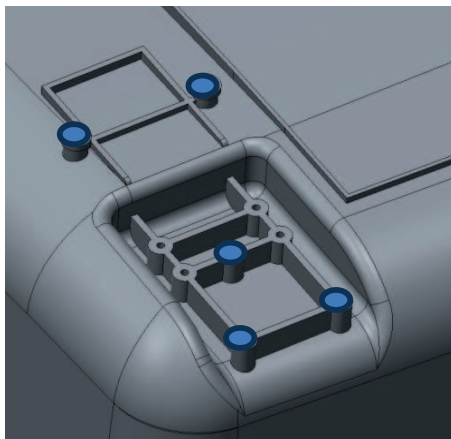


Figura 2.26. Alojamiento Patín

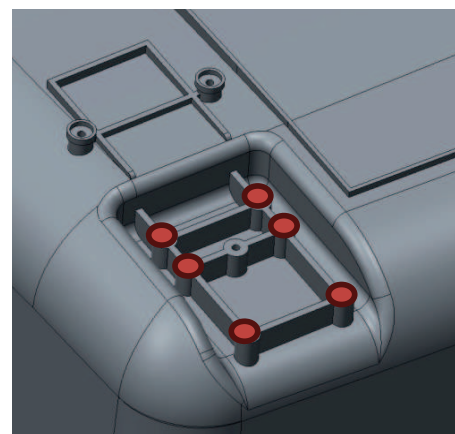


Figura 2.27. Alojamiento Rueda

Detalle del sistema de apilado:

Los patines se han ajustado para que estén lo más exteriores posibles sin interferir con el cuerpo del cubo inferior al apilar.

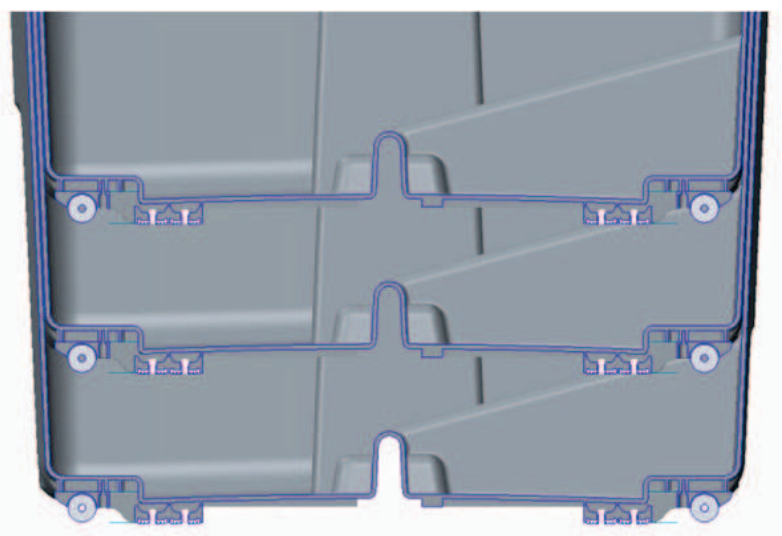


Figura 2.28. Detalle Apilado

Evolución del Fondo del Contenedor

Muy ligado al concepto del diseño del patín, encontramos el diseño del fondo del contenedor. Como se ha nombrado en el apartado de normativa, el fondo del contenedor ha de encontrarse 30 mm. por encima del suelo. Para cumplir esta norma, hay que tener en cuenta tanto los nervios del fondo del contenedor como el patín en sí, ya que es la suma de ambos la que tiene que dar el resultado adecuado. Además del diseño de los nervios, también se ha adecuado el fondo para poder evacuar líquidos en caso de que fuera necesario. A continuación se detalla la evolución que ha sufrido el fondo del contenedor.

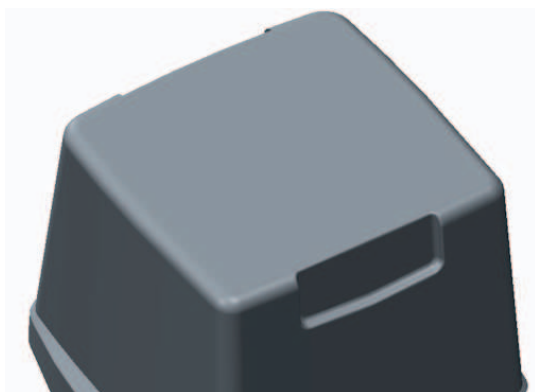


Figura 2.29. Modelo primitivo

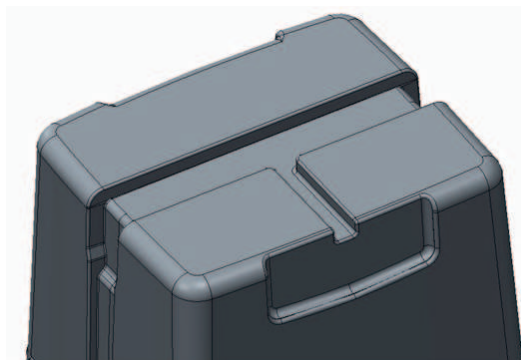


Figura 2.30. Primer Modelo

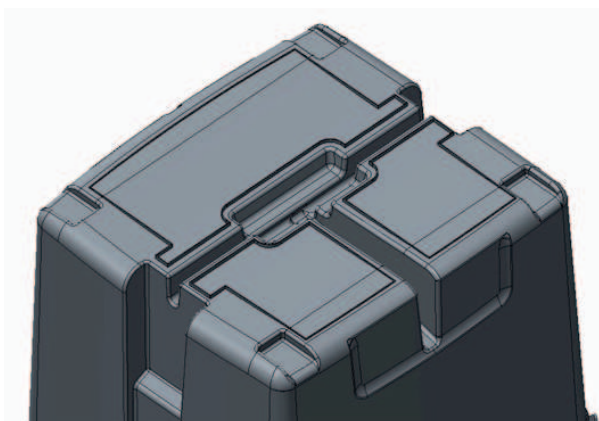


Figura 2.31. Segundo Modelo

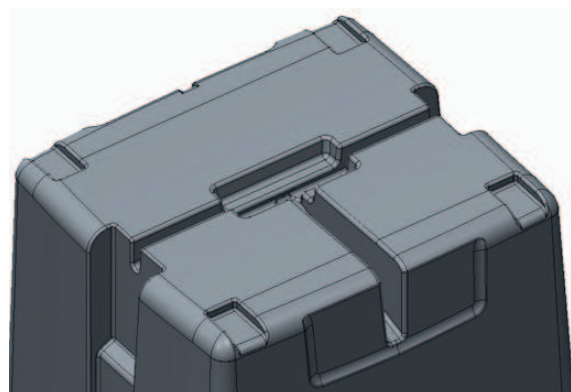


Figura 2.32. Tercer Modelo

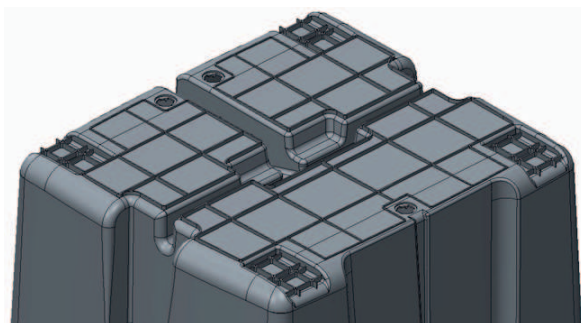


Figura 2.33. Cuarto Modelo

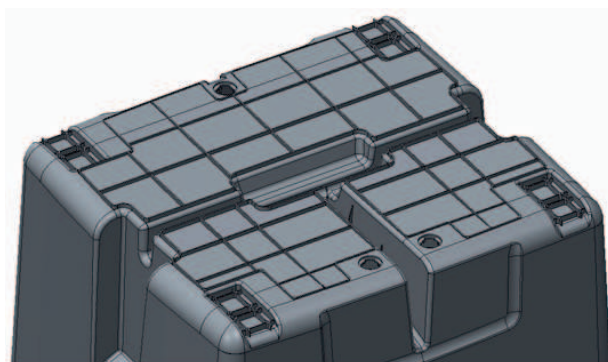
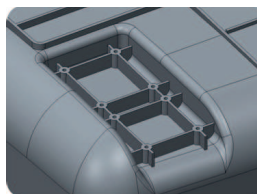
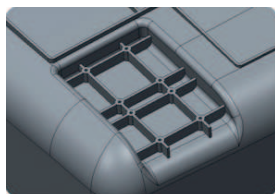


Figura 2.34. Modelo Definitivo



Quinto Modelo

Tras la última reunión se pide que el patín no obligue a hacer rehundidos a dos niveles en el fondo del contenedor, por tanto, los alojamientos para las uniones tienen que ir al mismo nivel. También se pedía que se hiciera más corto eliminando una almohadilla, ya que se considera que con una es suficiente para darle adherencia.

Partiendo del patín anterior, se ha eliminado un alojamiento para almohadillas y se han añadidos dos para tornillos en la parte posterior. El patín irá atornillado mediante cuatro uniones, las dos de atrás y o bien los dos delanteros o bien los dos intermedios (se busca la mayor fijación).

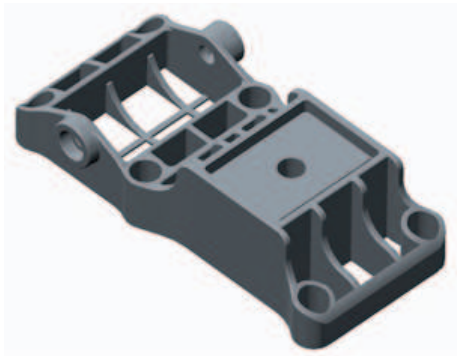


Figura 2.35. Traseira

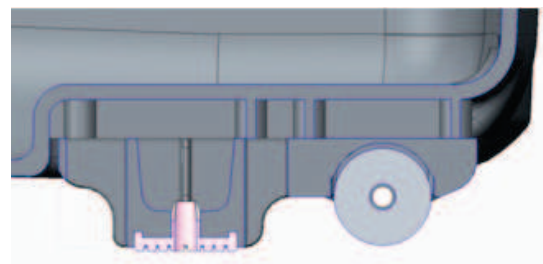


Figura 2.36. Corte



Figura 2.37. Almohadilla y Rodillo

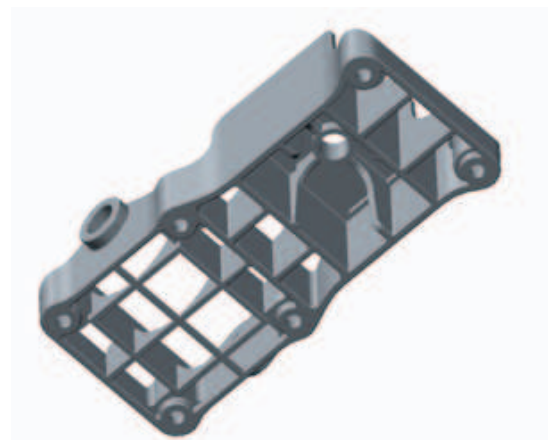


Figura 2.38. Vista Inferior



Figura 2.39. Patines Montados



Figura 2.40. Montaje

Grado máximo de inclinación:

A la hora de seguir desarrollando formalmente el patín, hay que tener en cuenta que el contenedor ha de poder voltear un determinado grado para que sea aceptado por CONTENUR. Concretamente, ha de voltear de tal forma que un operario pueda arrastrarlo agarrándolo del borde sin problemas para moverlo. Para ello, se ha colocado este patín en ambos contenedores en las posiciones que les corresponde.

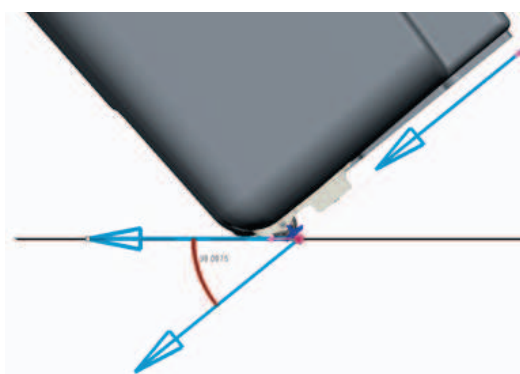


Figura 2.41. ángulo inclinación nuevo

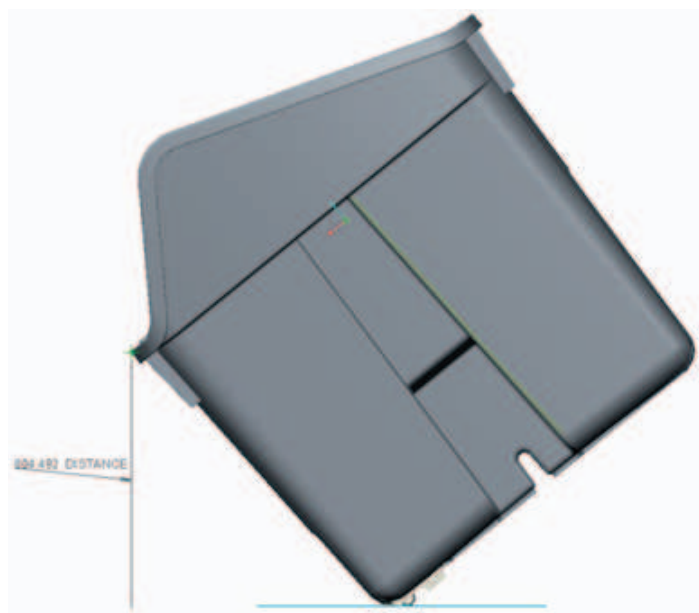


Figura 2.42. altura borde nuevo

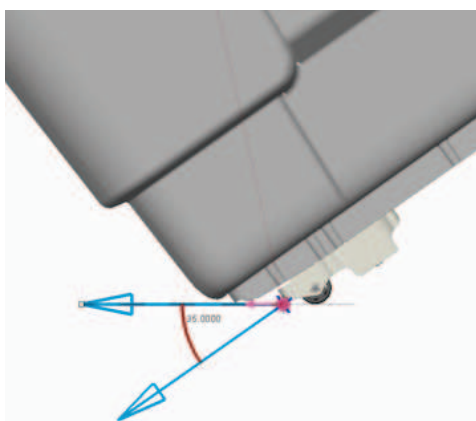


Figura 2.43. ángulo inclinación actual

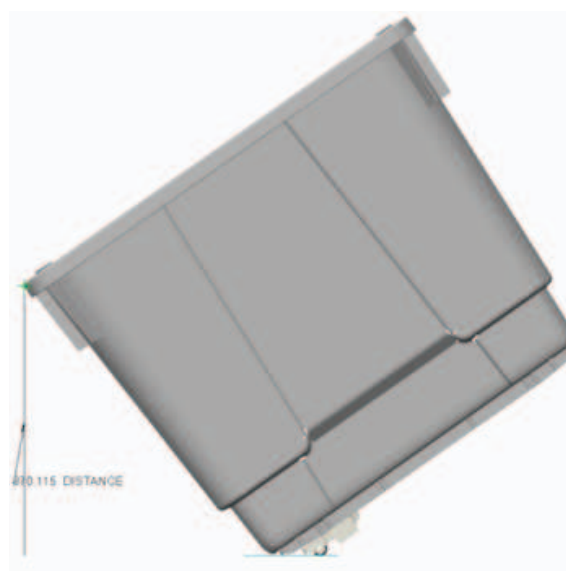


Figura 2.44. altura borde actual

El resultado es que el camión de basura puede inclinar hasta 39 grados en el nuevo y 35 en el actual sin que esto represente peligro para el cuerpo del cubo.

Esto supone que el borde del contenedor, se encuentre a una distancia del suelo de 0,8 m en el nuevo y a 0,87 m en el actual, unas alturas aceptables para que los operarios puedan moverlos arrastrándolos. Por lo tanto, la geometría del patín y la posición en el cubo son correctas y el patín puede seguir desarrollándose por esta vía.

Últimas modificaciones

El Quinto modelo, sin duda cumple una adecuada relación entre forma y función, y además mejora el modelo anterior. Sin embargo, faltan algunos aspectos por concretar:

- En primer lugar, el patín ha de quedar registrado en el hueco correspondiente para ello, es decir, el operario tiene que poder colocarlo en su sitio sin ningún esfuerzo y en el menor tiempo posible.
- En segundo lugar, el patín ha de poder apilar con otro patín ya que de lo contrario el transporte de los mismos sería más caro.
- Por último, las torretas han de tener unos alojamientos que muerdan el tornillo para que pueda ir premontado tal y como hacía su predecesor.

Versión 1

El primer problema que se intentó solucionar fue el del registro con los nervios del fondo del contenedor. Para ello, en la parte del rodillo, se cambió la estructura que había por una cruceta que tocara contra las paredes de los nervios del fondo. Se pensó que era mejor hacerlo en esta zona del patín dado que es la zona crítica del mismo. Así se refuerza la estructura.

Sin embargo, al realizar esta modificación y hacer las pruebas de apilado, se observó que la estructura era incompatible y provocaba interferencias con el patín contiguo. Por ello se pensó en otra forma de cumplir estos dos aspectos.

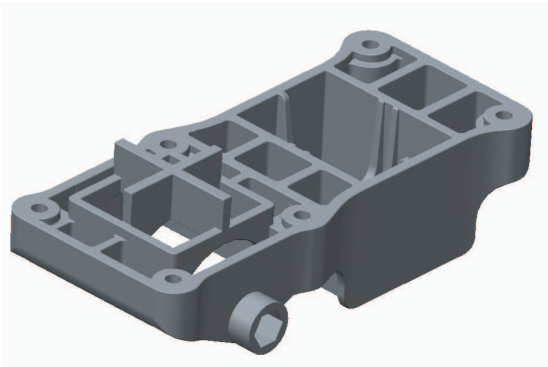


Figura 2.45. Cruceta

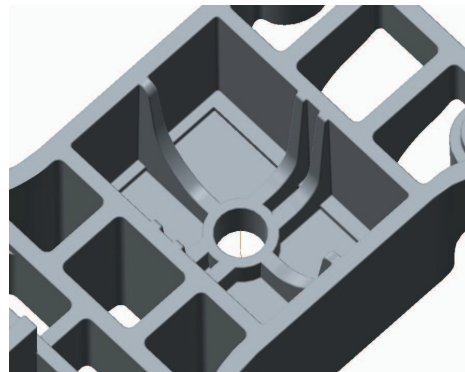


Figura 2.46. Modificaciones para apilar

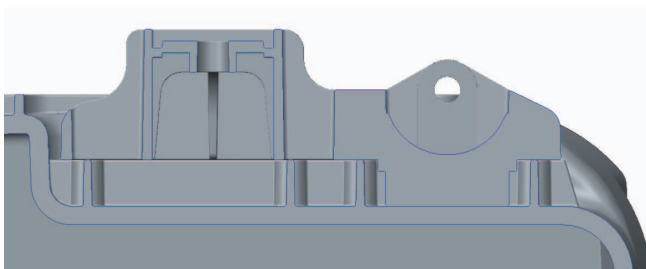


Figura 2.47. Corte

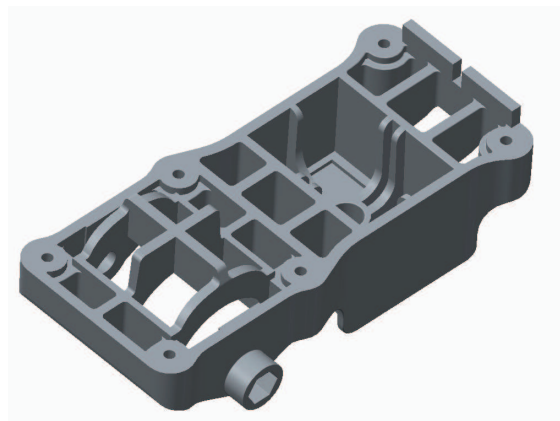


Figura 2.48. Modificación

Versión cuasi-definitiva

Se ha modificado el patín para poder colocarlo tanto en el contenedor nuevo como en el contenedor actual. Se ha sustituido la cruceta por unos nervios para que no haya interferencias con los nervios del contenedor actual. De esta forma el patín es válido para ambos contenedores. En el contenedor nuevo se podría llegar a montar con 6 tornillos pero pensamos que bastaría con 4 y en el contenedor viejo solo se puede montar con los 4 de alrededor del rodillo, por eso se ha añadido un nervio en el final del patín, para que registre de manera más efectiva.

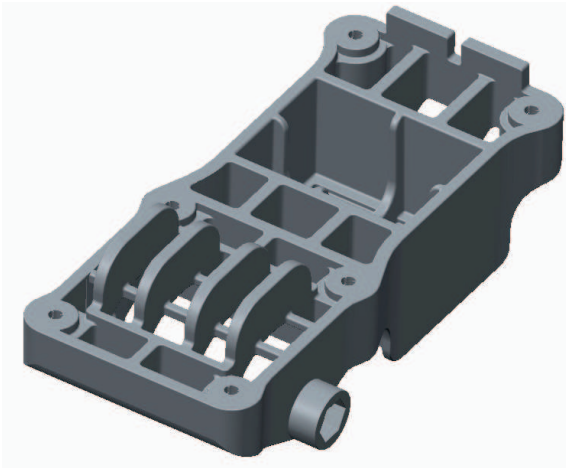
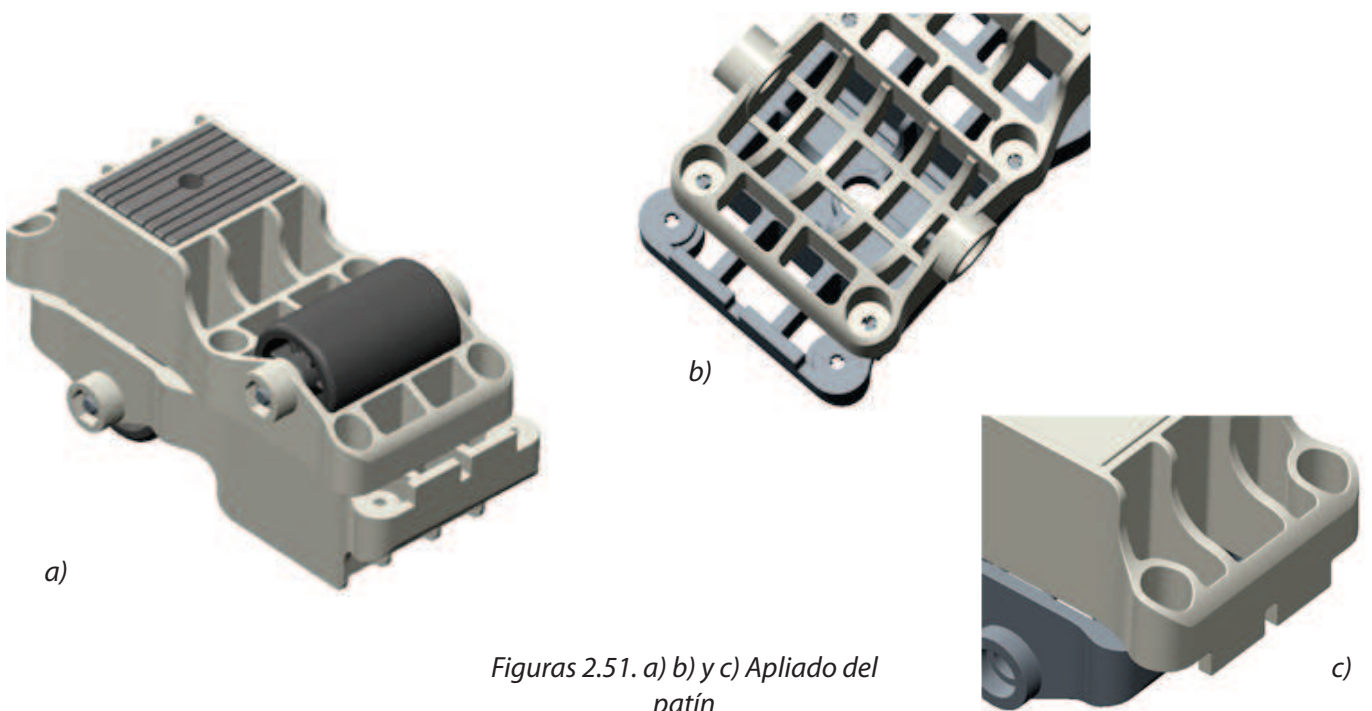


Figura 2.49. Modificación cruceta



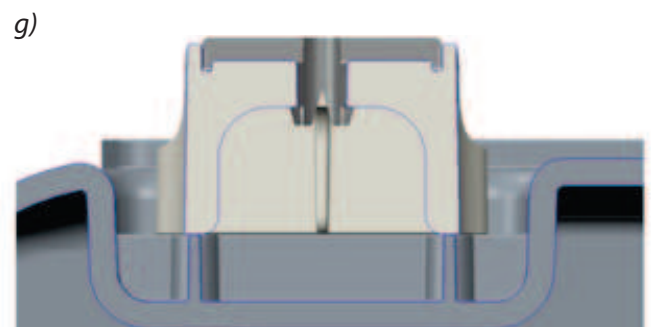
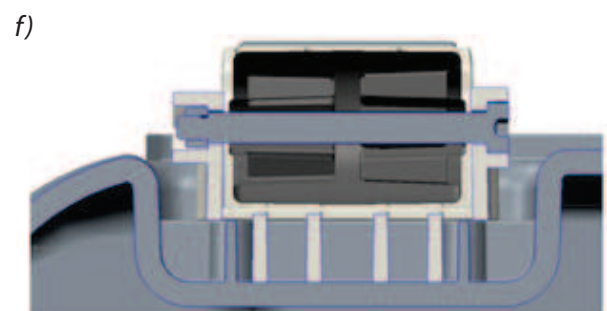
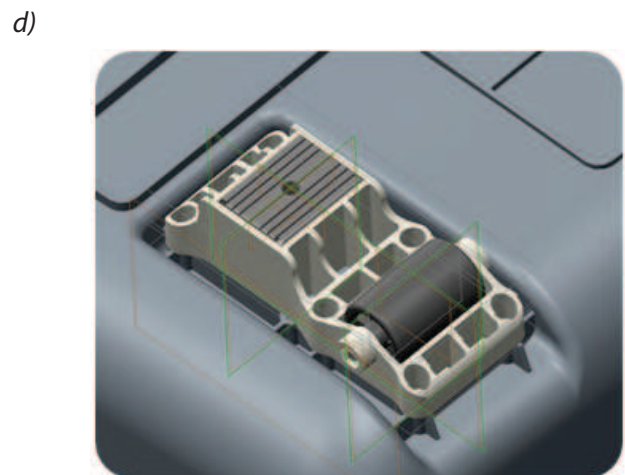
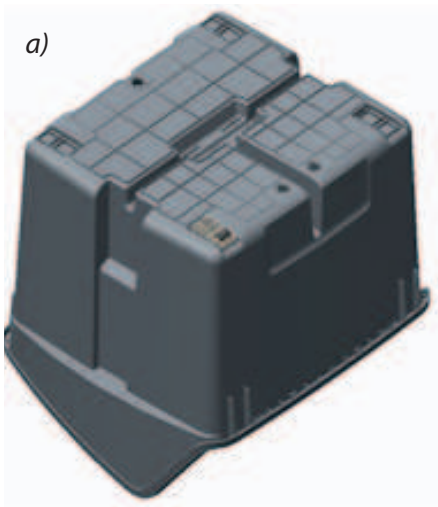
Figura 2.50. Lateral

Detalle Apilado



Figuras 2.51. a) b) y c) Apliado del patín

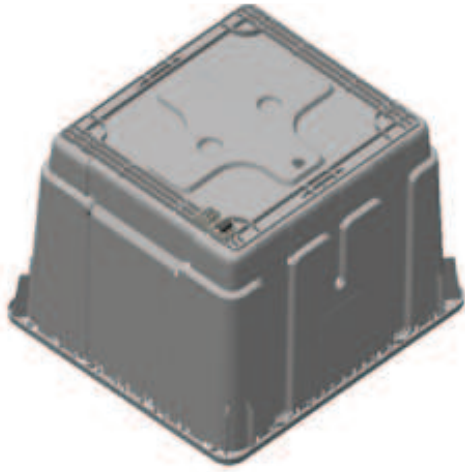
MONTAJE EN CONTENEDOR NUEVO CL 3200



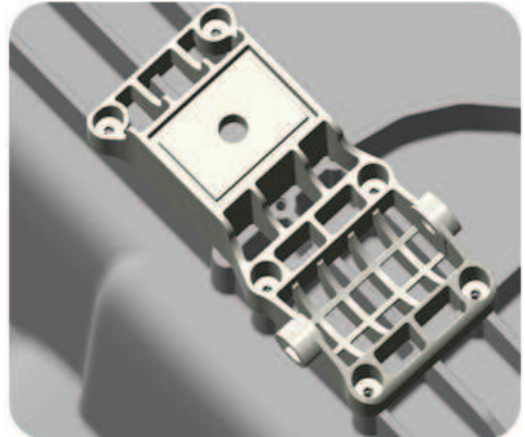
Figuras 2.52. a) b) c) d) e) f) y g) Montaje del Patín en Contenedor Nuevo

MONTAJE EN CONTENEDOR ACTUAL CL 3200

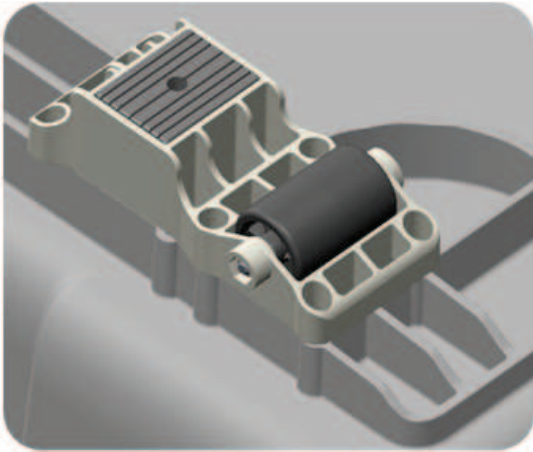
a)



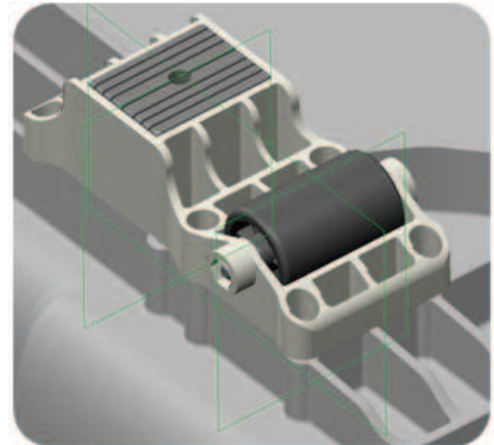
b)



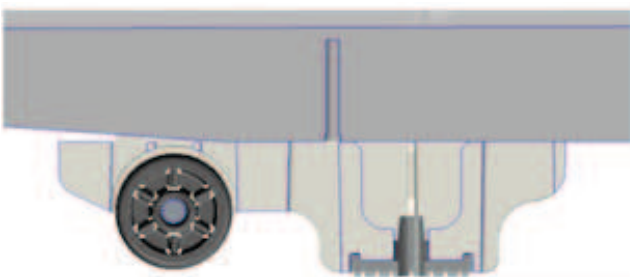
c)



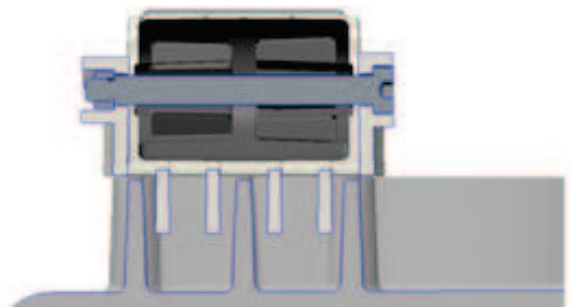
d)



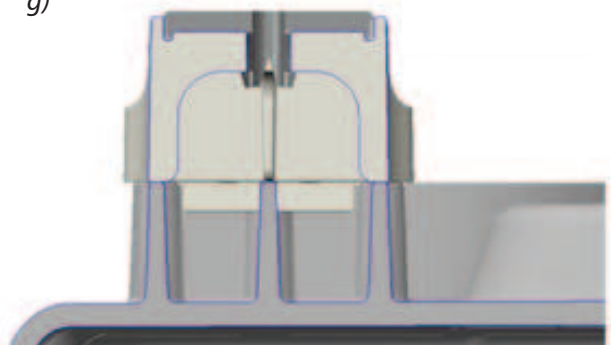
e)



f)



g)



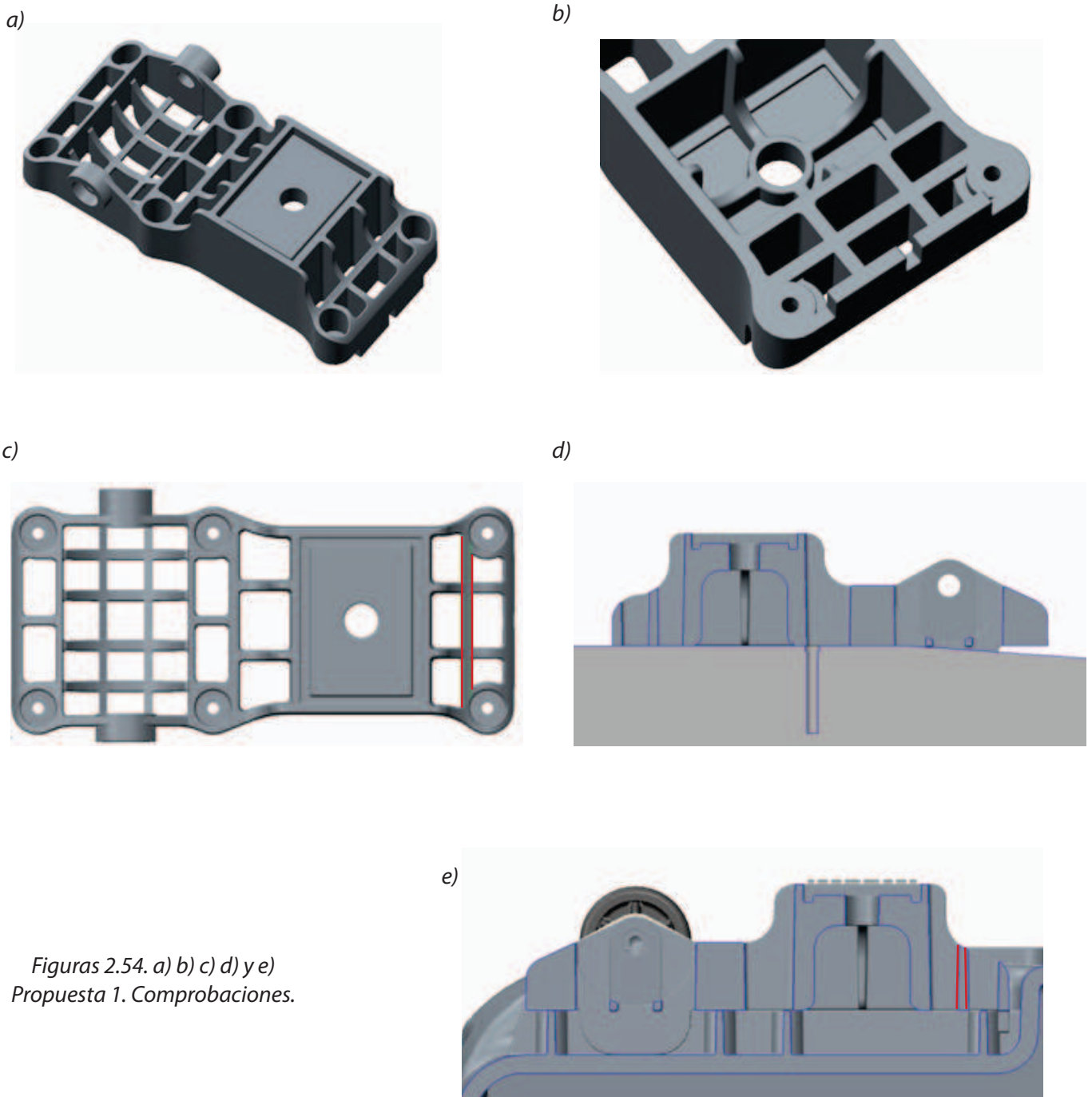
Figuras 2.53. a) b) c) d) e) f) y g) Montaje del Patín en Contenedor Actual

Versión Definitiva

A fecha 31-01-2013, la empresa para la cual se realiza el proyecto, demanda un último cambio en el patín para conferirle mayor resistencia. Para ello, se les propone dos soluciones:

Propuesta 1:

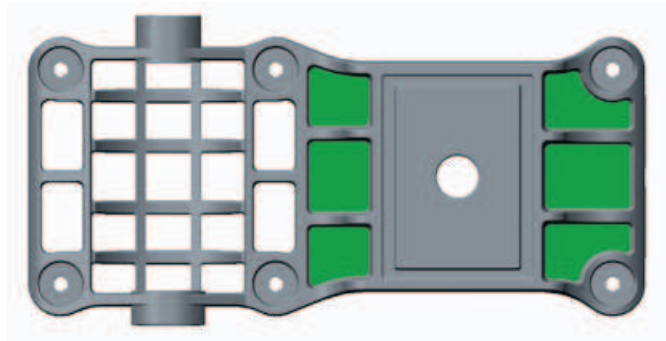
Se incluye un travesaño en la parte trasera del patín para conferir rigidez a los tetones traseros.



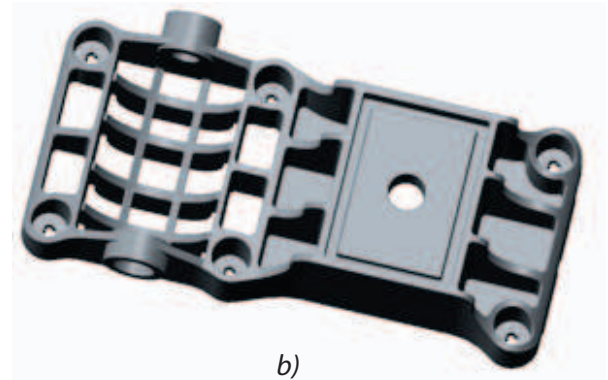
Figuras 2.54. a) b) c) d) y e)
Propuesta 1. Comprobaciones.

Propuesta 2:

Se cierran las rejillas traseras y centrales para conseguir una mayor rigidez al quedar las partes unidas.



a)

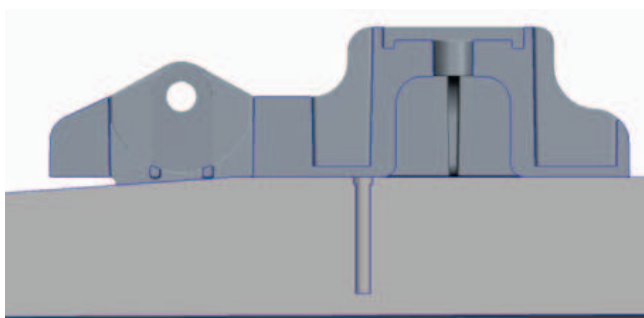


b)

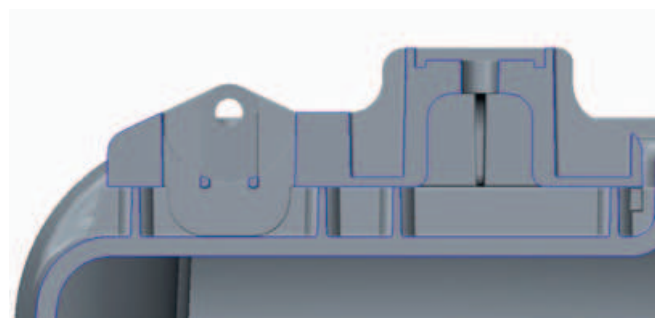


c)

Figuras 2.55. a) b) c) d) y e)
Propuesta 2. Comprobaciones.



d)



e)

SOLUCIÓN ELEGIDA POR CONTENUR:

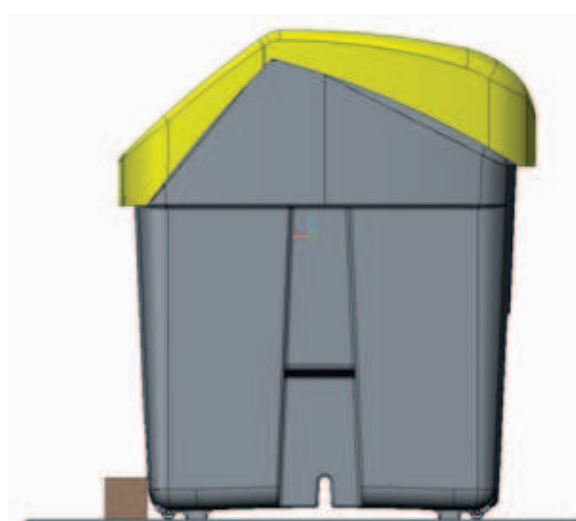
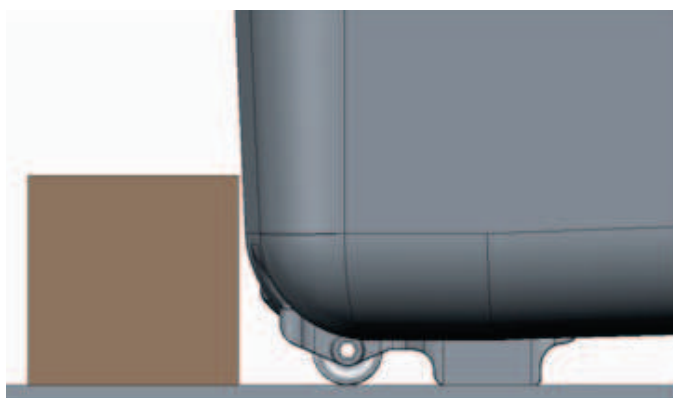
A fecha 06-02-2013, la empresa manda un comunicado en el que pone que se decantan por esta segunda opción. Por tanto, finalmente el patín tendrá unas paredes que cerrarán los huecos centrales y posteriores.

2.2. Ensayo de Balanceo:

A continuación se han hecho varias simulaciones de balanceo del cubo cuando el camión hace la maniobra para dejarlo en el suelo. Se ha analizado la posición del cubo respecto del bordillo cada 2.5° para ver en qué parte pegaría en cada instante. El bordillo que se ha tomado como referencia es de 150 mm de altura. Las simulaciones se han hecho con el último patín instalado, pero podrían valer para casi todos los modelos anteriores ya que están colocados en el mismo punto y la parte delantera tiene similar geometría.

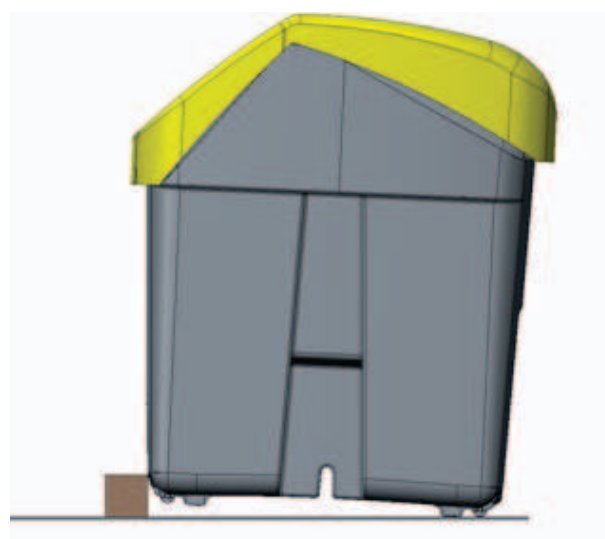
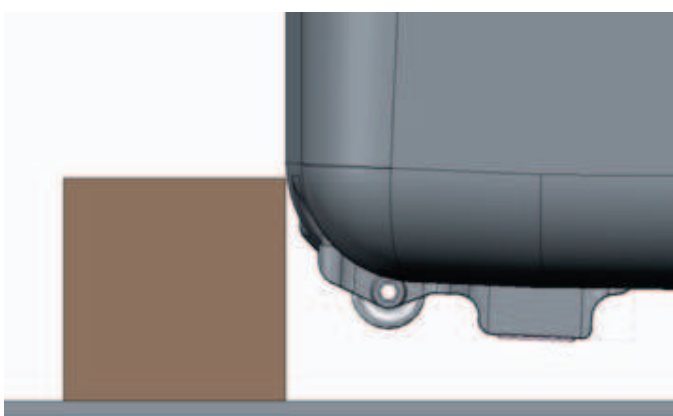
Como se podrá comprobar, el límite que podría balancear será 7.5° . A partir de ahí el patín ya no protege el fondo del contenedor.

Inclinación de 0°



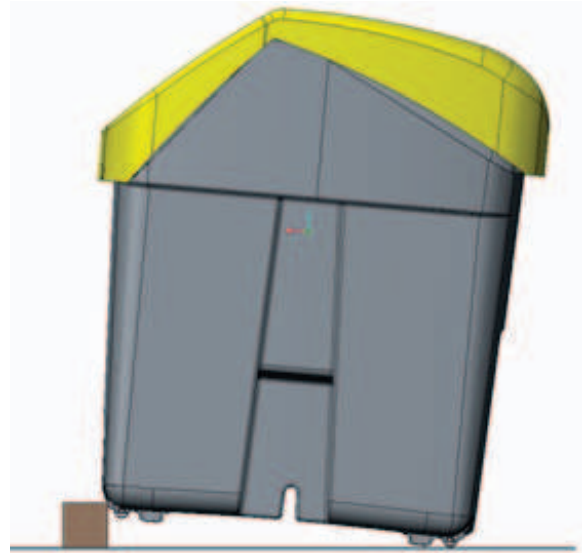
Figuras 2.2.1. Inclinación 0°

Inclinación de $2,5^\circ$



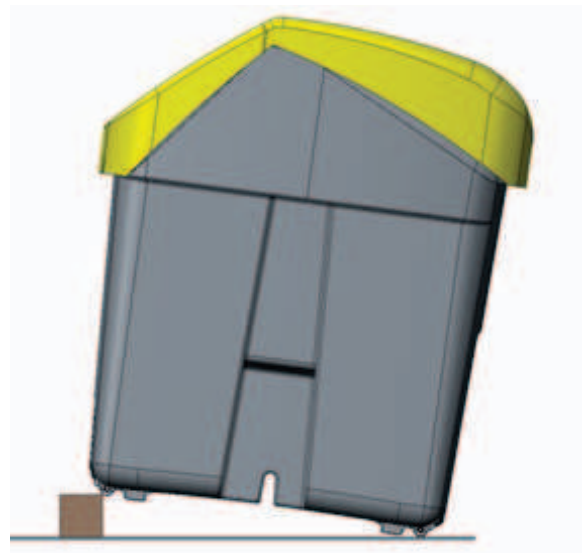
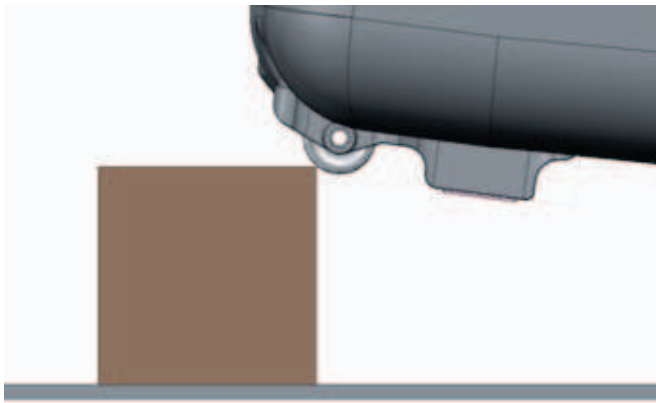
Figuras 2.56. Inclinación $2,5^\circ$

Inclinación de 5°



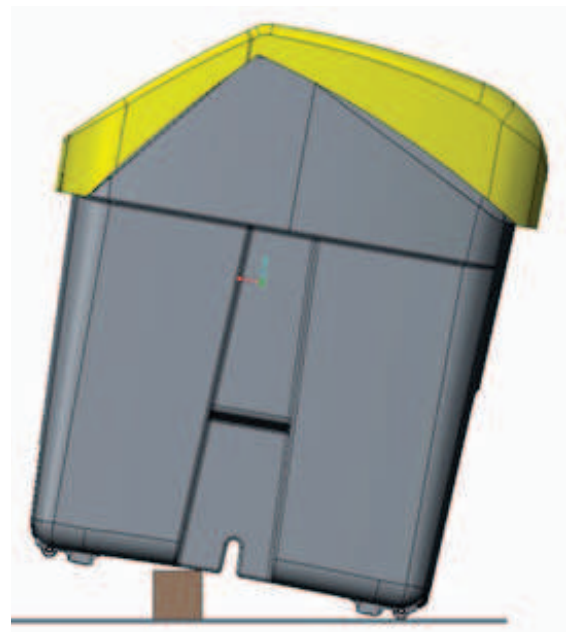
Figuras 2.57. Inclinación 5°

Inclinación de 7,5°



Figuras 2.58. Inclinación 7,5°

Inclinación de 10°



Figuras 2.59. Inclinación 10°

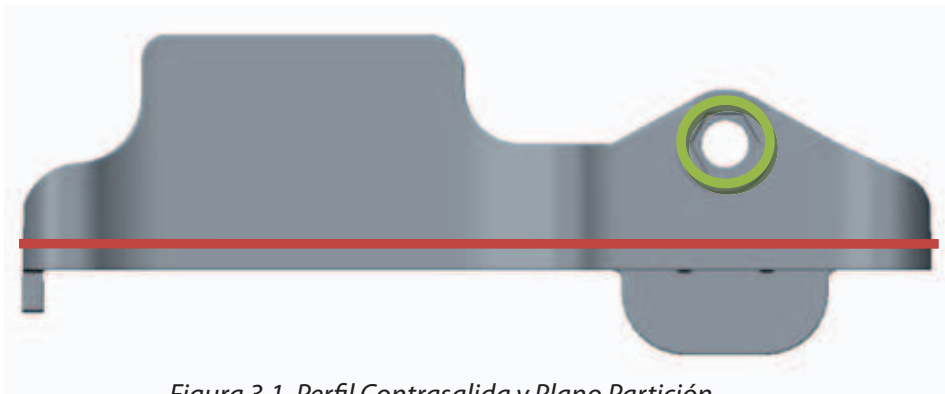
FASE III: DISEÑO PARA FABRICACIÓN

3. DISEÑO PARA LA FABRICACIÓN

3.1. Posición de la pieza en el molde

El primer aspecto a tener en cuenta a la hora de pensar en cómo será la fabricación de la pieza, es conocer la posición que esta tendrá en el molde. Para determinarlo, habrá que tener en cuenta dónde estará el plano de partición y las contrasalidas.

La posición de la pieza en el molde es un aspecto de vital importancia, ya que de ella dependen un gran número de factores que afectan directamente al precio, acabado, número de piezas que se pueden inyectar en un periodo de tiempo...



Plano de Partición
Contrasalidas

Figura 3.1. Perfil Contrasalida y Plano Partición

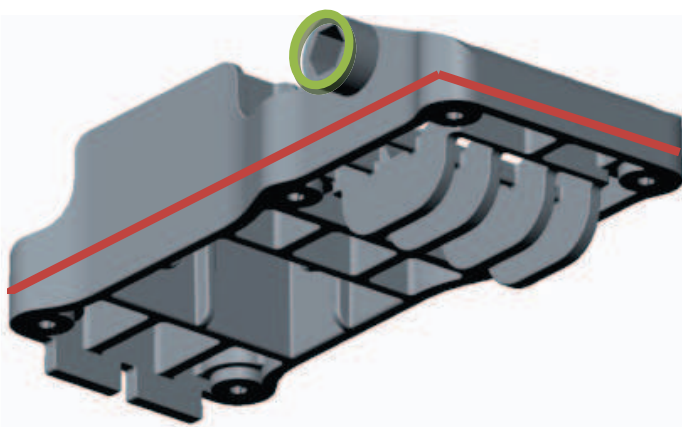


Figura 3.2 Isométrica Contrasalida y Plano Partición

Por la geometría de la pieza, lo más correcto parece colocar la línea de partición en la base de la misma (podría ir a otra altura, en un plano paralelo). Se ha creído conveniente colocarla ahí por una serie de razones. En primer lugar, el plano tiene esa orientación porque toda la pieza está diseñada para ser fabricada así, los nervios y alojamientos solo pueden desmoldear con un plano de partición paralelo a la base. Con esta configuración tan sólo habría una contrasalida para poder fabricar la pieza, el alojamiento del rodillo. Para realizar esa cavidad bastaría con una corredera.

Otro aspecto a tener en cuenta en el diseño de piezas inyectadas en plástico es la determinación de la cara estética y cara funcional. En esta pieza no es demasiado relevante, ya que su función es dar apoyo al cubo y por tanto va a ir colocada debajo del mismo. Si hubiera que elegir una cara estética, sería la zona que queda por encima del plano de partición, ya que es la que en todo caso se vería durante la maniobra de vaciado. La parte inferior va directamente atornillada al fondo, por lo que nunca se va a ver. Esto quiere decir que el lado móvil del molde será el que queda por debajo del plano de partición, mientras que la parte fija corresponderá a la zona superior.

Es recomendable que el plano de partición esté lo más alejado posible de las contrasalidas, dado que estas necesitan espacio para los utilajes.

En cuanto a los ángulos de salida, como es lógico tendrán que favorecer la expulsión desde el plato móvil. Tendrán que ser del orden de 1° ya que la pieza no tiene demasiada altura.

3.2. Planteamiento de soluciones para la fabricación

Analizada la posición que la pieza va a tener en el molde y dónde va a ir situada la línea de partición, lo siguiente a determinar son los aspectos que tienen que ver con la producción. Es decir, el número de piezas que se van a producir en cada ciclo.

Para ello, habrá que valorar una serie de aspectos. Hay que tener en cuenta que cada contenedor llevará cuatro patines, por lo que por cada contenedor inyectado tiene que haber cuatro patines. De lo contrario se produciría un desajuste. Por otro lado, inyectar demasiados patines en un mismo ciclo conllevaría un molde más grande y por lo tanto más caro.

En este apartado se estudiarán los pros y los contras de cada una de las soluciones posibles para determinar cuál es la óptima. Para ello, se ha elaborado una tabla ponderada en la que se han colocado las partes referentes a la fabricación que nos han parecido más interesantes. Tras optimizar los parámetros de inyección, se darán valores a cada factor, se elegirán las soluciones más viables y se compararán en esta tabla. La que mejor nota obtenga, será la solución que se considerará válida

Coste pieza xx%	Coste Molde yy%	Parámetros zz%	Deformación hh%
--------------------	--------------------	-------------------	--------------------

Tabla Ponderada 1

Una pieza por ciclo

La primera opción que se presenta, es inyectar una pieza por ciclo. La principal ventaja de fabricarlo de este modo es el precio del molde, que al albergar sólo una pieza sería pequeño y sencillo y por tanto "barato". Por el contrario, y desde el punto de vista de la producción, inyectar una sola pieza cada ciclo quizás no sea lo más adecuado dado que sería muy difícil cubrir la demanda.

Dos pieza por ciclo

Una alternativa es inyectar dos piezas por ciclo. Se trata de una opción que desde el punto de vista de costes sería conservadora. Precio del molde no demasiado caro pero tal vez tampoco llegue a cubrir la demanda. Se presentan dos configuraciones de molde. Se podría inyectar con cámara caliente o con canal frío.

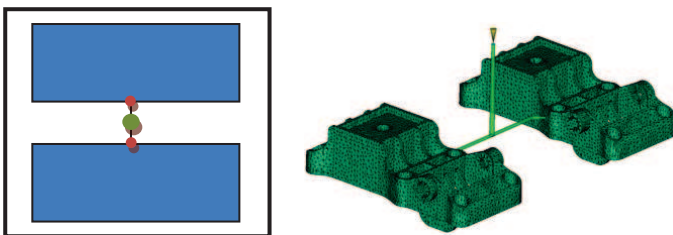


Figura 3.4. Esquemas Canal frío

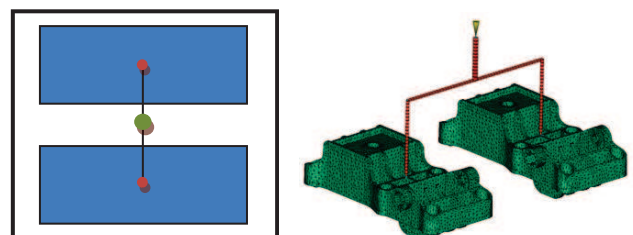
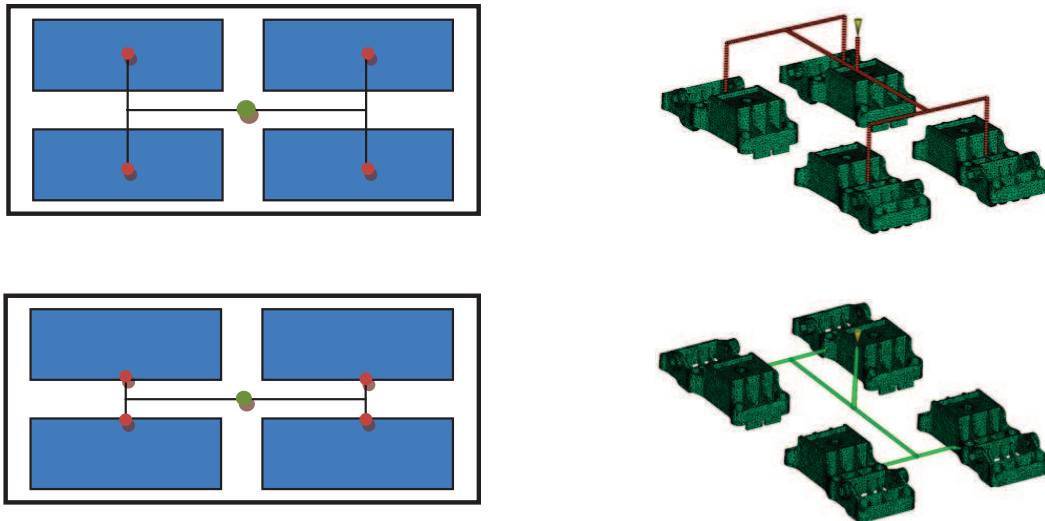


Figura 3.5. Esquemas Cámara Caliente

Cuatro piezas por ciclo

Como tercera opción se plantea la que a priori parece la óptima. Fabricando cuatro piezas por ciclo, si cada uno dura aproximadamente el mismo tiempo que la inyección del cuerpo, se cubriría la demanda totalmente. Como inconveniente, el molde sería más grande que en el caso anterior debido a las contrasalidas, y por tanto la inversión sería mayor. La disposición de las piezas dentro del molde podría ser:



Figuras 3.6. Esquemas distribución cuatro patines

Ocho piezas por ciclo

Se trata de una alternativa a las cuatro piezas por ciclo. El inconveniente de este sistema sería el tamaño y complejidad del molde que harían que éste se encareciera. Por el contrario, hacerlo de esta forma favorecería incluso el poder fabricar excedentes de estas piezas para posibles reparaciones. No obstante todavía está pendiente la simulación de inyección para ver los parámetros necesarios para poderse llevar a cabo. También habría que ver la diferencia de tamaño de molde con respecto a los anteriores patines, que se inyectaban de cuatro en cuatro pero el tamaño de estos era casi el doble. La distribución de las piezas dentro del molde sería similar a la que se muestra debajo.

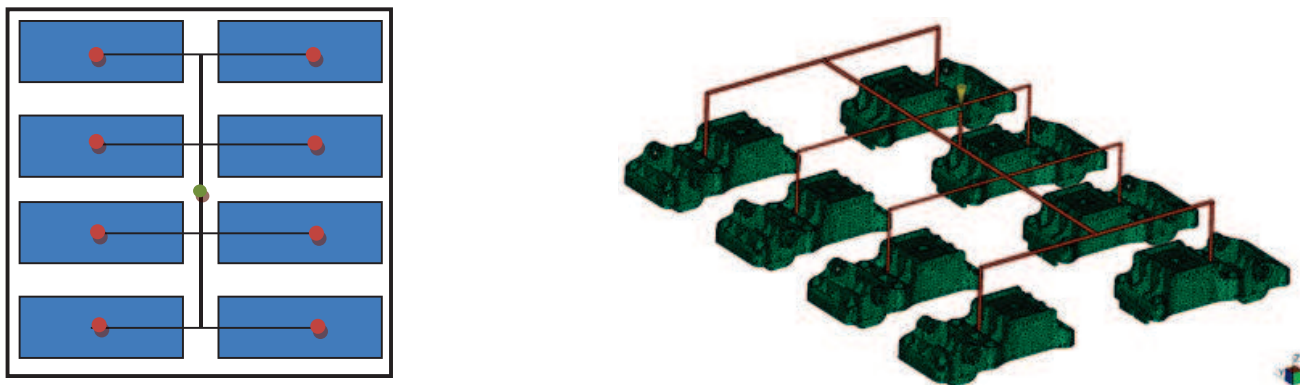


Figura 3.7. Esquemas distribución ocho patines

3.3. Análisis del proceso de Fabricación

A continuación, se van a realizar los ensayos pertinentes de inyección. Con estas simulaciones, podremos conocer parámetros como la fuerza de cierre necesaria o el tiempo de llenado, datos imprescindibles para conocer cuál de las posibles soluciones resulta más rentable a la hora de fabricar la pieza.

3.3.1. Posibles puntos de inyección

En primer lugar, se va a determinar cuál es el punto óptimo para llevar a cabo la inyección. Para ello se harán ensayos inyectando desde diferentes puntos y se verá la forma en que llena el molde y el tiempo que le lleva hacerlo. La forma en que llena determina las líneas de soldadura y los atrapamientos de aire que se van a producir, dato muy importante si se quiere conseguir una pieza con una resistencia mecánica aceptable. Por otro lado, el tiempo de llenado es tanto o más importante, ya que va a determinar el número de piezas que se van a poder fabricar en un intervalo de tiempo establecido.

Uno central por pieza (con cámara caliente)

Como se habrá podido observar, la pieza no presenta una superficie uniforme sino que tiene agujeros y nervios, por lo que el punto central teórico a partir del cual la colada llega al mismo tiempo a los dos extremos tal vez no exista. Para determinar este punto óptimo central a través del cual inyectar la colada, no queda otra opción que hacer balances desde los puntos más cercanos al centro y así ver cuál es el que menos tiempo tarda en llenar.

Balance 1:

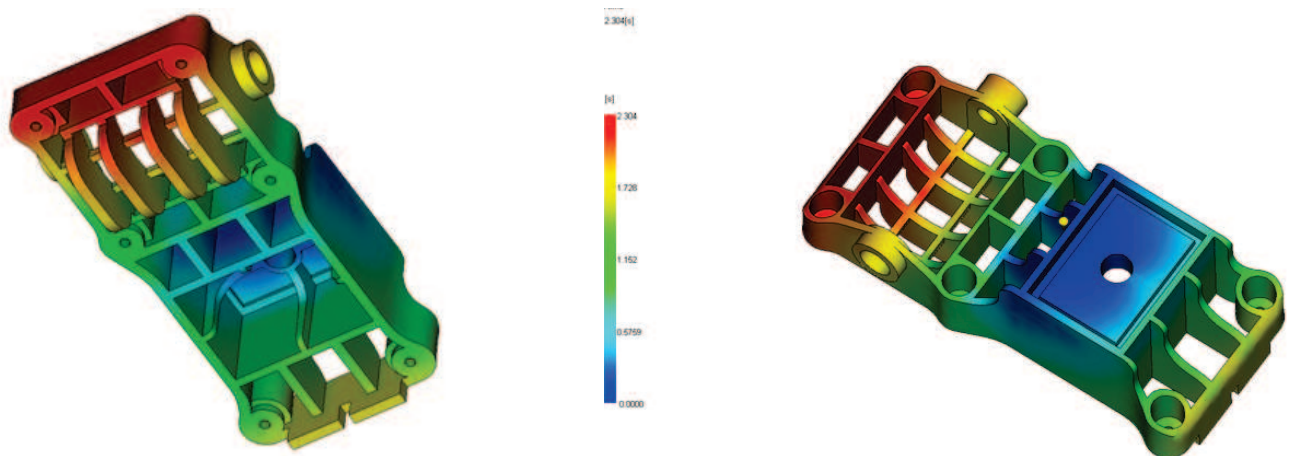


Figura 3.8. Balance 1 centro

Encima de estas líneas se puede observar un ensayo de llenado del patín por el punto que se muestra en amarillo (más cercano a la cola). Tal y como indica la leyenda, hay aproximadamente medio segundo de diferencia desde que llena la cola (colores amarillos) hasta que lo hace la cabeza del patín (colores rojos).

Balance 2:

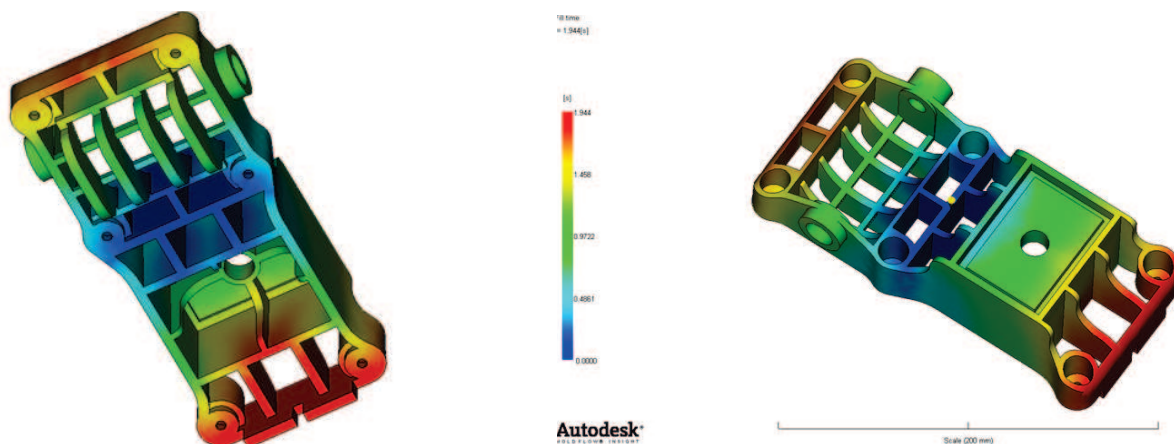


Figura 3.9. Balance 2 centro

Se puede apreciar en la captura de arriba, que en este segundo caso de inyección por un punto central, la diferencia entre el tiempo de llenado de los dos extremos es menos acusada que en el anterior por lo que el proceso se haya más optimizado. Además, como se puede observar, el tiempo de llenado total es 0.3 segundos menor. Por tanto, si se quiere inyectar por un único punto en la zona central, se deberá hacer por donde se ha señalado en este segundo caso.

Un punto por la cabeza/cola del patín

En esta ocasión se van a hacer simulaciones de inyección, pero esta vez inyectando por los extremos del patín para ver cómo varían los parámetros. La primera simulación se corresponde con la inyección por la cola. Tal y como se podría prever, la inyección por este punto genera una gran diferencia entre el tiempo de llenado de los extremos, hecho que haría que el tiempo de enfriado fuera distinto y por tanto, que se produjeran deformaciones volumétricas en la pieza. Además, el tiempo de llenado total es del orden de medio segundo mayor que en el caso anterior, por lo que esta alternativa quedaría descartada.

En el segundo caso se ha estudiado la inyección desde el extremo contrario del patín, desde la cabeza. El resultado no es muy distinto, tan sólo se invierten los colores. El tiempo de inyección es ligeramente inferior, pero aún así sigue siendo alto. Esto nos lleva a la conclusión de que a no ser que fuera estrictamente necesario, esta distribución no es la más adecuada.

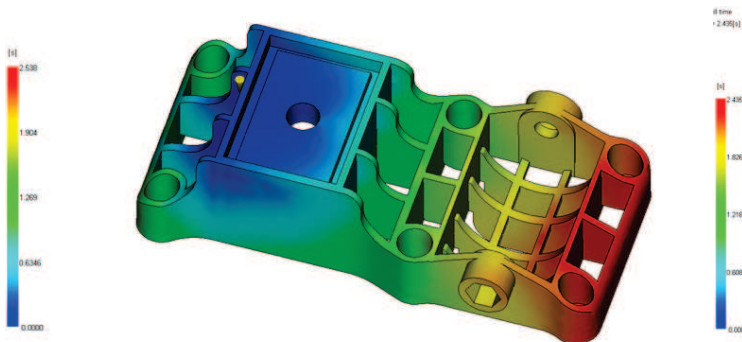


Figura 3.10. Balance cola

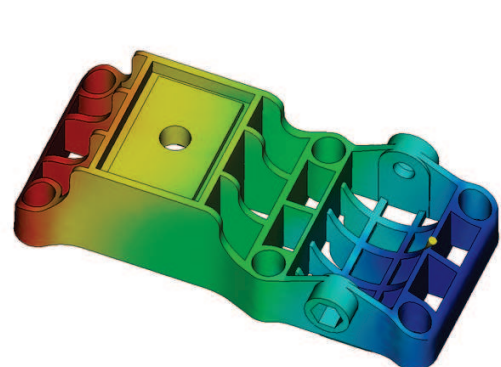


Figura 3.11. Balance cabeza

Un/dos puntos por el lateral del patín

Balance 1:

A la hora de realizar la simulación de inyección por un lateral, sucede lo mismo que en el caso de inyección por un punto central. Al no conocer con exactitud el punto óptimo en el que la colada llega a los extremos al mismo tiempo, no queda otra opción que hacer balances para determinarlo con la mayor exactitud posible.

En primer lugar, se ha inyectado por lo que se considera el punto medio del patín, haciéndolo coincidir además con una superficie plana. Se aprecia en la captura, que la colada llena antes por un extremo que por otro (del orden de medio segundo). Sin embargo, se aprecia mejora respecto de la alternativa anterior porque el tiempo de llenado es de dos segundos, medio menos.

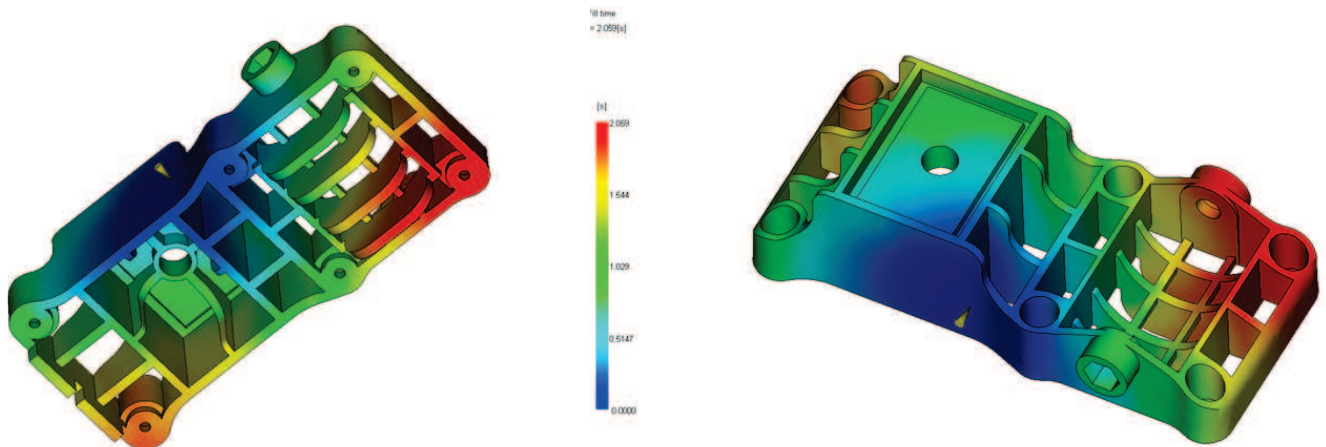


Figura 3.12. Balance 1 lateral

Balance 2

Con el objetivo de conseguir una optimización del llenado, se ha movido el punto de inyección ligeramente hacia la cabeza del patín. Como se observa, el tiempo de llenado es prácticamente el mismo, pero la diferencia de tiempos entre los extremos es mucho menor. De hecho es casi nula, la colada llega a la vez a ambos lados, por lo que enfriará en tiempos parecidos y no se producirán deformaciones volumétricas.

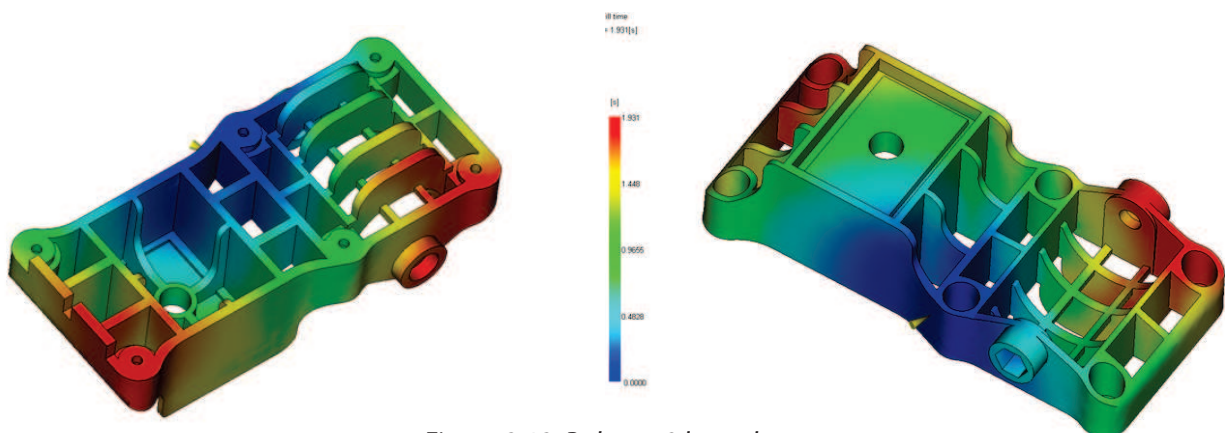


Figura 3.13. Balance 2 lateral

Resumiendo lo visto en este apartado tenemos dos posibilidades para inyectar la pieza. Por un punto central situado en la parte superior, o por un lateral centrado. La elección vendrá determinada por el proceso de fabricación que queramos usar.

3.3.2. Construcción del sistema de colada – molde

Tal y como se ha comentado en los apartados anteriores, las formas más adecuadas para inyectar serían: Si tenemos en cuenta el punto de inyección:

- Un punto en el centro de la parte superior.
- Un lateral centrado.

Si nos atenemos al número de piezas que se fabricaran por cada ciclo lo óptimo serían:

- Dos piezas por canal frío.
- Dos piezas por colada caliente.
- Cuatro piezas por canal frío.
- Cuatro piezas por colada caliente.

Antes de entrar en detalle con cada uno de los casos, se ha tenido que optimizar el llenado de los moldes. Una vez se realizan los sistemas de alimentación por los que traspasar la colada de plástico hasta la pieza, hay que dimensionarlos para que la presión no sea demasiado elevada. Concretamente, los tubos nombrados se han redimensionado para que estén entre 90 y 100 MPa, estando antes en valores del orden de 130 MPa. A continuación se muestra un ejemplo:

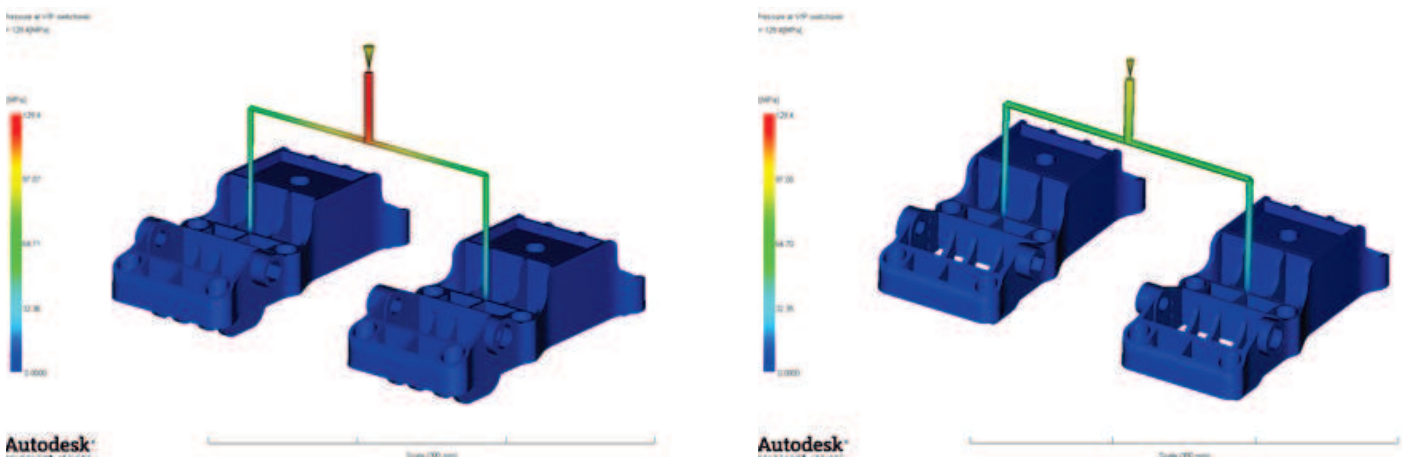


Figura 3.14. Dimensionado canales 1

Una vez optimizados los canales de entrada para que el caudal que entra guarde relación con el diámetro de los mismos, se ha de optimizar el resto del proceso. Hasta ahora, todas las simulaciones se habían realizado para el ciclo de "llenado"; de ahora en adelante habrá que tener en cuenta también la compactación y el alabeo para determinar otros parámetros que hasta ahora no se habían tenido en cuenta.

Para llevar a cabo esta operación, nos hemos decantado por inyectar cuatro piezas por ciclo. Esto es así debido a que presenta mayor complejidad. No obstante, en este punto no se descarta fabricar las piezas en un molde con dos cavidades. Sabiendo cómo se comportan los parámetros en el caso de cuatro, se podrá determinar cómo lo hacen en el caso de dos.

Así pues, una vez fijado el número de patines que se van a inyectar en cada ciclo se va a proceder a hacer que el proceso sea lo más eficiente posible, logrando un compromiso entre todos los parámetros de la inyección.

En primer lugar, se van a realizar simulaciones tanto de colada fría entrando por un lateral, como de cámara caliente entrando por la parte superior, variando tan sólo el tiempo de llenado. Haciendo esto, variaran parámetros como la presión en el molde o la temperatura de la colada dentro del molde.

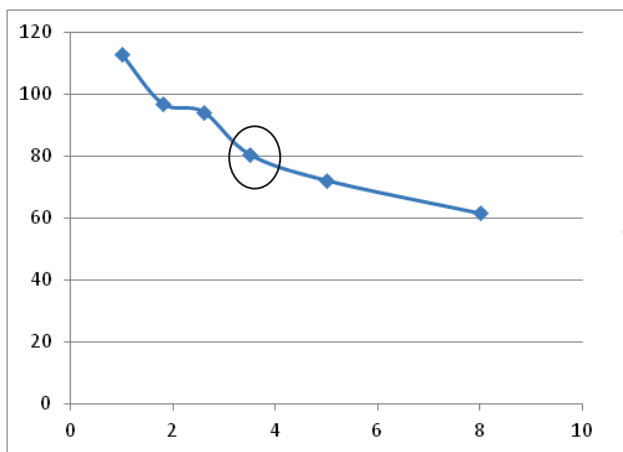
La presión del molde determinará el tamaño y precio de la máquina en la que se podrá inyectar la pieza y la diferencia de temperaturas en el molde, la contracción que se producirá en la pieza. Se trata de lograr un compromiso entre ambos factores, ya que son inversamente proporcionales.

Temperatura (°C)	Modo	T inyección (s)	Pmáx (MPa)	Tmáx (°C)	Tmín (°C)	tensión
240	Canal frío	1	114	244,8	239,7	0,23
		1,8	95,68	244	239,7	0,22
		2,6	91,26	243,8	236,4	0,22
		3,5	81,97	243,5	216,5	0,21
		5	76,77	243,5	190,8	0,2
		10	68,81	243,2	129	0,17
	Cámara caliente	1	113	243,1	239,9	0,32
		1,8	97	243,5	240	0,22
		2,6	94,3	243,5	240	0,23
		3,5	80,64	243,2	229,4	0,17
		5	72,21	242,8	213	0,22
		8	61,59	242,4	178,2	0,22

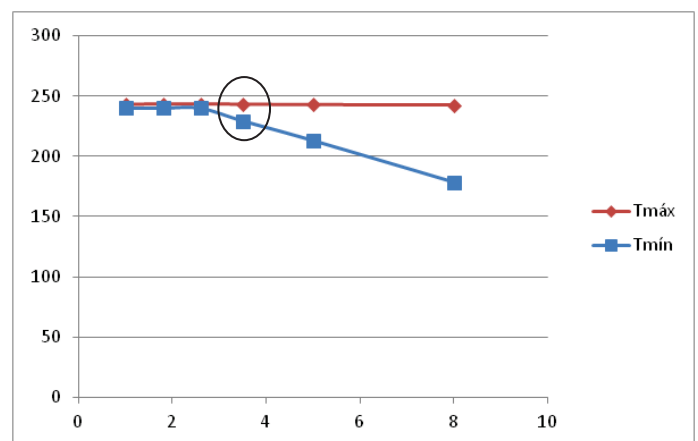
Tabla tiempos de inyección

A Continuación se pueden observar los gráficos elaborados a partir de la tabla en los que se aprecia mejor cómo varían los parámetros a partir del tiempo de llenado.

Canal frío



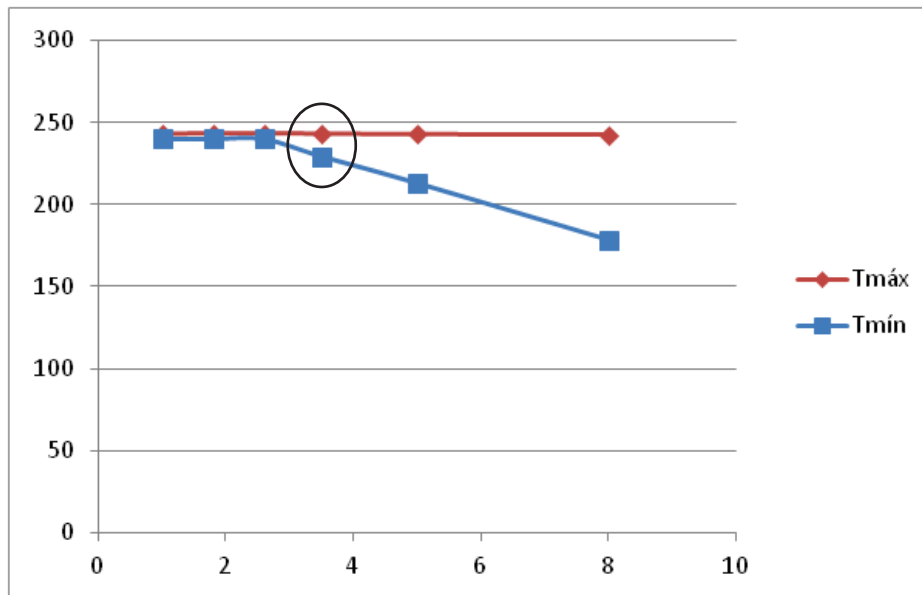
Gráfica Presión en función del tiempo de llenado



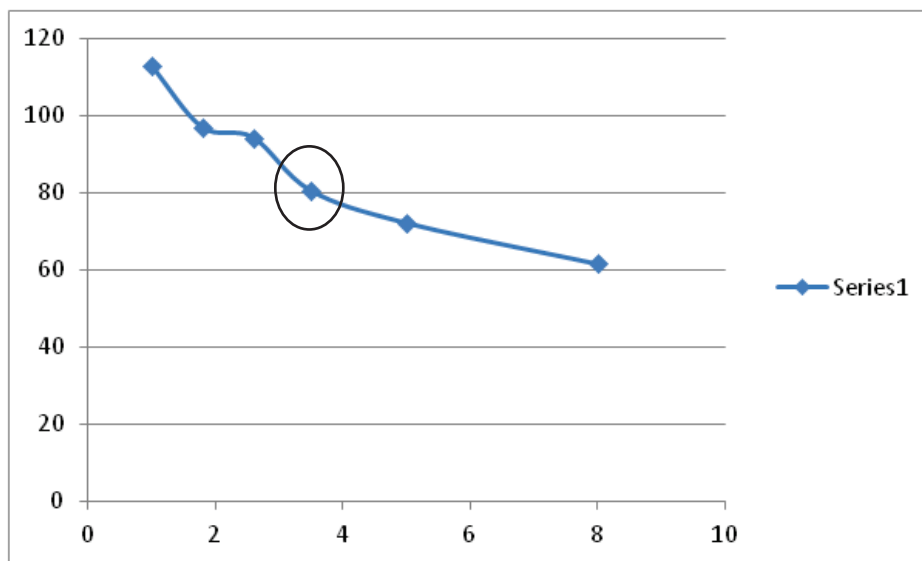
Gráfica Temperatura en función del tiempo de llenado

Como se puede observar, a medida que se aumenta el tiempo de llenado, la diferencia entre la Temperatura máxima y la mínima se hace mayor, esto es debido a que al inyectar más despacio, hay zonas que se enfrían antes que otras. Sin embargo, para tiempos bajos, la presión es demasiado elevada ya que hay que introducir el material a mayor velocidad. La zona óptima estaría en torno a los 3.5 segundos ya que en ese punto, la diferencia de temperaturas no es muy elevada y la presión tampoco.

Cámara Caliente



Gráfica Temperatura en función del tiempo de llenado (2)



Gráfica Presión en función del tiempo de llenado (2)

Muy similares a los casos de canal frío, estas dos gráficas correspondientes a la inyección por cámara caliente presentan unos datos que arrojan las mismas conclusiones. Como se puede observar, en el instante correspondiente a los 3.5 segundos (tercer punto), la presión baja de forma considerable mientras que la diferencia entre temperaturas máximas y mínimas todavía no es demasiado acentuada.

Tras sacar conclusiones sobre cuál es el tiempo óptimo de llenado en ambos casos, se han llevado a cabo dos análisis más, esta vez modificando la Temperatura de Inyección. En los primeros ésta era de 240 °C, en los siguientes, 210 °C. Los datos obtenidos fueron los siguientes.

Temperatura (°C)	Modo	T inyección (s)	Pmáx (MPa)	Tmáx (°C)	Tmín (°C)	tensión
210	Canal frío	3,5	89,6	213,6	192,3	0,23
	C. caliente	3,5	91	213,3	202,9	0,2

Tabla de temperaturas

Como se podría esperar, mientras que la presión máxima aumenta ligeramente, las temperaturas máximas y mínimas disminuyen. A pesar de ello, la diferencia entre ambas es prácticamente la misma que en los casos a 240°. Sin embargo, el hecho de inyectar a menos temperatura, supone un ahorro en el tiempo del ciclo de 3s, dado que cada pieza necesita menos tiempo para que enfríe y sea expulsada. Por tanto, se cree conveniente sacrificar la presión por el tiempo de ciclo.

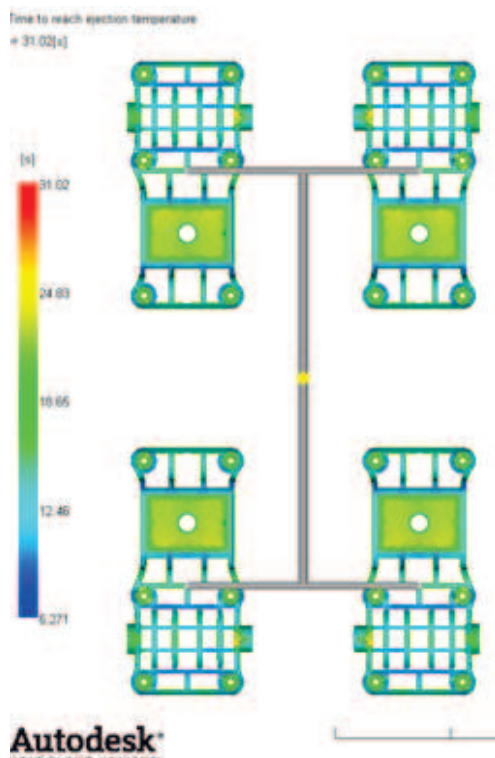


Figura 3.15. Tiempo de expulsión a 240°

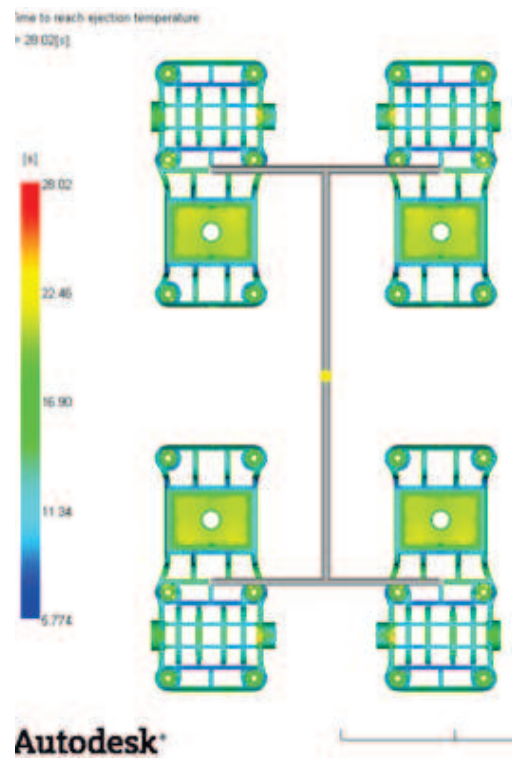


Figura 3.16. Tiempo de expulsión a 210°

Así pues, quedan determinados en este apartado tanto la temperatura de inyección, 210 °C, como el tiempo, 3.5 s. Para llevar a cabo las siguientes simulaciones, serán los aceptados como correctos y se harán variaciones de otros parámetros para terminar de optimizar el proceso. A partir de este punto, todos los casos que se van a simular incluirán también la compactación, no tenida en cuenta hasta ahora para simplificar las operaciones.

Análisis de llenado, compactación y alabeo.

Con el tiempo de llenado y la temperatura de inyección determinados, se va a proceder a realizar análisis de llenado, compactación y alabeo. Estos análisis son necesarios para poder factores como la contracción volumétrica que sufrirá la pieza o la presión y la fuerza de cierre necesarias. Los parámetros que se van a variar para optimizar el proceso van a ser los siguientes:

- Porcentaje sobre el total a partir del cual va a compactar.
- Tiempo que va a estar compactando.
- Tiempo de enfriamiento.

Haciendo combinaciones entre estos tres parámetros se va a buscar aquel que resulte óptimo para inyectar. Los casos que se van a simular serán:

	% Compactación	T Compactación (s)	T enfriamiento (s)
Canal frío	60	15	30
	75	15	30
			25
		10	25
Cámara Caliente	60	15	30
	75	15	30
			25
		10	25

Tabla casos de compactación

Con los casos arriba detallados simulados, se trata de sacar conclusiones y hacer comparativas para determinar cuál es la forma más adecuada para inyectar. Para poder realizar comparaciones, tal y como se ha dicho antes se ha tomado la tabla que se ha enunciado al principio del apartado de fabricación. En esta ocasión se han añadido las posibilidades que se han ido derivando de los análisis de llenado realizados. La tabla tendrá el siguiente aspecto:

Número de piezas	Método	Coste pieza	Coste Molde	Parámetros	Deformación
		40%	30%	10%	20%
2	Canal Frío				
	Cámara Caliente				
4	Canal Frío				
	Cámara Caliente				

Modelo Tabla ponderada

A continuación se van a detallar cada uno de los factores de la tabla y se le va a otorgar una nota entre el 1 y el 10 en la que el 10 significa óptimo y el 1 pésimo. Posteriormente cada nota será multiplicada por el valor que se le ha dado

Coste del Molde:

Se engloban dentro de este apartado todos los costes referentes al molde. Materias primas, mecanización, construcción del sistema de colada, contrasalidas...

Se le ha otorgado un 30% de valor, por lo que supone el segundo parámetro más importante. Esto es así dado que el molde supone una gran inversión inicial y por tanto se ha de tener muy en cuenta. Una mala elección en el número de piezas que se van a fabricar por ciclo podría suponer pérdidas hasta el punto de tener que parar la producción. Si se fabrican piezas por encima de la demanda, hay que parar la producción y el precio del molde (más grande) no se amortizará. Si por el contrario no se llega a la demanda, se retrasará todo el proyecto.

Así pues, el precio del molde variará en función de las piezas que se vayan a inyectar y de la forma en que se haga. A más piezas inyectadas por ciclo, más grande tiene que ser el molde, por lo tanto se utilizará más materia prima, su mecanización será más compleja y costosa y se necesitará una máquina más grande para inyectar. Lo contrario sucederá al inyectar menos piezas por ciclo. Por otro lado, construir en un molde un sistema de colada supone un coste mayor que si se realiza con canal frío, ya que en el primero se necesita un sistema más elaborado con resistencias para calentar la colada y un control de la temperatura.

Parámetros de Inyección

Quedan incluidos dentro de este grupo aquellos parámetros que tengan relevancia en la inyección, como por ejemplo la Presión dentro del molde, la fuerza de cierre o el tiempo de ciclo. Son parámetros que tienen su importancia dentro del proceso de fabricación. Por ejemplo, la presión y la fuerza de cierre condicionarán la máquina en la que se inyectarán las piezas así como la calidad de las mismas, mientras que una variación en el tiempo de ciclo puede hacer que la producción se incremente o disminuya en un periodo de tiempo relativamente largo. Se le ha otorgado un valor del 10% debido a que los casos que se han simulado van a tener unas condiciones muy similares. Por tanto, no tiene sentido darle un valor demasiado alto.

Hasta este punto, se han optimizado el tiempo de llenado y la Temperatura de inyección. En este apartado, se va a buscar optimizar, o más bien acotar el rango en el que deberá moverse una inyección adecuada.

Para determinar el porcentaje sobre el total a partir del cual ha de compactar, el tiempo que debe estar haciéndolo y el tiempo de enfriado, se va a estudiar cómo varía la presión en distintos puntos de la pieza a lo largo del ciclo al modificar los parámetros antes descritos. Los puntos que se han tomado para estudiar dicho comportamiento son los que se muestran en las ilustraciones. Como se puede observar, tanto para cámara caliente como para canal frío, los puntos tomados son similares. El amarillo es el punto de inyección, el rojo un punto perteneciente a la pieza lo más cercano al punto de entrada posible, el azul se halla en una posición intermedia y el marrón al final de la pieza.

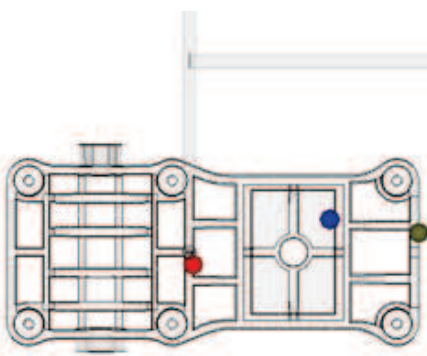


Figura 3.17. Puntos Presión Cámara Caliente

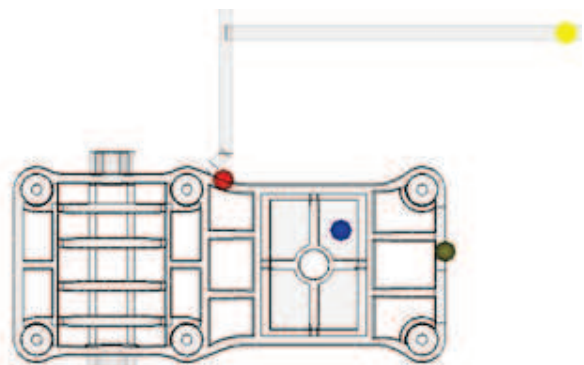
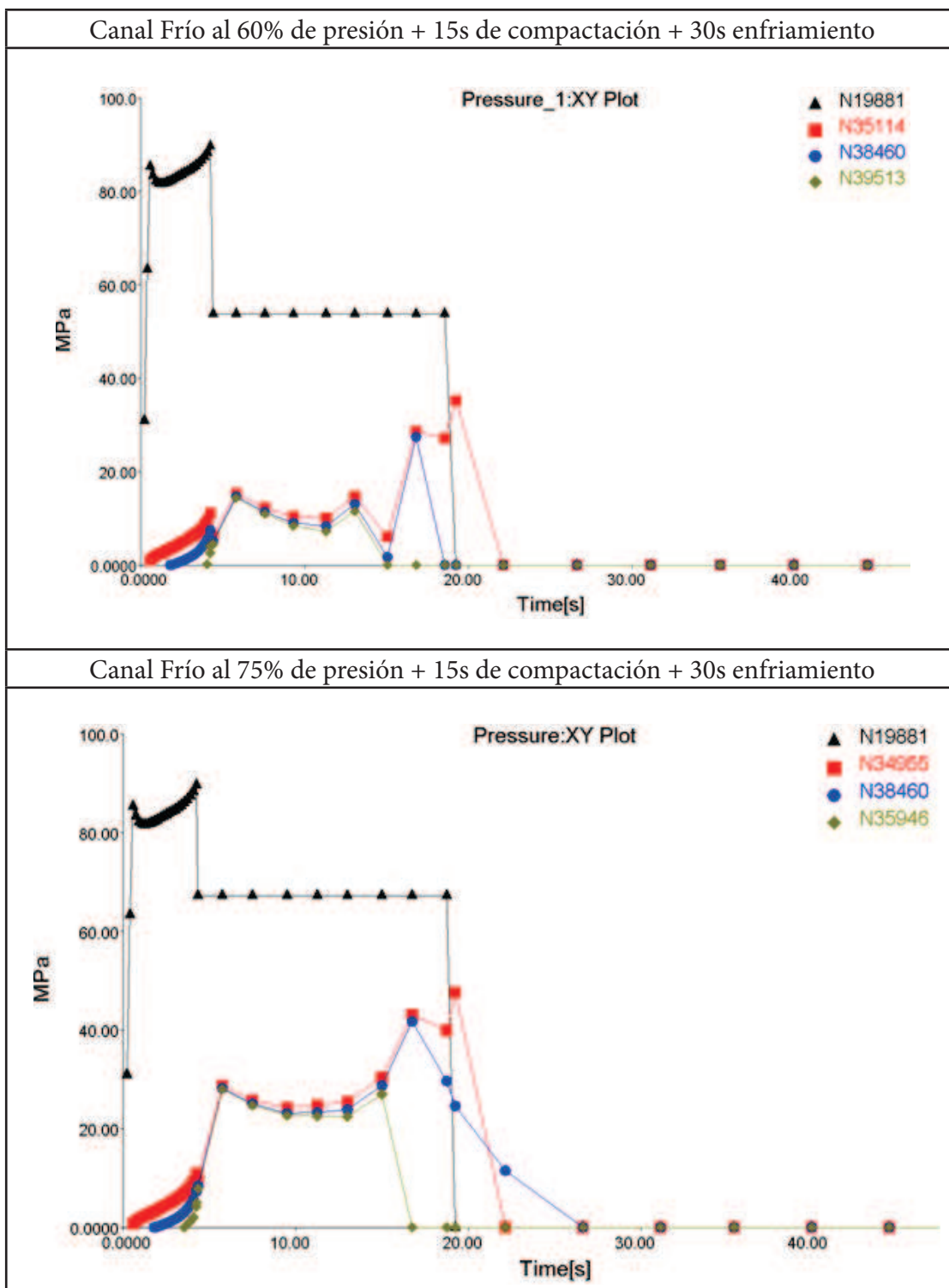


Figura 3.18. Puntos Presión Canal Frío

Los objetivos son, por un lado, analizar la caída de presión en varios puntos de la pieza y seleccionar aquel caso en el que dicha caída de presión no es rápida y brusca, y por otro, encontrar el tiempo en el que la compactación ya no es efectiva, es decir, el tiempo a partir del cual la pieza ya no sufre efecto de la presión por estar completamente fría.

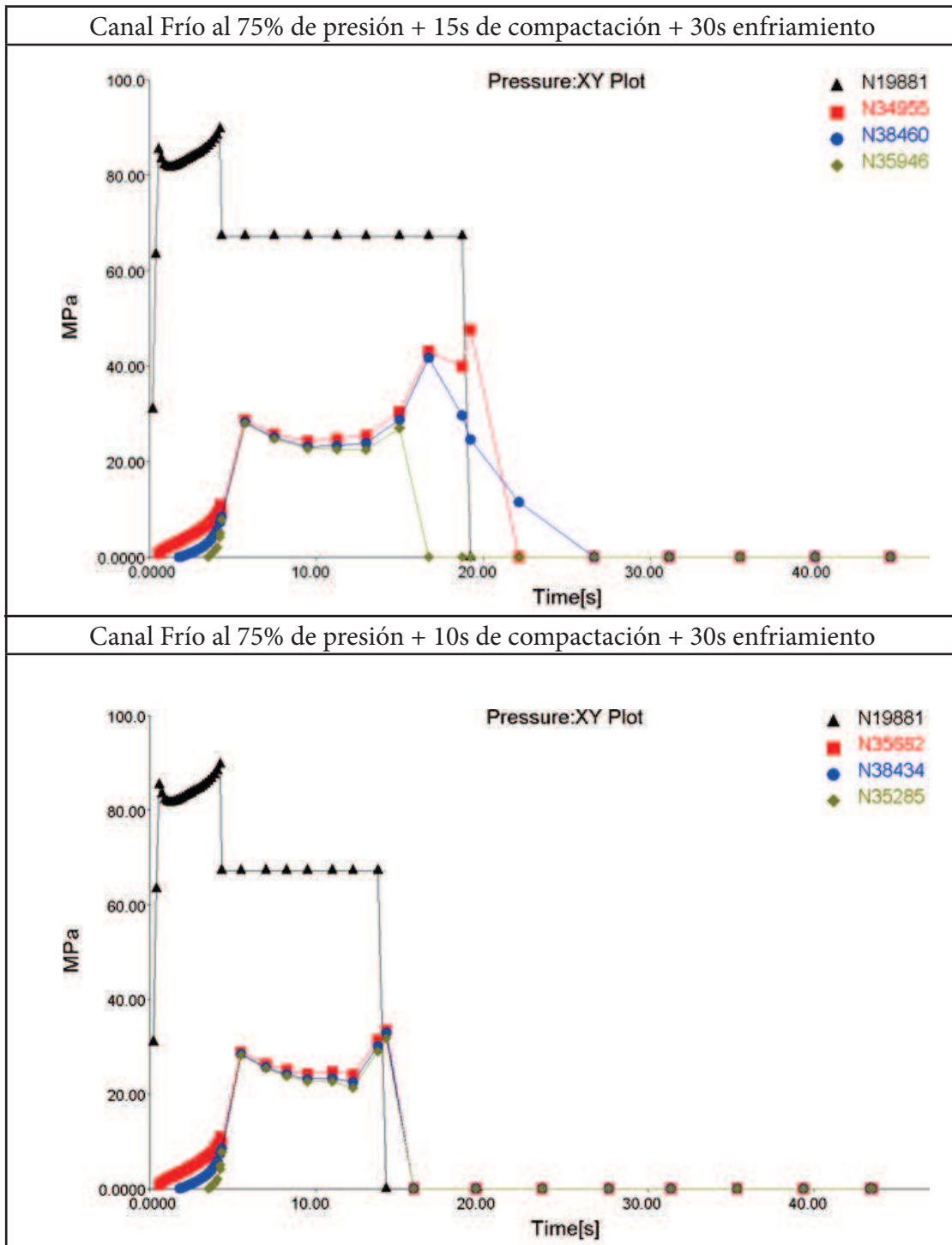
En primer lugar se compararán las gráficas de un mismo método de inyección variando los parámetros para poder sacar conclusiones. El primer parámetro que se quiere comparar es la presión a la que la pieza debe compactar. Para ello se van a comparar dos casos inyectados en las mismas condiciones, variando tan sólo la presión.



Gráficas Presión/Tiempo (1)

Si observamos estas dos gráficas en las que tan sólo se ha variado la presión a la que compactan (línea negra), se obtienen una serie de conclusiones. En la gráfica al 60% los puntos situados en la pieza (rojo, azul y verde) alcanzan unos valores muy bajos y decaen para tiempos relativamente bajos. Sin embargo, en la gráfica con compactación al 75% de la presión total, los puntos de la pieza reciben presiones más elevadas, tardan más en caer y lo hacen de forma más suave. Se concluye de esta comparación, que compactar al 60% es insuficiente y la inyección se tendría que mover por el 75% de presión, por lo que todos los casos siguientes tendrán este valor.

En la siguiente comparación se va a acotar el tiempo en el que la pieza debe estar compactando al 75%. Para ello, se va a proceder de igual forma que en el caso anterior.

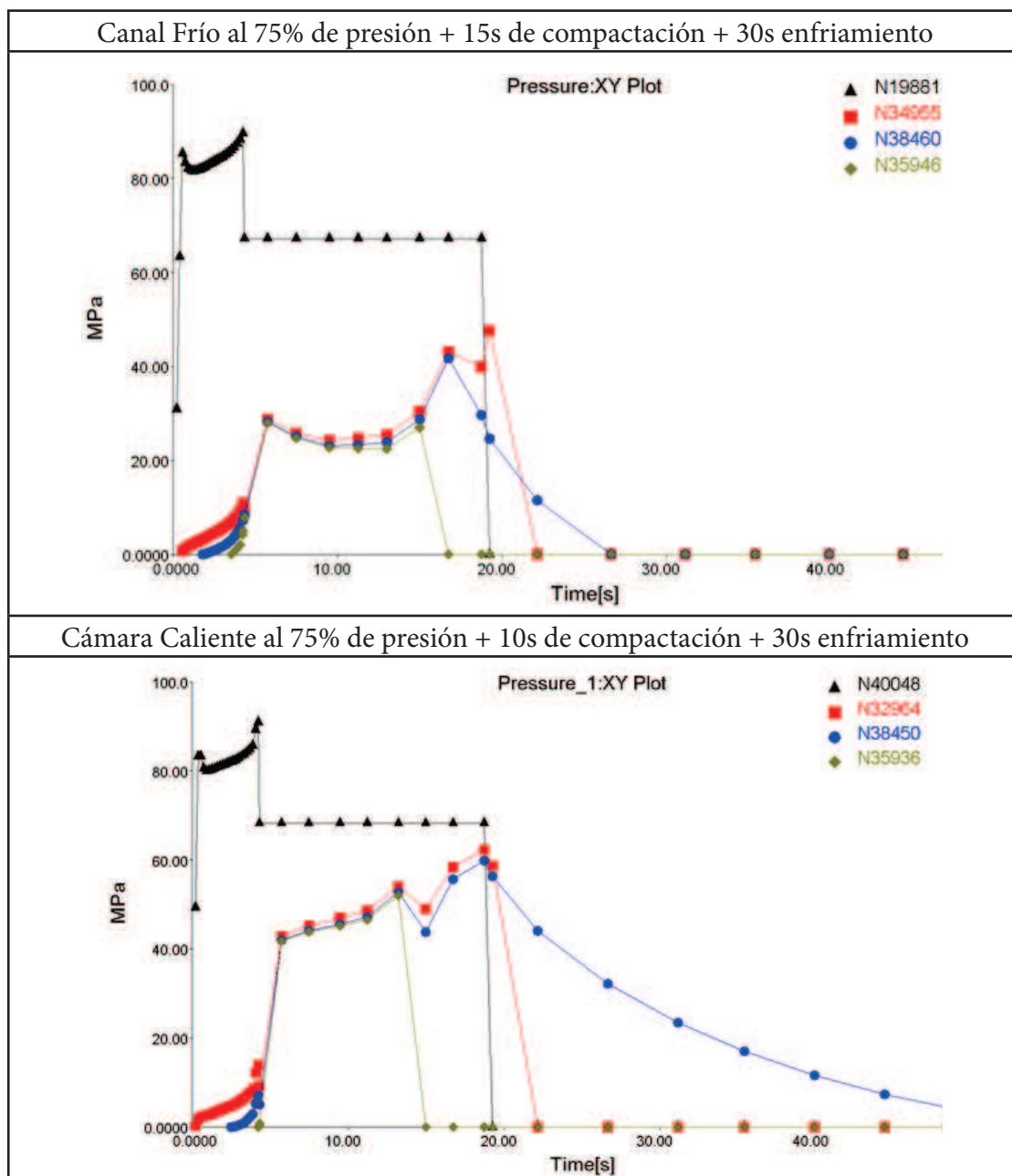


Gráficas Presión/Tiempo (2)

Ambos casos han sido simulados a un 75%, como se aprecia en la línea negra, y con 30s de enfriamiento. Como se habrá podido observar la única diferencia entre ambos es el tiempo de compactación. Sin embargo, este cambio hace que en la primera gráfica las presiones caigan en diferentes tiempos empezando por la más alejada del punto de inyección (verde) hasta la más próxima (roja), mientras que en la segunda gráfica todas lo hacen prácticamente al mismo tiempo. Para que una compactación sea efectiva, la presión debe trabajar como en el primer caso. Esto es, que en un punto cercano al punto de inyección (rojo), la presión debe aumentar en primer lugar y caer en último, mientras que en un punto alejado (verde) debe ocurrir lo contrario. Si todas caen a la vez y además coinciden con el punto en el que se deja de meter presión, quiere decir que la pieza no ha tenido tiempo suficiente

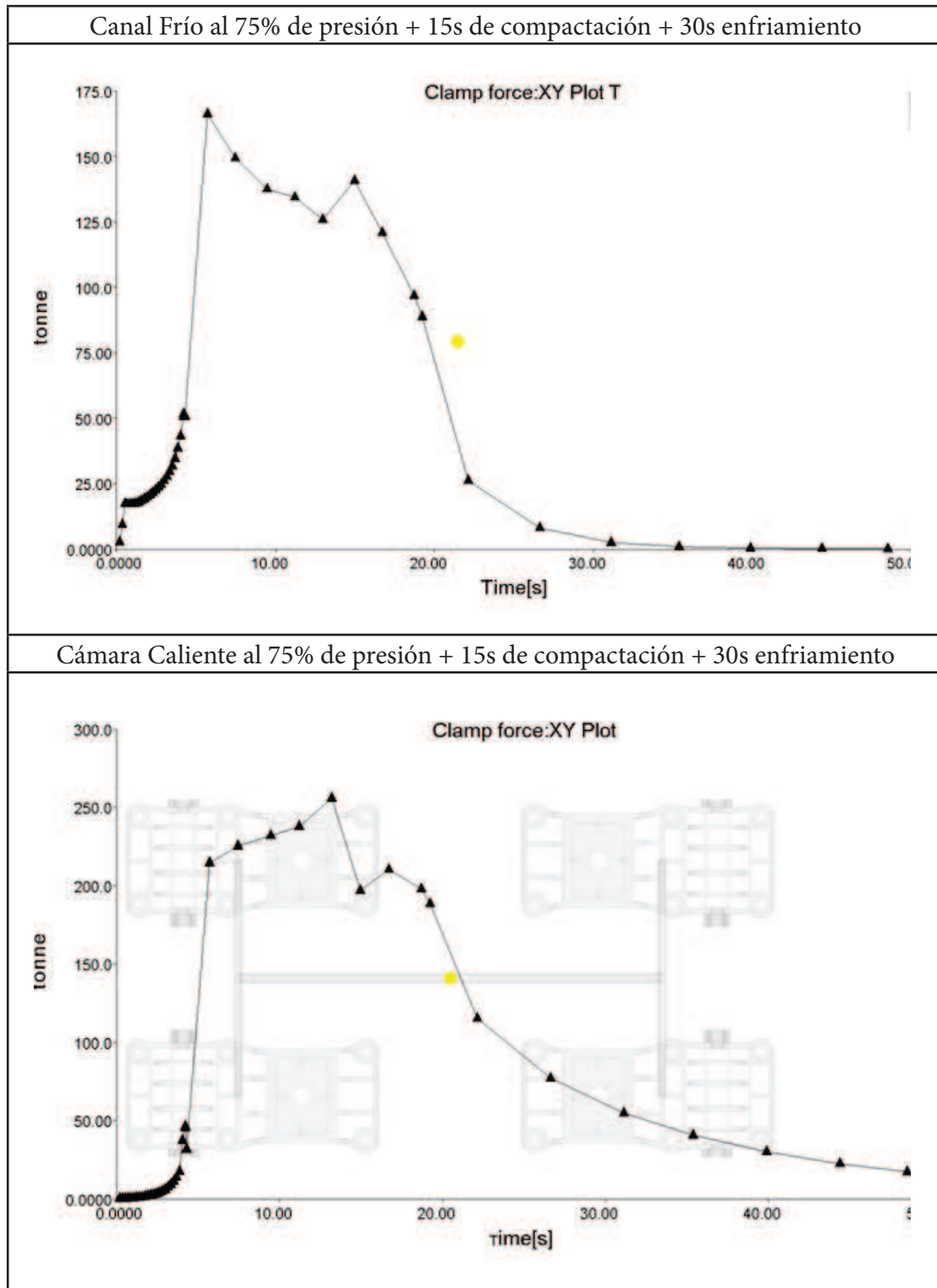
Así pues, nuestra pieza deberá tener un tiempo de compactación de al menos 15s para que ésta sea efectiva.

Por ahora tenemos que el tanto por ciento sobre la presión total al que se debería inyectar es el 75%, mientras que el tiempo que debe hacerlo son 15s. A continuación se van a comparar tanto las presiones, como las fuerzas de cierre en dos casos con los mismos parámetros de inyección pero inyectados uno por cámara caliente y otro por canal frío.



Gráficas Presión/Tiempo (3)

Comparando estas dos gráficas, y salvando las formas que hacen las curvas (ya que al inyectar desde otro punto el orden en que se llenan las cavidades es distinto), se puede apreciar que a pesar de compactar a la misma presión, esta presión no se propaga igual dentro del molde en los dos casos. En el Canal Frío, la mayor presión que alcanza la pieza son aproximadamente 50 MPa, mientras que en el caso de cámara caliente el valor máximo sobrepasa los 60 MPa. Esto probablemente se verá reflejado en las siguientes gráficas en la fuerza de cierre que debe ejercer el molde.



Gráficas Fuerza de Cierre/Tiempo (1)

Tal y como se esperaba, la fuerza de cierre es más elevada en el caso de la Inyección en Cámara Caliente, con un valor máximo de aproximadamente 250 MPa, contra unos 170 MPa correspondientes al canal frío. Este hecho también habrá que tenerlo en cuenta a la hora de decantarnos por uno u otro proceso.

Llegados a este punto, se va a analizar también la forma de llenar el molde en ambas modalidades. Para ello, se va a hacer una simulación de llenado y se van a coger muestras del molde al 25%, al 50%, al 75% y en el instante final. Gracias a estos análisis de llenados parciales, se podrá determinar algunos defectos que podrá tener la pieza tales como atrapamientos de aire o líneas de soldadura.

Canal Frío:

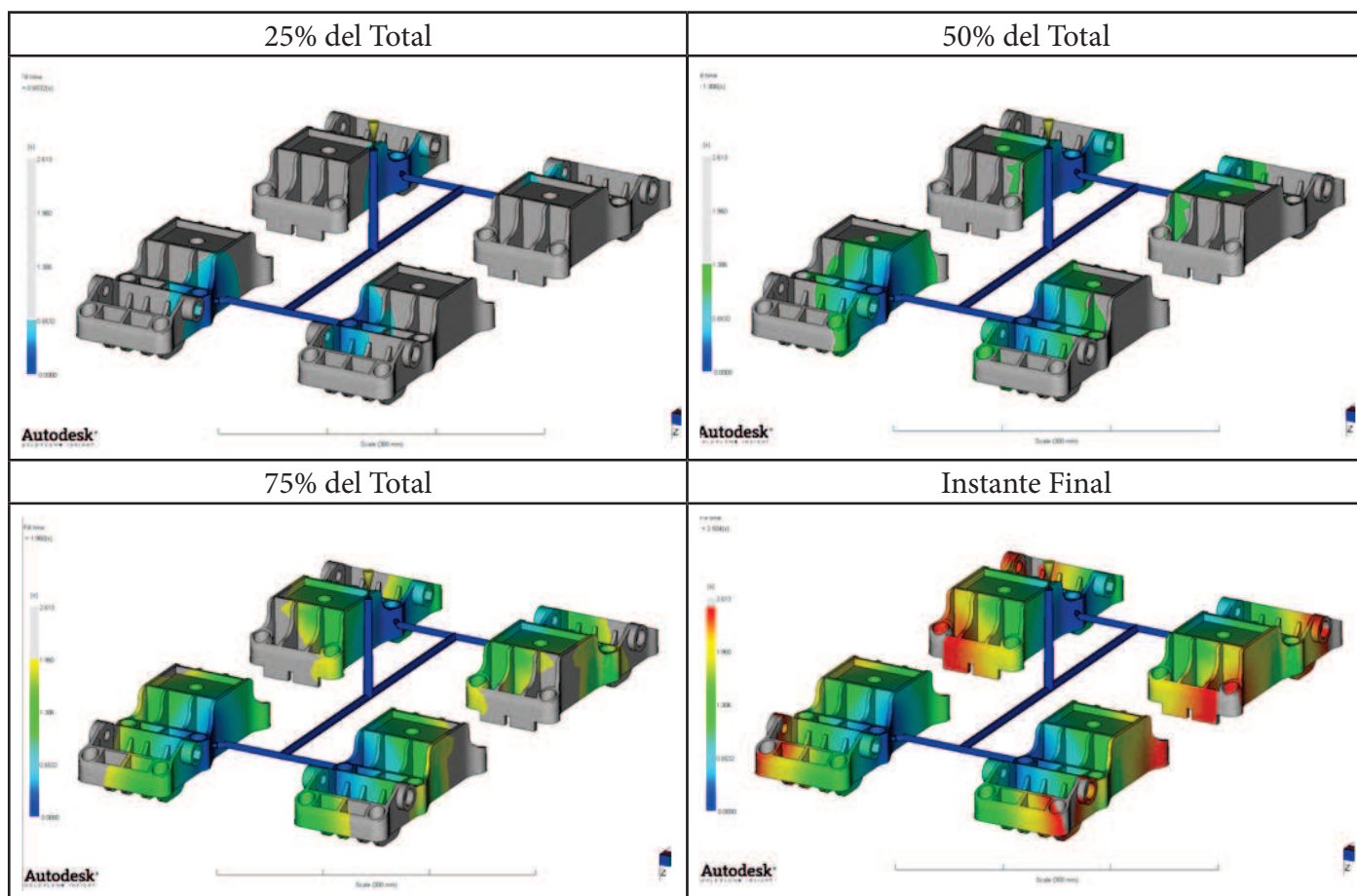


Figura 3.3.2.18. Llenados parciales canal frío

Como se puede apreciar en los diagramas de llenado, el molde llena desde un lateral acabando por las esquinas contrarias, que se encuentran en gris en el instante final. Durante el proceso de llenado, el hecho de que la colada siga distintos caminos va a propiciar atrapamientos de aire y otros defectos como líneas de soldadura. Las líneas de soldadura, en este caso no van a ser muy preocupantes dado que la pieza no es estética. Sin embargo, pueden llegar a serlo en el caso de que la línea, coincida con un punto crítico, puesto que puede mermar la resistencia de la pieza.

En este caso no parece muy crítico por que las coladas se van a juntar en los extremos, justo en las torretas para alojar tornillos.

Cámara Caliente:

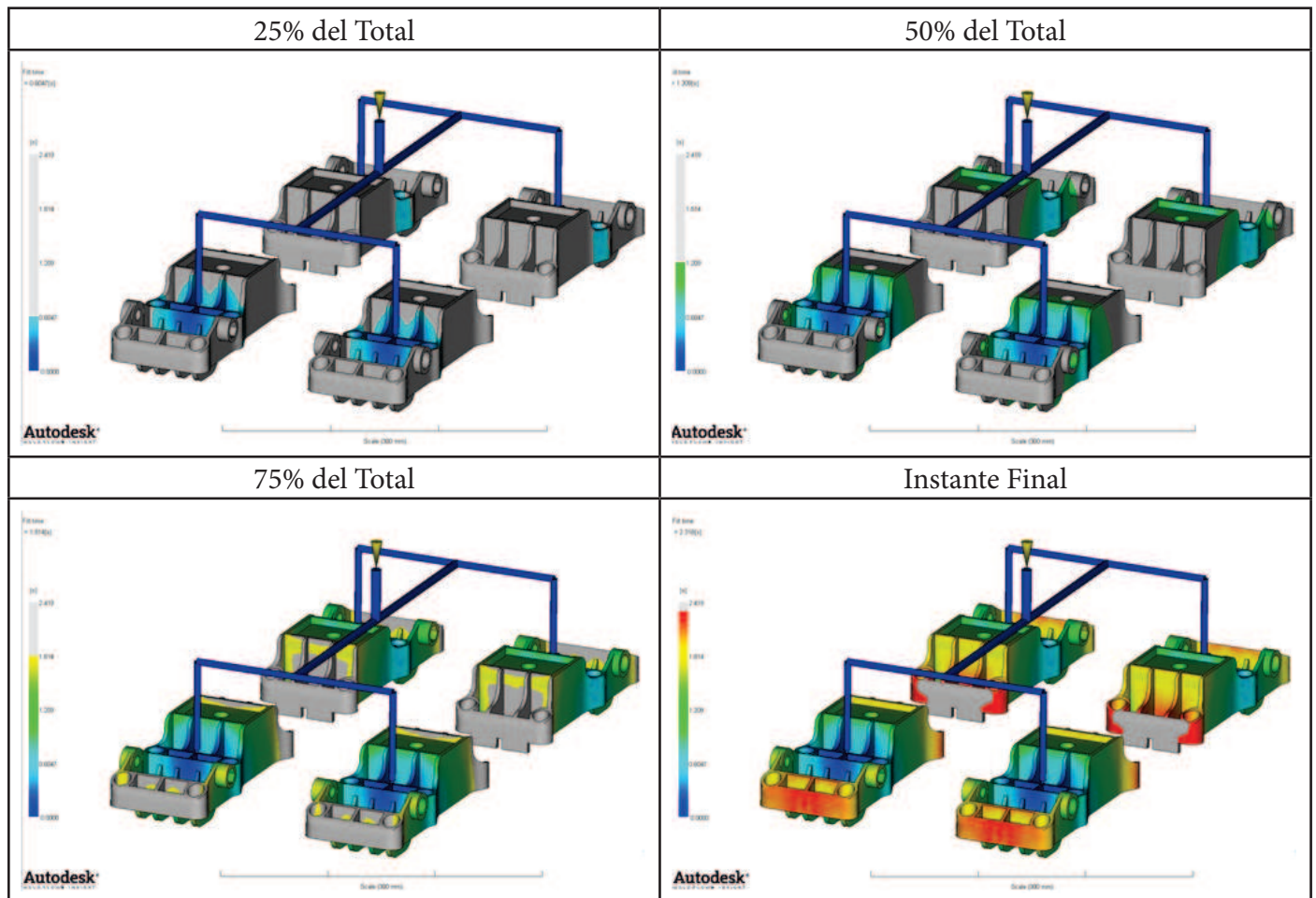


Figura 3.3.2.19. Llenados parciales cámara caliente

En este caso, los diagramas corresponden a una inyección por cámara caliente. Como se ha visto en el apartado 3.3.1. las piezas empiezan a llenar por un punto central situado en la parte superior. Inyectando desde esta posición parece que el patín está más equilibrado que en el caso anterior.

Sin embargo, tal y como se aprecia en el instante final, el molde acaba llenando no por las torretas sino por la cola, justo en la muesca que presenta en la misma. Esto es un gran inconveniente, porque el hecho de que se forme una línea de soldadura justo en una zona en la que se concentran tensiones puede ocasionar una rotura.

También se podrán esperar encapsulamientos de aire a lo largo de toda la pieza. Como se habrá podido observar, gran parte del patín está formado por rejillas que le confieren resistencia a la par que ahorran material. Esto desde el punto de vista de la fabricación por inyección presenta un inconveniente, y es que en cada unión de el enrejillado, se van a poder formar atrapamientos de aire. Este hecho no se puede solucionar, a no ser que se modificara la geometría de la pieza. Por contra, se puede sobredimensionar ligeramente esos ramales para darle mayor resistencia.

La zona crítica del patín, podría ser la cabeza, dado que es la parte que va a sufrir los impactos. Ya se ha tenido en cuenta sobredimensionando la zona. Como se puede observar en ambos casos, la colada fluye por esa zona sin inconvenientes por lo que no se esperarían defectos.

Deformación

En este apartado se valorarán la deformación que sufren las piezas debido a las contracciones volumétricas producidas durante el proceso de inyección. Estas deformaciones dependen directamente del tipo de inyección que se lleve a cabo. Si estamos hablando de inyección por Cámara Caliente, cabe esperar es que la deformación sea menor que si se hace por Canal Frío, ya que haciéndolo de la primera forma el proceso se encuentra mucho más controlado. Se le ha otorgado un valor del 20% debido a que las deformaciones que pueda sufrir la pieza en este caso no son demasiado significativas debido a que ni es una pieza estética, ya que no se va a ver, ni necesita una gran precisión para su ensamblaje, ya que va unida mediante tornillos.

A continuación se van a realizar varias comparaciones entre piezas inyectadas con diferentes parámetros para demostrar cuál es la que sufre una menor deformación. Todas las piezas presentan un factor de deformación x10 para apreciar mejor las diferencias.

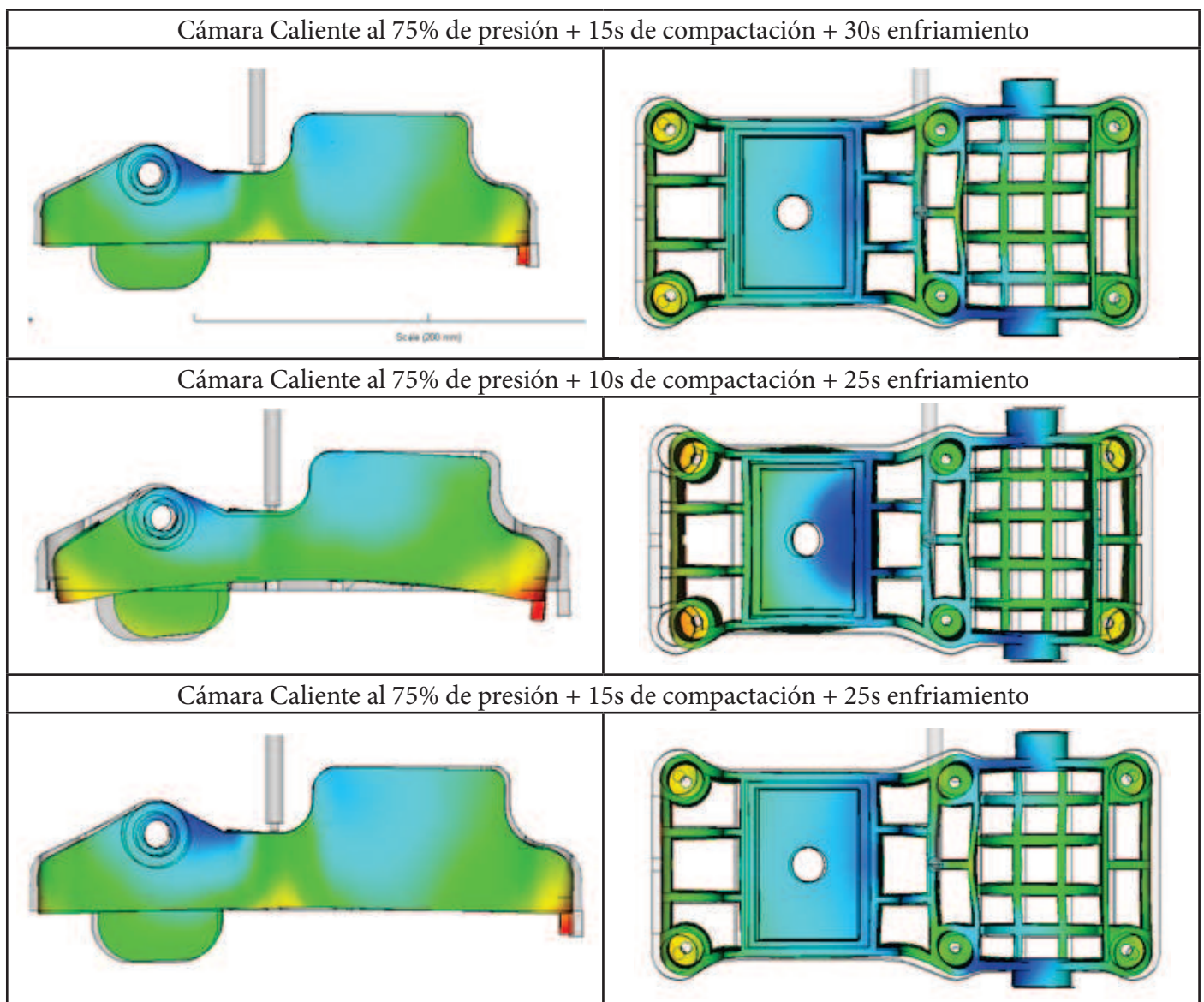


Figura 3.19. Diagramas Deformación Cámara Caliente

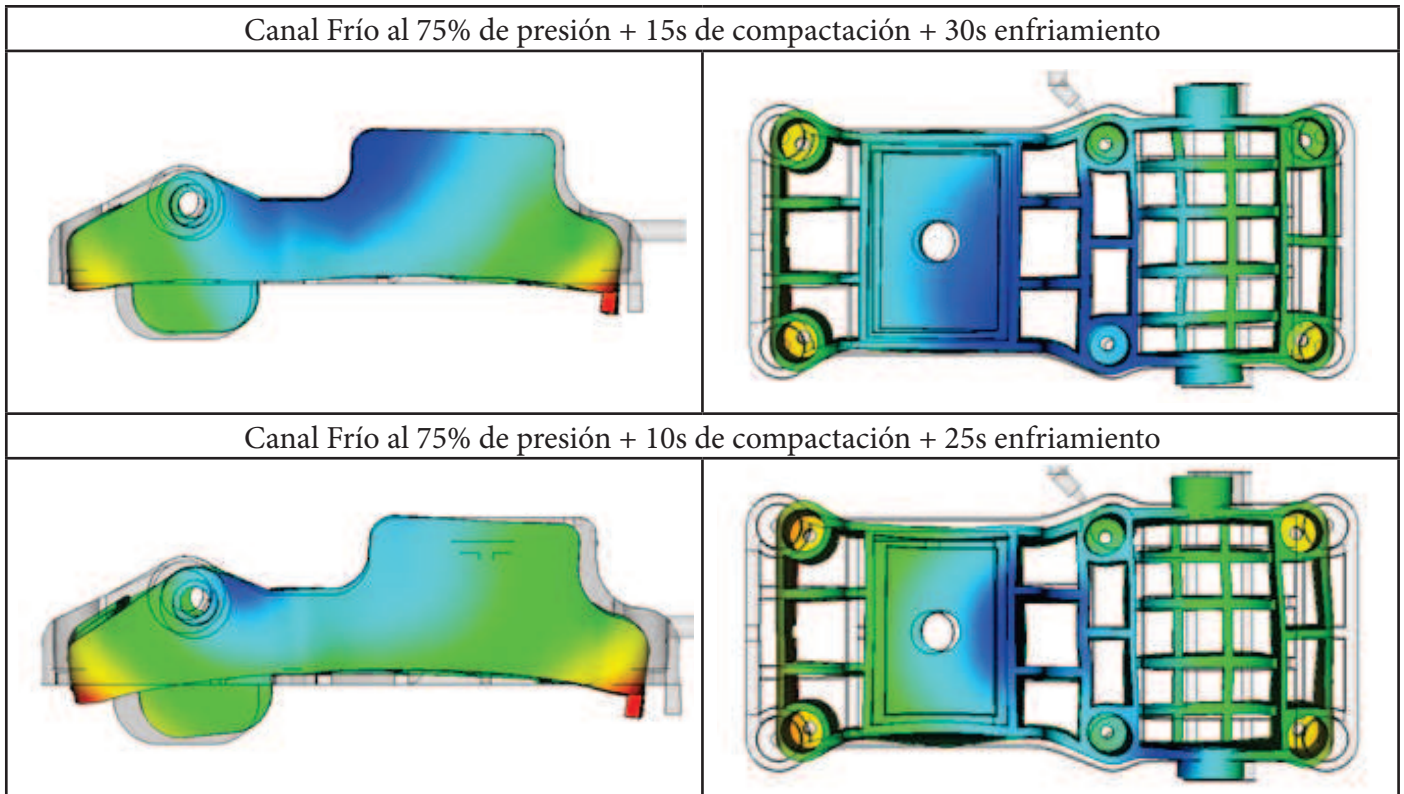


Figura 3.20. Diagramas Deformación Canal Frío

Observando y comparando las capturas de los análisis realizados se pueden sacar varias conclusiones que confirman la teoría. Para poder comparar los casos, todos ellos se han llevado a cabo realizando la compactación al 75% de presión sobre la total, variando en cada caso los el tiempo de compactación y el de enfriamiento.

Analizando los casos de cámara caliente, se puede extraer que a mayores tiempos de compactación y de enfriamiento, las deformaciones en la pieza son menores. Esto tiene su lógica ya que el material tiene más tiempo para asentarse. Además, se puede observar que el tiempo de enfriamiento no tiene apenas repercusión ya en los casos de 15s de compactación y 25s y 30s de enfriamiento, apenas se aprecia diferencia en las deformaciones. Cosa que no ocurre al compara cualquiera de los dos anteriores casos con el de 10s de compactación.

Para poder comparar los casos de cámara caliente con los de canal frío, se tienen que estudiar desde unas condiciones equiparables. En este caso se compararan los dos casos extremos. Al comparar el que menor contracción ha sufrido en la cámara caliente con su análogo, se aprecia un aumento de la deformación. Para poder sacar conclusiones adecuadas, también se ha comparado el caso en el que la deformación es mayor al inyectar por cámara caliente con uno de mismas características pero inyectado por canal frío, los resultados arrojan también una mayor deformación. Por tanto, podemos concluir que inyectar por canal frío, la pieza sufre una mayor deformación. Como se ha dicho antes, estos resultados confirman la teoría. Inyectar en canal frío es más barato carece de control sobre la temperatura de la colada, lo que lleva a mayores contracciones volumétricas.

Como conclusiones de generales, tenemos que si queremos que nuestra pieza no sufra deformaciones demasiado acusadas, habrá que prolongar el tiempo de compactación y a poder ser inyectar por cámara caliente. Para la pieza que se está diseñando, lo ideal sería hacerlo por canal frío y prolongar el tiempo de compactación. Así abarataríamos el proceso sacrificando la deformación, que no es demasiado importante al no ser una pieza estética.

Coste de Pieza

Se trata quizás del parámetro más costoso de determinar. Para calcular el coste de la pieza habrá que tener en cuenta factores como el coste del material, el número de piezas fabricadas por ciclo, la amortización de la máquina y todos los aspectos que pudieran aumentar el coste de la pieza. Evidentemente, el coste de la pieza es el factor más importante a la hora de decantarnos por una alternativa u otra, por ello se le ha otorgado el 40% del valor.

CÁLCULO DEL COSTE DE FABRICACIÓN DE CADA PIEZA

Para poder realizar el cálculo del coste de las piezas de plástico se debe de tener en cuenta: el precio de la materia prima y el coste del uso de la máquina. A continuación, se detalla el proceso de cálculo seguido para obtener el precio de la pieza en función del número de ellas inyectadas por ciclo y de la forma en que se realizará dicha inyección.

Se han recopilado los datos necesarios para calcular el coste en una tabla comparativa. Todo lo que aparece en ella, se ha convertido en unitario. Así, el tiempo de ciclo, que el programa proporciona, se ha dividido para dos o para cuatro en función de las cavidades que tenga el molde.

Coste estimado	T. Ciclo (s)	F. de cierre (Tn)	Presión máx (MPa)	Peso (g)	Dimensiones (mm)	
2	C. Frío	23,4	96,42	70	205	335x215
	C. Caliente	23,5	128,7	70	207,5	335x215
4	C. Frío	12,125	166,2	70	206,6	335x551
	C. Caliente	12,125	255,8	70	209,125	335x551

Tabla Datos Costes

1) Precio de la materia prima de la pieza

Para calcular el precio de la materia prima es necesario conocer el peso de la pieza y el precio del PEHD. (1.25€/kg). El peso de las piezas se obtiene a partir de los ensayos realizados en Moldflow y el precio de PEHD ha sido proporcionado por CONTENUR. Como es evidente, el patín en lo que a materiales se refiere, costará prácticamente lo mismo. Tal vez sea un poco más barato en el caso de inyectar con cámara caliente ya que el material que queda en las cámaras se reutiliza. Puesto que el patín no es una pieza estética y que da igual su color, se utilizará PEHD reciclado y se pigmentará de color negro para abaratar costes.

Cavidades	Método	Precio PEHD (€/Kg)	Peso (Kg)	Precio Material (€)
2	C. Frío	1,25	0,205	0,26
	C. Caliente	1,25	0,207	0,26
4	C. Frío	1,25	0,206	0,26
	C. Caliente	1,25	0,209	0,26

Tabla Datos Material

2) Precio máquina de la pieza

Para calcular el precio de máquina de una pieza se debe tener en cuenta: el tiempo de ciclo, la fuerza de cierre de la máquina de inyección, el precio/hora de la misma y el número de cavidades del molde.

El tiempo de ciclo de cada de las piezas se obtiene a partir de la simulación en Moldflow, donde se debe tener en cuenta el tiempo de llenado, tiempo de compactación y tiempo de refrigeración. En el caso de que el molde tenga más de una cavidad, es decir se puedan inyectar dos o más piezas a la vez, el tiempo de ciclo por pieza, será el resultado de dividir el tiempo de ciclo entre el numero de cavidades. En este caso el número de cavidades puede ser dos o cuatro, el tiempo de ciclo por pieza será es el resultado obtenido en Moldflow dividido por dos o por cuatro según sea el caso.

Con respecto a la fuerza de cierre, también se obtiene a partir de la simulación en Moldflow. Teniendo como referencia esta fuerza de cierre se elegirá la máquina inyectora adecuada. Una vez elegida la máquina se deberá comprobar que el molde de la pieza a inyectar cabe entre las columnas de la máquina seleccionada y en caso contrario se deberá de seleccionar una máquina superior, capaz de albergar el molde. Para seleccionar las máquinas de inyección se ha utilizado el catálogo de Mateu & Solé.

Recordando la máxima fuerza de cierre necesaria para inyectar las dos piezas estudiadas, y de acuerdo con el catálogo mencionado, se concretan las máquinas necesarias para cada pieza:

Dos patines por Canal Frío:

Fuerza de cierre necesaria 95 Tn. Dado que la máquina de 100 Tn resultaría demasiado ajustada, se tomará la máquina de 125 Tn. Se verifica que por el tamaño de la pieza, el molde cabe entre las columnas de la máquina.

Dos patines por Cámara Caliente:

Fuerza de cierre necesaria 130 Tn por lo que deberá utilizar una máquina con una fuerza de cierre de 205 Tn. se verifica que por el tamaño de la pieza, el molde cabe entre las columnas de la máquina.

Cuatro patines por Canal Frío:

Fuerza de cierre necesaria 165 Tn por lo que deberá utilizar una máquina con una fuerza de cierre de 205 Tn. Se verifica que por el tamaño de la pieza, el molde cabe entre las columnas de la máquina.

Cuatro patines por Cámara Caliente:

Fuerza de cierre necesaria 255 Tn por lo que deberá utilizar una máquina con una fuerza de cierre de 260 Tn. se verifica que por el tamaño de la pieza, el molde cabe entre las columnas de la máquina.

Por último, para obtener el precio por pieza se debe calcular el número de piezas a la hora que es capaz de inyectar la máquina y terminar el cálculo aplicando la tasa horaria de cada máquina. Si bien se pueden hacer diferentes aproximaciones, una simplificación válida en el rango 150-1000 toneladas sería:

$$\text{Coste €/hora} = F.\text{cierre(ton)} \times 10 / 160$$

Para máquinas pequeñas no menos de 12€/hora, para máquinas por encima de 1200 ton hay que mayorar el cálculo puesto que hay que encontrar "hueco" disponible, más difícil cuanto mayor sea la máquina buscada porque no hay en el mercado. Por eso la figura tiene esa tendencia "asintótica".

$$\text{Coste } \text{€/hora} = F.\text{cierre(ton)} \times 10 / 160$$

Cavidades	Método	Fuerza de Cierre (Tn)	Máquina (Tn)	Coste (€/h)
2	C. Frío	96,42	100	12,00
	C. Caliente	128,7	205	13
4	C. Frío	166,2	205	13
	C. Caliente	255,8	260	16

Tabla Datos Maquinaria

Dos patines por Canal Frío:

3600 s/hora

23 s/ pieza

Se fabricarán unas 150 piezas por hora.

La máquina de 100 Tn utilizada para esta pieza tienen una tasa horaria de 12 €, el precio por pieza queda en 0.08 €

Dos patines por Cámara Caliente:

3600 s/hora

23 s/ pieza

Se fabricarán unas 150 piezas por hora.

La máquina de 205 Tn utilizada para esta pieza tienen una tasa horaria de 13 €, el precio por pieza queda en 0.085 €

Cuatro patines por Canal Frío:

3600 s/hora

12 s/ pieza

Se fabricarán unas 300 piezas por hora.

La máquina de 205 Tn utilizada para esta pieza tienen una tasa horaria de 13 €, el precio por pieza queda en 0.04 €

Cuatro patines por Cámara Caliente:

3600 s/hora

12 s/ pieza

Se fabricarán unas 300 piezas por hora.

La máquina de 260 Tn utilizada para esta pieza tienen una tasa horaria de 16 €, el precio por pieza queda en 0.05 €

Cavidades	Método	Tiempo ciclo (s/pieza)	Piezas hora	Precio Máquina (€/h)	Precio pieza (€)
2	C. Frío	23,4	154	12	0,078
	C. Caliente	23,5	153	13	0,085
4	C. Frío	12,125	297	13	0,044
	C. Caliente	12,25	294	16	0,054

Tabla Datos Maquinaria

Finalmente se realiza la suma entre el precio de la materia prima de la pieza y el precio de máquina de la pieza, que resultará el coste aproximado de fabricación de cada pieza.

Dos patines por Canal Frío: $0,25 + 0,078 = 0,328$

Dos patines por Cámara Caliente: $0,25 + 0,085 = 0,335$

Cuatro patines por Canal Frío: $0,25 + 0,044 = 0,294$

Cuatro patines por Cámara Caliente: $0,25 + 0,054 = 0,304$

Tras alcanzar este punto, podemos concluir que inyectar de dos en dos y hacerlo por cámara caliente es más caro desde el punto de vista de la pieza. Lo cual es lógico, ya que al fabricar de cuatro en cuatro, el número de piezas que fabricas en el mismo tiempo es mayor, por lo tanto la pieza se abarata. Claro que desde el punto de vista del molde, será más caro. La causa que hace que inyectar en cámara caliente sea más caro, no es otra que la Fuerza de cierre. Al necesitar más presión, la fuerza de cierre es mayor y la máquina en la que hay que inyectar también.

Una vez estudiados todos los ámbitos que rodean la fabricación, se ha de completar la tabla que se ha enunciado al principio de este apartado.

Número de piezas	Método	Coste pieza	Coste Molde	Parametros	Deformación
		40%	30%	10%	20%
2	Canal Frío	7	10	8	5
	Cámara Caliente	6	8	6	8
4	Canal Frío	9	6	8	5
	Cámara Caliente	8	4	6	8

Tabla Ponderada completa

Número de piezas	Método	Total
2	Canal Frío	7,6
	Cámara Caliente	7
4	Canal Frío	7,2
	Cámara Caliente	6,6

Resultados Tabla Ponderada

FASE IV: DEFINICIÓN FINAL DE PROCESO Y PRODUCTO

4. DEFINICIÓN FINAL DE PROCESO Y PRODUCTO

Recapitulando lo dicho anteriormente, podemos concluir que la mejor opción para inyectar el patín es hacer un molde con dos cavidades. Este resultado no es algo concluyente ni definitivo, ya que se trata de una tabla ponderada en la que no se recogen factores tan importantes como la posible demanda que el contenedor vaya a tener. El hecho de ser la solución que más nota ha obtenido tan sólo nos aproxima a lo que podría ser la solución óptima.

Lo que si que parece evidente es que la mejor opción es realizarlo con canal frío con entrada submarina como se hace hasta ahora. El molde es más barato y la máquina en la que se va a inyectar necesita menos fuerza de cierre para llevar a cabo la inyección. Además, si algo pudiera justificar el uso de la cámara caliente por encima de la rentabilidad, sería el acabado de la pieza. Dado que estamos ante un producto que no tiene ningún requerimiento estético, por ser una pieza que se encuentra en el fondo del contenedor, todavía es más evidente la elección.

Concluyendo esto último, la pieza a fabricar estará hecha por inyección con canal frío. Dado que la tabla ponderada que se ha realizado ha reflejado que lo óptimo es fabricar en un molde de dos cavidades, a partir de este punto se va a proceder como si tal fuera a ser el proceso definitivo. No obstante, la última decisión la tiene CONTENUR.

Además, tal y como se ha visto en el apartado de fabricación, ya se conocen también los parámetros de inyección, que han sido deducidos a base de comparativas entre distintos casos. En este apartado del proyecto, se pretende concretar el producto que se va a fabricar, tanto desde el punto de vista del diseño del producto como desde el de la fabricación.

4.1. Diseño Formal/Funcional

En el apartado 2, se ha hablado largo y tendido de la evolución que ha sufrido el patín desde los primeros conceptos hasta lo que se ha considerado definitivo. Sin embargo, tan sólo se ha hablado de la evolución formal-funcional que ha sufrido sin hacer referencia a otros aspectos del mismo como podría ser los materiales de los que está formado o los componentes que interactúan con él, así como la secuencia de montaje del mismo. En este apartado se pretende concretar todos estos aspectos más técnicos. Recapitulando el mencionado capítulo 2 de este escrito, se presenta lo que se ha considerado el patín en su versión definitiva.

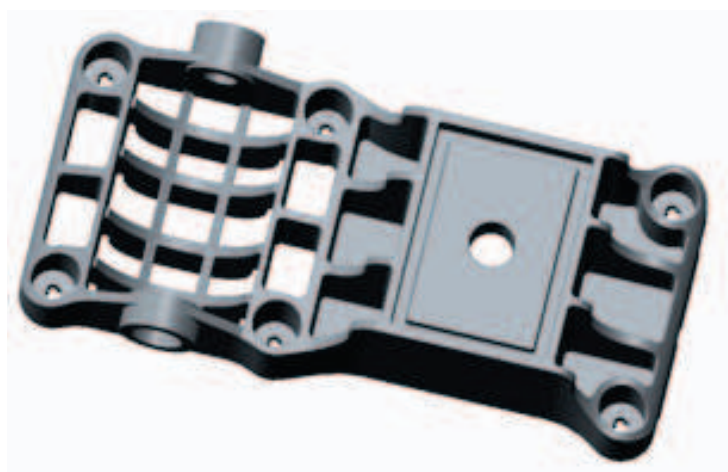


Figura 4.1. Patín Definitivo

La primera pregunta que debemos hacernos llegados a este punto es: ¿En qué aspectos hemos mejorado el patín actual?



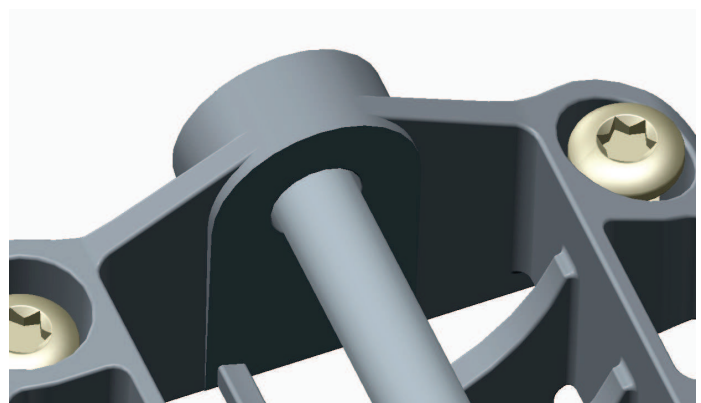
Figura 4.2. Patines Actual y Nuevo

Para responder a esa pregunta, debemos rescatar la versión actual y oponerla con el resultado de la evolución formal que ha sufrido el nuevo. En las imágenes de arriba se pueden ver ambos productos, a la izquierda el patín que montan los contenedores ahora, a la derecha el aspirante.

Lo primero que nos llama la atención es la diferencia de tamaño. Mientras que el nuevo diseño presenta una embergadura de 215 mm, el actual lo supera en más del doble. Esta simple diferencia, hace que se ahorre material, que la máquina en la que se inyecte sea más pequeña, que el molde sea más pequeño y que el tiempo de ciclo sea más corto entre otras ventajas. Además, este hecho no supone una reducción en la resistencia de la pieza, ya que la mayoría de las piezas actuales, rompen a la altura de los primeros alojamientos.

Otra gran diferencia que podemos apreciar es el número de componentes. En el patín actual, se montan un total de 5 tornillos mientras que el nuevo se fijará la contenedor con tan sólo cuatro. En cuanto al número de almohadillas, también se ha conseguido optimizar. En el actual se montan dos y en el nuevo tan sólo hará falta una. Por último, el patín actual también necesita de dos amortiguadores en zona de la cabeza que reducen el impacto con el vaso. Como el patín actual no tiene la capacidad de flexar, esos dos componentes tampoco son necesarios.

Otro punto débil del patín, es la cabeza. En el actual, también se han registrado roturas en este punto debido al golpe que reciben los patines al depositar el camión el cubo en el suelo. Como se puede observar, en el patín actual, el eje queda en la zona más adelantada y tan sólo se sustenta de dos paredes de igual espesor que en el resto del contenedor. Esto se ha corregido en el nuevo patín. Se le ha dado mayor soporte en la zona de la cabeza por medio de varias modificaciones en la geometría. En primer lugar, se han colocado dos torretas en una posición más adelantada que el rodillo, con lo que se conseguirá que esté más protegido. También se han redimensionado las zonas colindantes al eje del rodillo, dandoles un mayor espesor para aumentar la resistencia al impacto. Otra modificación que se ha llevado a cabo para que el patín no rompa con tanta facilidad, son los arcos que se han dibujado en la parte delantera. Estos arcos, además de registrar y rigidizar, transmiten el hipotético golpe hasta el fondo del rehundido del patín. Por último se han cerrado las paredes de la parte trasera, ya que se consideraba que podrían ser demasiado débiles.



En segundo, se va a hablar de las piezas que componen el patín que se presenta. Todos los elementos que se incluyen dentro del subconjunto patín, o son comerciales y guardan unas medidas concretas, o se fabrican dentro de la empresa para otros productos. Esto quiere decir, que el patín en sí, se ha tenido que diseñar desde un principio en torno a estos elementos, ya que la empresa busca la mayor rentabilidad y no está dispuesta a comprar o fabricar otro tipo de componentes que le van a resultar más caros. Como se puede observar en la figura 4.3. El patín se compone de:

- Cuatro o seis tornillos autorroscantes normalizados.
- Almohadilla amortiguante Realizada en goma dura
- Rodillo fabricado en PEHD
- Eje tipo Allen de acero
- Tuerca Autoblocante

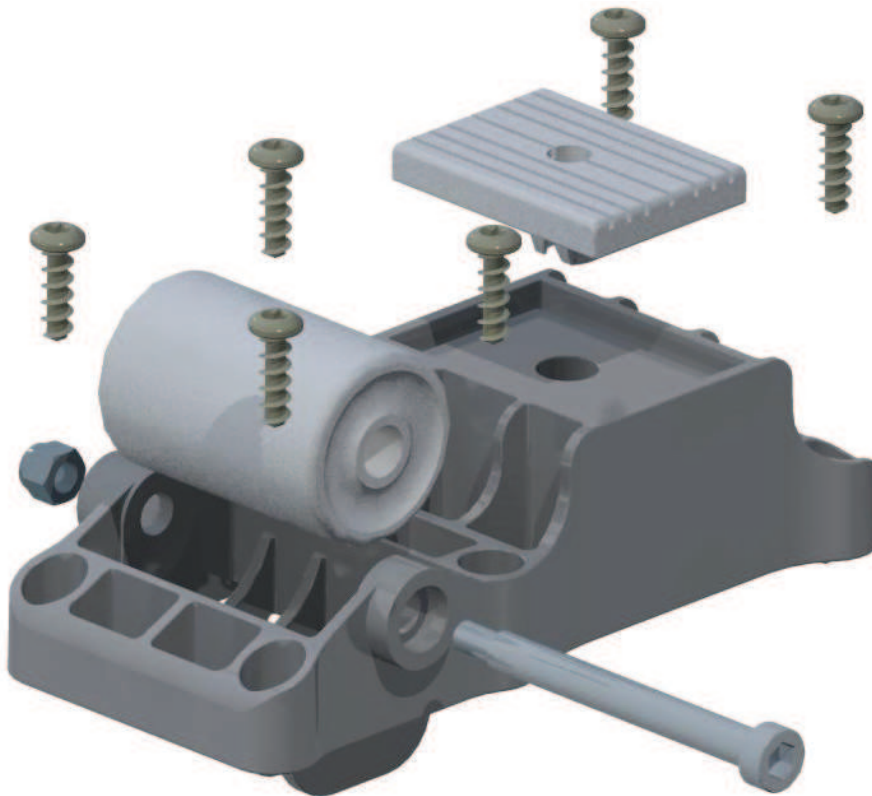


Figura 4.3. Vista Estallada

Todos estos elementos, se han reciclado del patín que monta ahora el contenedor actual. Gracias a este reciclaje, es más factible hacer un cambio generacional de patines. Como se ha explicado, este patín tiene los alojamientos tales que puedan montar también en el contenedor actual, por lo que aprovechando las piezas en Stock, los patines que rompan, pueden empezar a reemplazarse por estos modelos a la par que se montan en los contenedores nuevos.

En lo referente al proceso de montaje, todos los patines deben llegar al almacén con todos los componentes ensamblados. Dado que los patines se fabricarán en distinto sitio que los vasos de los contenedores, estos han de ir premontados para que se ahorre tiempo y así aumente la productividad.

Así pues, en la misma planta que se inyecte, deberá de haber o bien un operario o una máquina automatizada, que ensamble los componentes. Los tornillos irán premontados como ya se ha comentado. Se han realizado unos posicionadores en cada torreta para que los tornillos en cuestión queden registrados mínimamente.

Además la geometría de los patines, ha sido fabricada de tal forma que se puedan apilar con los componentes ensamblados. Por lo tanto, se enviarán en cajas de "x" unidades apiladas de forma que se aproveche el espacio de la mejor forma posible.

Gracias a los posicionadores de los tornillos y a los elementos registradores, cuando el patín llegue al almacén en que se encuentran los vasos de los contenedores, un operario con una pistola, atornillará los tornillos que están premontados. Así, en muy poco tiempo, se puede ensamblar el patín en su sitio.

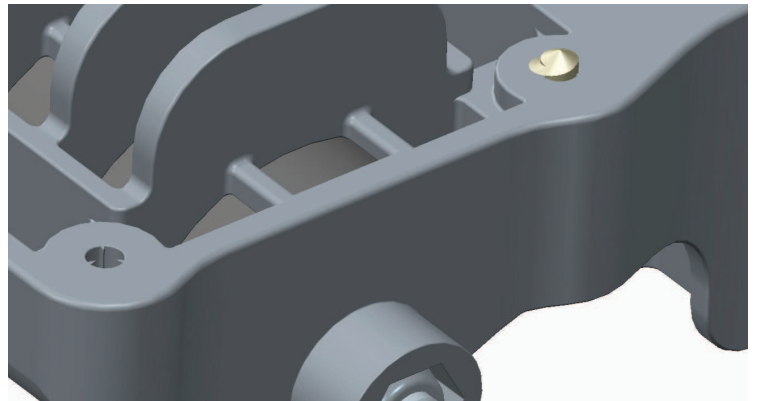


Figura 4.4. Tornillo Premontado

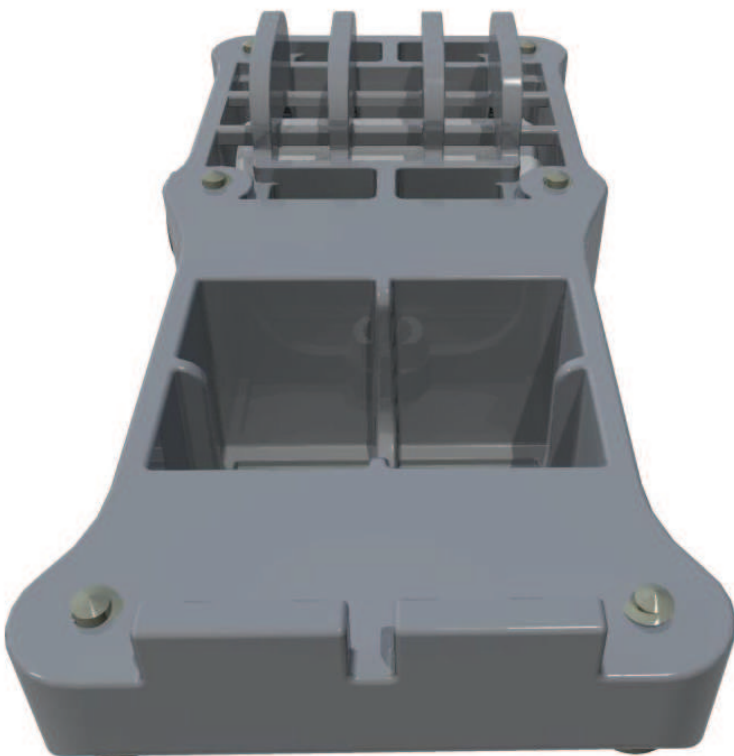


Figura 4.5. Vista superior

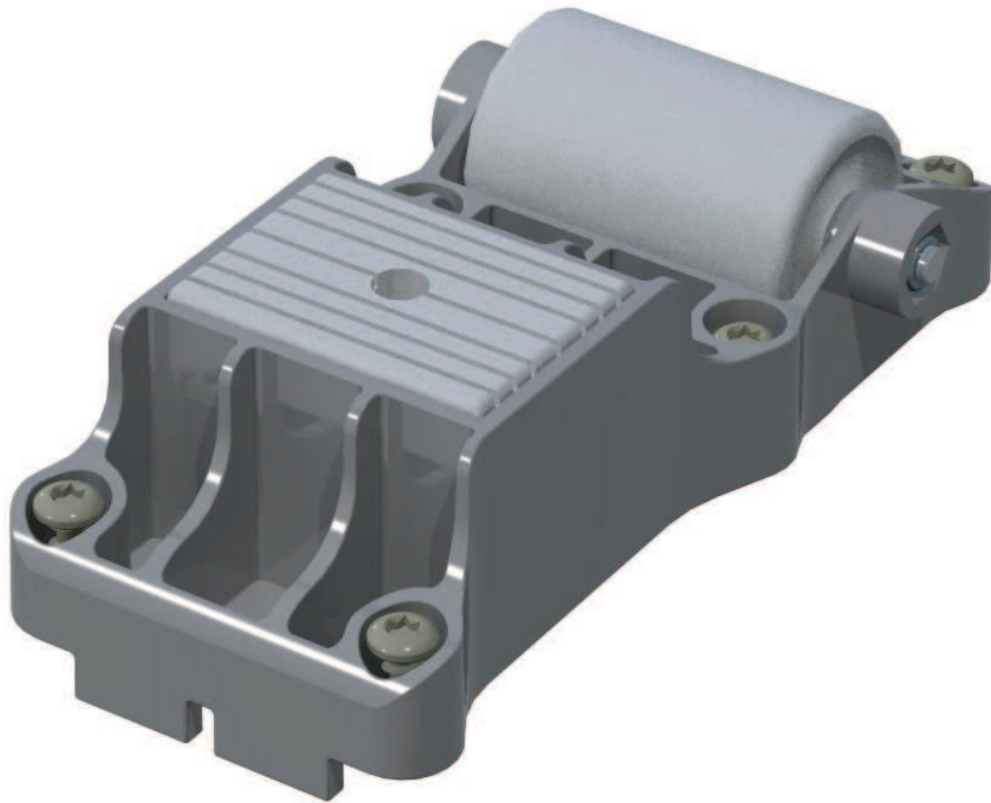


Figura 4.6. Patín desde atrás

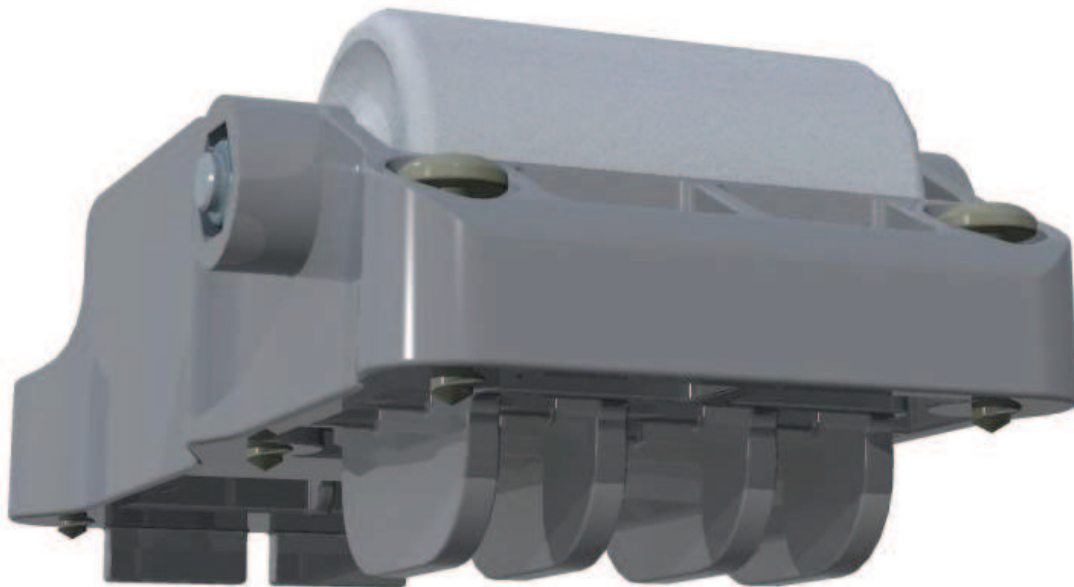


Figura 4.7. Vista inferior frontal

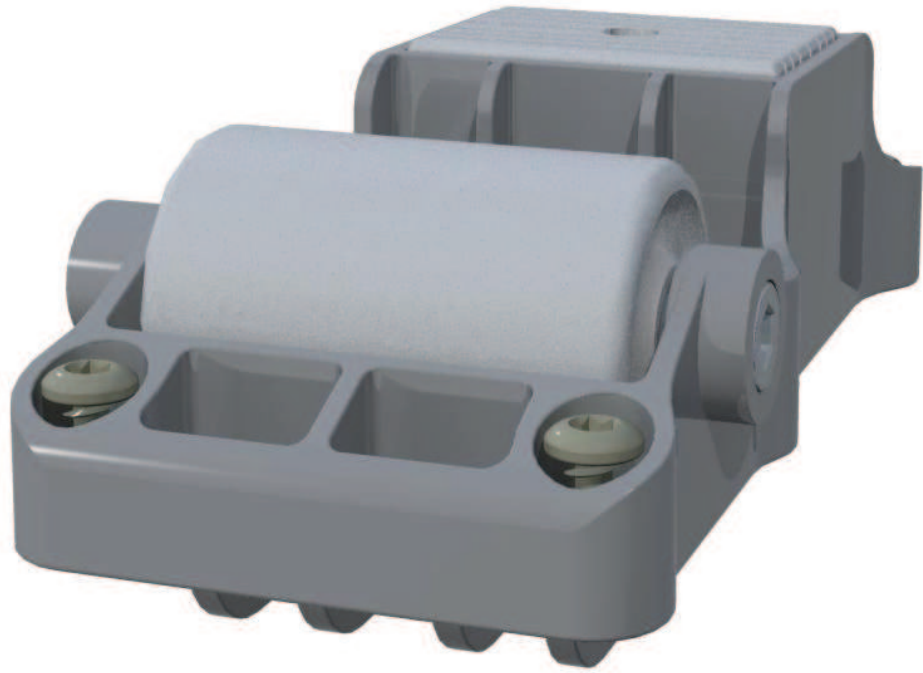


Figura 4.8. Vista superior frontal

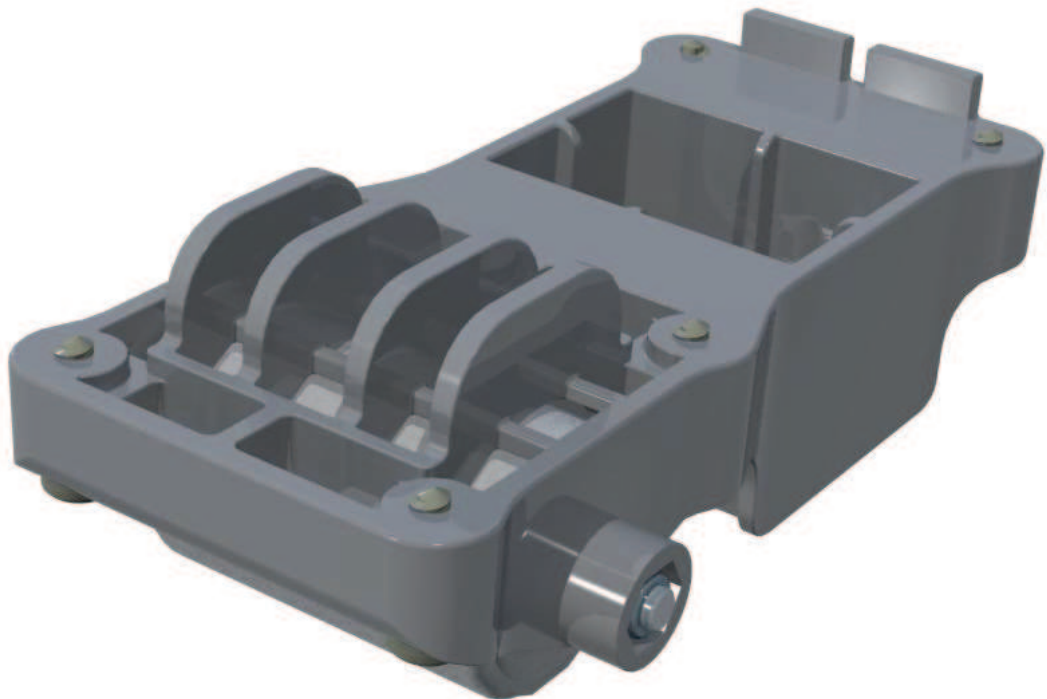


Figura 4.9. Detalle nervios



Figura 4.10. Perfil

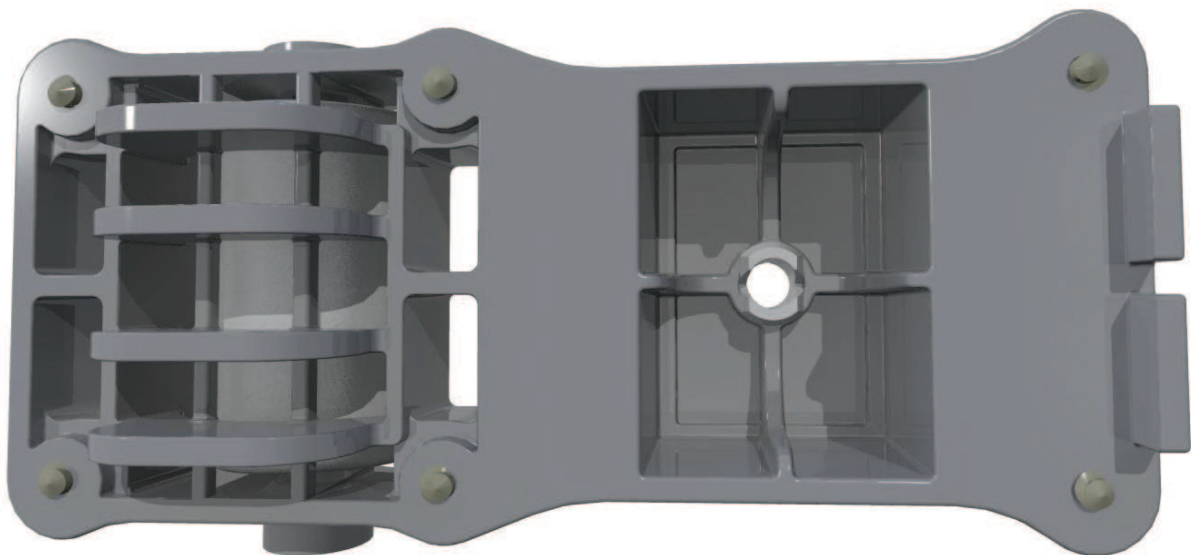


Figura 4.11. Planta

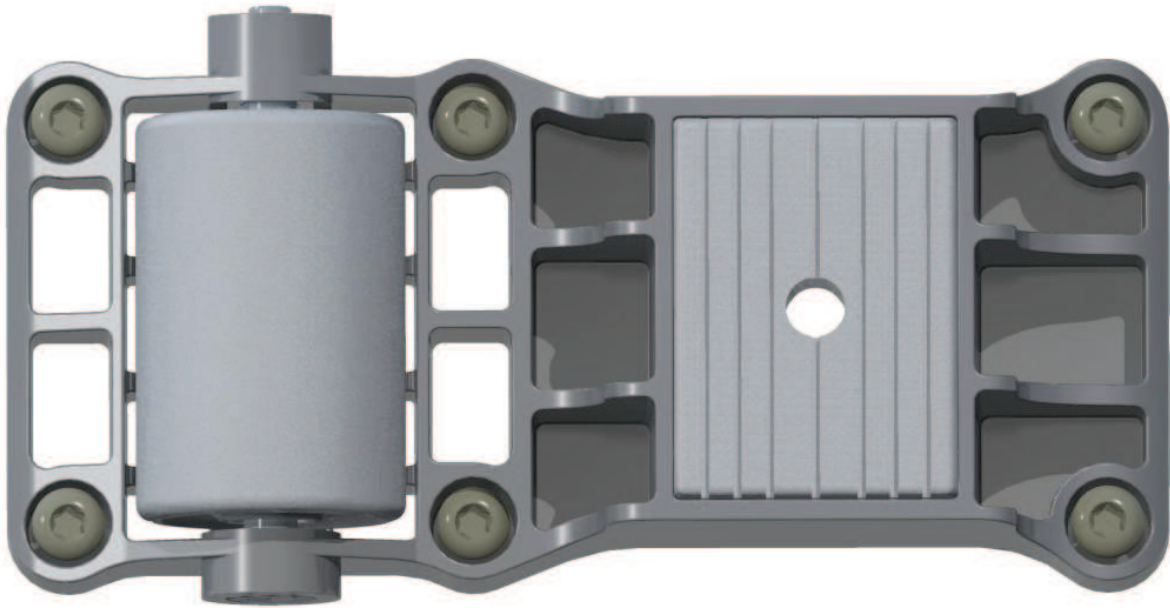


Figura 4.12. Planta 2

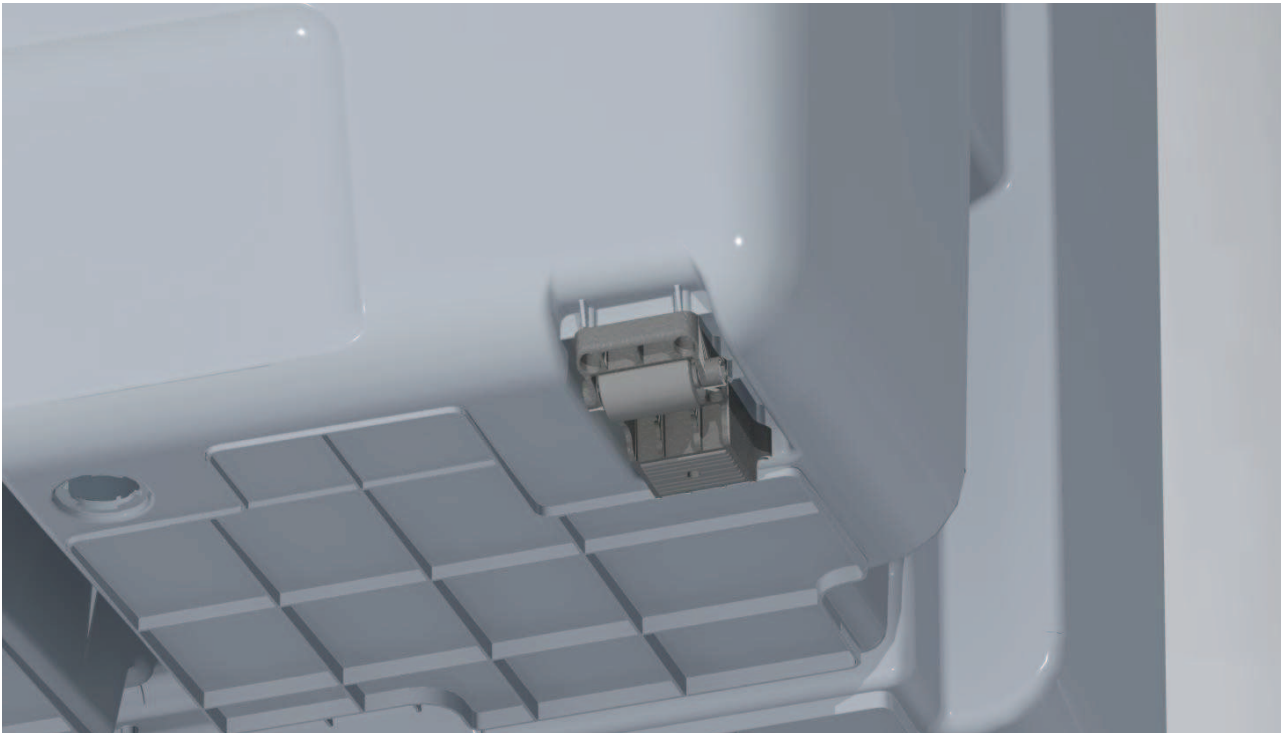


Figura 4.13. Montado

4.2. La fabricación

El otro aspecto a tener en cuenta a la hora de definir el producto es la fabricación. Este apartado pretende recopilar información técnica acerca de la inyección en molde. A pesar de que ya se ha hablado antes, en este apartado se va a hacer una recapitulación de todo lo referente a la fabricación y se va a aportar información nueva en la simulación, sobre defectos esperados o parámetros que todavía no se han comentado. Los parámetros de inyección son los extraídos del análisis en la fase III. Se inyectará con un tiempo de llenado de 3,5 segundos, a una temperatura de 210°, y la compactación se hará al 75% de la Presión total. El tiempo de compactación se ha variado a 18 segundos ya que se creían 15 insuficientes. El tiempo de enfriamiento se mantiene en 30 segundos.

4.2.1. Llenados parciales

Extraído de la tabla ponderada, se ha optado finalmente por inyectar el patín en un molde de dos cavidades mediante canal frío. Lo primero que se ha querido estudiar, es el tiempo de llenado y cómo éste es llevado a cabo. Para ello, al igual que se hizo para una inyección en molde de cuatro cavidades se han tomado tiempos de llenado al 25%, 50%, 75% y en el instante final. El resultado es el siguiente:

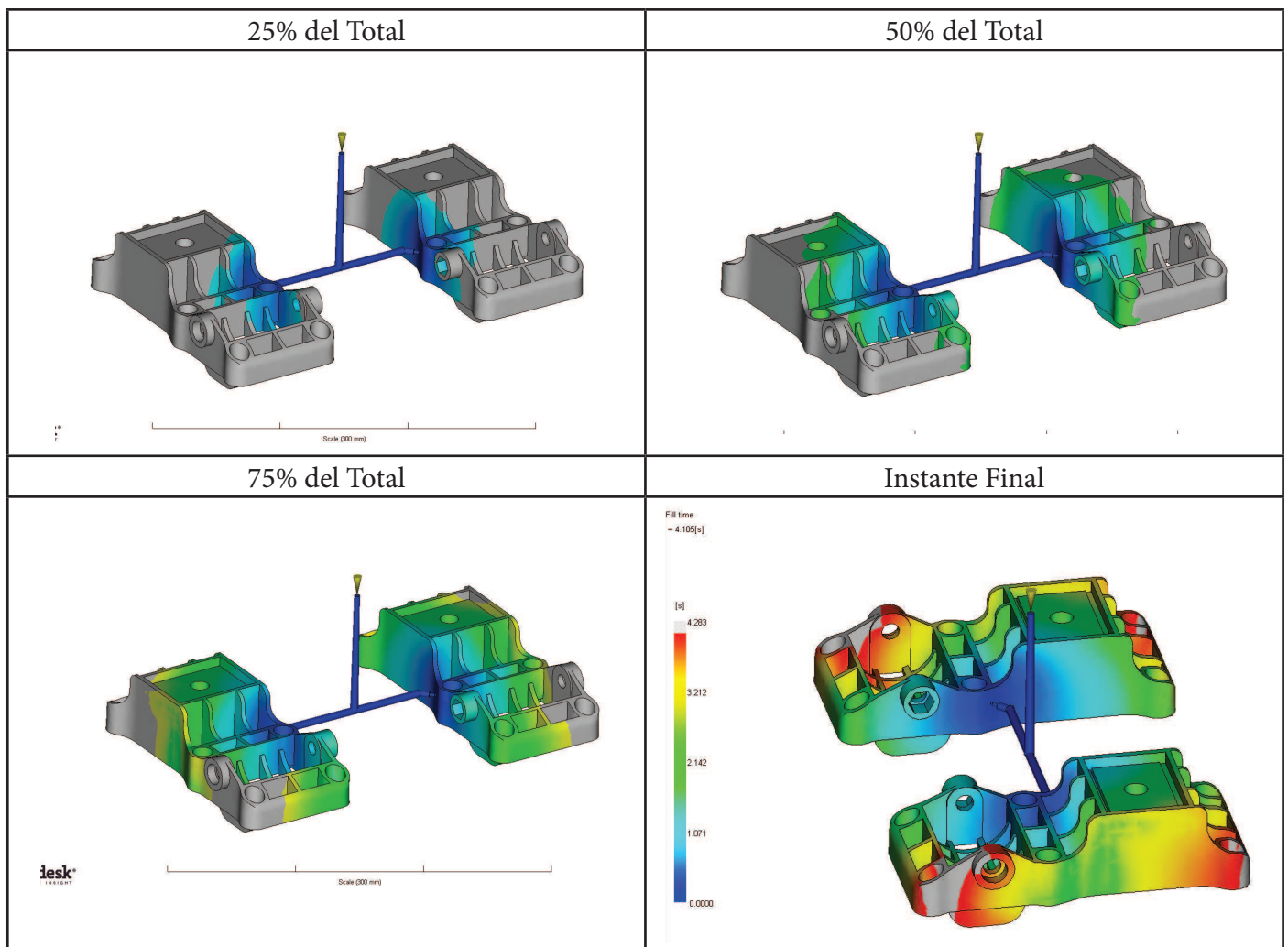


Figura 4.14. Llenados parciales

4.2.2. Presión Compactación

El siguiente punto a analizar es si la compactación es la óptima. Para determinarlo, se va a proceder de igual manera que en el caso de cuatro patines. Se tomarán cuatro puntos en distintos puntos del patín y se evaluarán las gráficas. Posteriormente se actuará para corregirlas si fuese necesario.

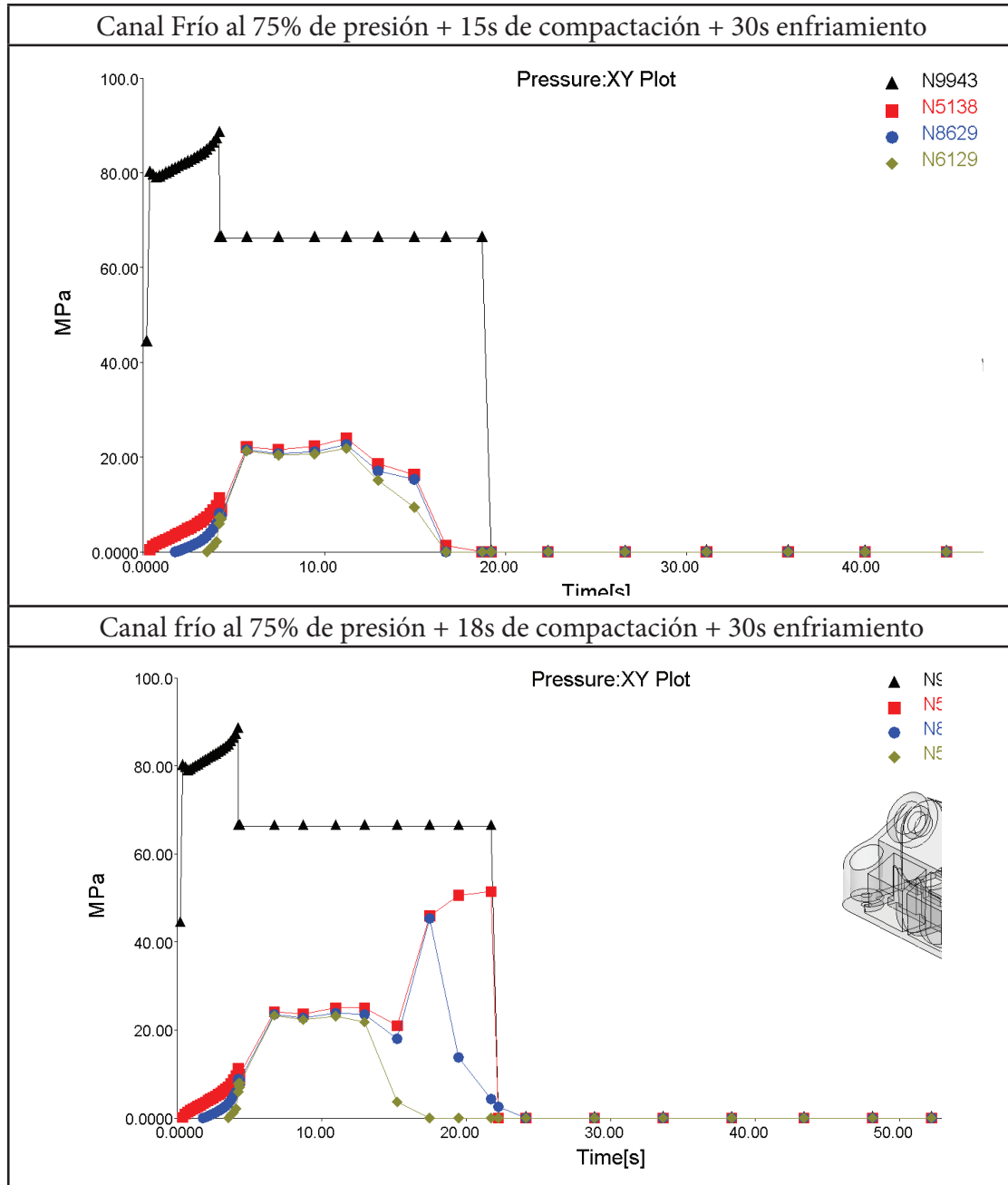
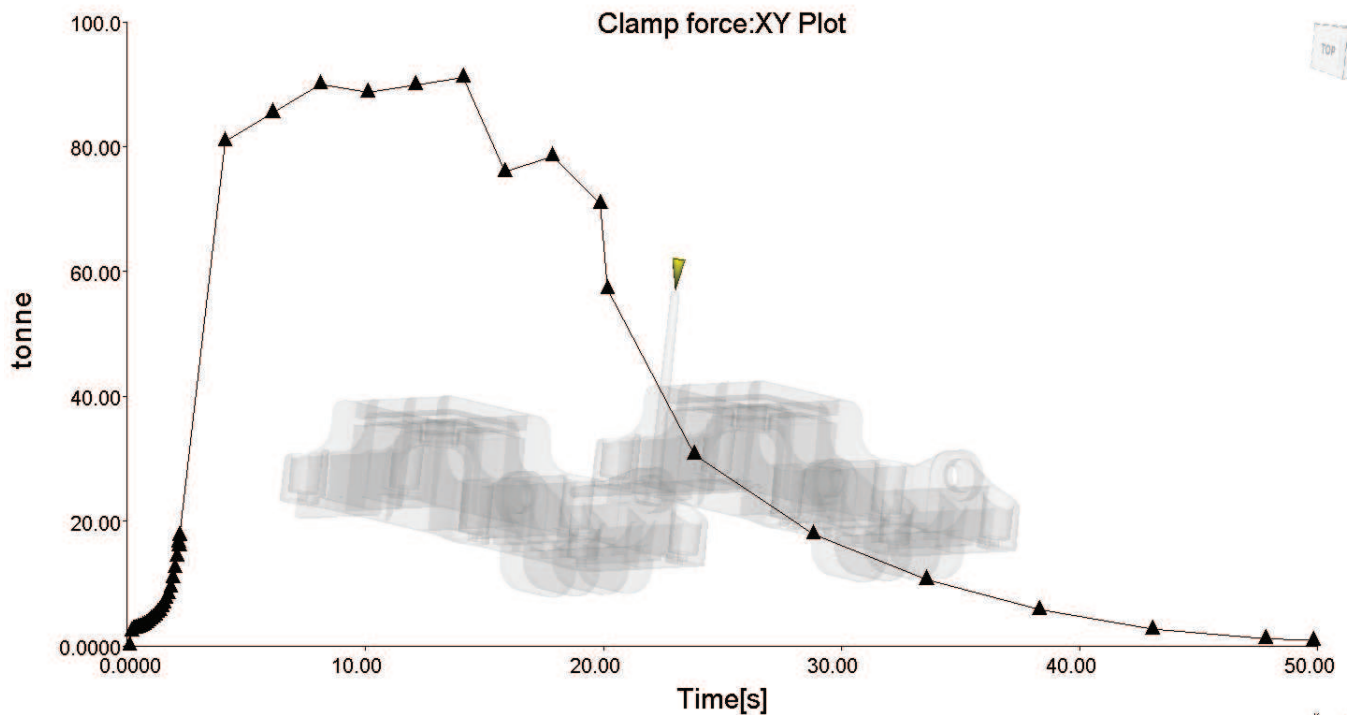


Figura 4.15. Presión en la pieza

Como se aprecia en las gráficas, se ha simulado un caso con los mismos parámetros que habían optimizado el molde de cuatro cavidades, es decir 75% de Presión en Compactación durante 15 segundos. Sin embargo, la compactación no es óptima, ya que las líneas caen a la vez y demasiado pronto, además no llegan a alcanzar una presión considerable. Esto es un síntoma de que falta tiempo de compactación. En el segundo caso, se le ha dado tres segundos más y tal y como se observa, las líneas se encuentran mucho mejor repartidas, por lo que la compactación está optimizada.

Muy ligado al concepto de la Presión de inyección y en los distintos puntos de la pieza está la Fuerza de cierre. La fuerza de cierre resulta de la integral del producto de la presión dentro del molde por área proyectada contra la dirección de apertura de la máquina, señalada por el coseno del ángulo formado. Responde a la fórmula:

$$F_c = \frac{P \cdot (A_P \cdot N + A_R)}{1000}$$



Gráfica Fuerza de Cierre

Interpretando la gráfica de la fuerza de cierre en función del tiempo, se pueden sacar ciertos paralelismos con la gráfica vista en el apartado anterior. Si se compara la gráfica de la fuerza de cierre con la presión en el punto de inyección (línea negra en la Fig. 4.2.2.1.) se observa que desde justo cuando en la gráfica de la presión, alcanza la fase de compactación y esta se vuelve constante, empieza a aumentar la fuerza de cierre de forma exponencial hasta alcanzar su valor máximo. Las fluctuaciones que sufre la fuerza de cierre durante el proceso de compactación, son fruto de la geometría de la pieza, ya que según las cavidades que tenga que llenar, la presión es mayor o menor.

A partir del segundo 20, termina la fase de compactación y la Fuerza de Cierre cae tenuemente hasta llegar a casi 0. La Fuerza de cierre máxima se sitúa en 90 Tn. Es una Fuerza relativamente baja que hará que inyectar con estas características sea más barato.

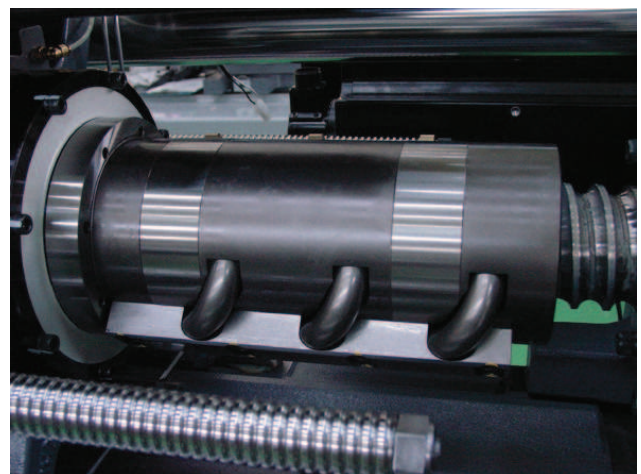


Figura 4.16. Pistón

4.2.3. Temperatura del flujo

El siguiente aspecto a tratar es la temperatura en el frente de flujo. Este diagrama muestra la temperatura que tiene la colada a su paso por las cavidades del molde. Es interesante estudiar este dato, ya que una diferencia pequeña entre el valor máximo y el mínimo va a propiciar que todas las partes de la pieza enfríen simultáneamente y por lo tanto no se produzcan defectos tales como partes de la pieza quemadas por fricción o contracciones volumétricas.

La diferencia entre temperaturas máxima y mínima del frente de flujo, depende en gran medida del tiempo de llenado del molde. A medida que se aumenta el tiempo de llenado, la temperatura mínima sufre un decremento mientras que la máxima tiende a aproximarse a la temperatura de inyección. Así pues, a más tiempo de llenado, mayor es la diferencia entre estos dos valores y más defectos se pueden esperar en la pieza.

Sin embargo, para tiempos de inyección muy largos, hay un punto a partir del cual sucede lo contrario y la temperatura mínima vuelve a aproximarse a los valores de inyección. Esto sucede por el hecho de que al inyectar tan despacio, la colada que entra llega a enfriarse y ofrece resistencia al paso de la colada que va después. Así, por fricción, la temperatura aumenta.

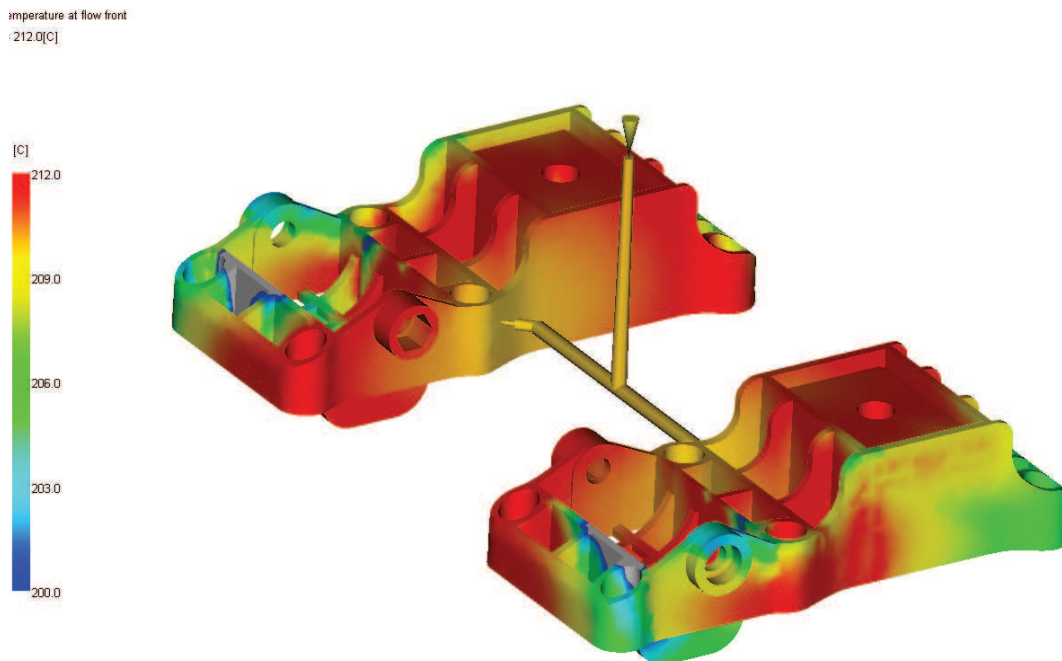


Figura 4.17. Temperatura del Frente de Flujo

En este caso, con 3.5 segundos de tiempo de inyección, se puede observar que la diferencia de temperaturas no es demasiado grande, tan sólo de unos 10° entre la máxima (rojos) y la mínima (azules). Esto es un indicativo de que los parámetros de inyección están bien configurados.

4.2.4. Tiempo de expulsión

El tiempo en alcanzar la temperatura de expulsión también es un dato interesante para estudiar. La temperatura de expulsión, la determina el proveedor del material y puede variar incluso para un mismo material dependiendo del dicho proveedor.

Este dato, evidentemente depende en gran parte de la temperatura a la que se inyecte el plástico. En este caso, tal y como se observa en la Figura, el tiempo en alcanzar dicha temperatura es de poco más de 30 segundos. El tiempo se contabiliza desde el momento en que acaba el llenado, por lo tanto para calcular el tiempo que abarca cada ciclo de inyección, a este valor habrá que sumarle los 3,5 segundos del llenado, la apertura y cerrado del molde y la expulsión de la pieza propiamente dicha. Como se puede observar, el punto que más tarda en alcanzar la temperatura es el cercano al punto de inyección, porque es el último sitio en el que entra material caliente, y porque justo en esa misma zona hay acumulación de material. Así pues, si los expulsores se sitúan en otros puntos de la pieza que ya están enfriados con antelación, se podría acortar ligeramente el tiempo de expulsión.

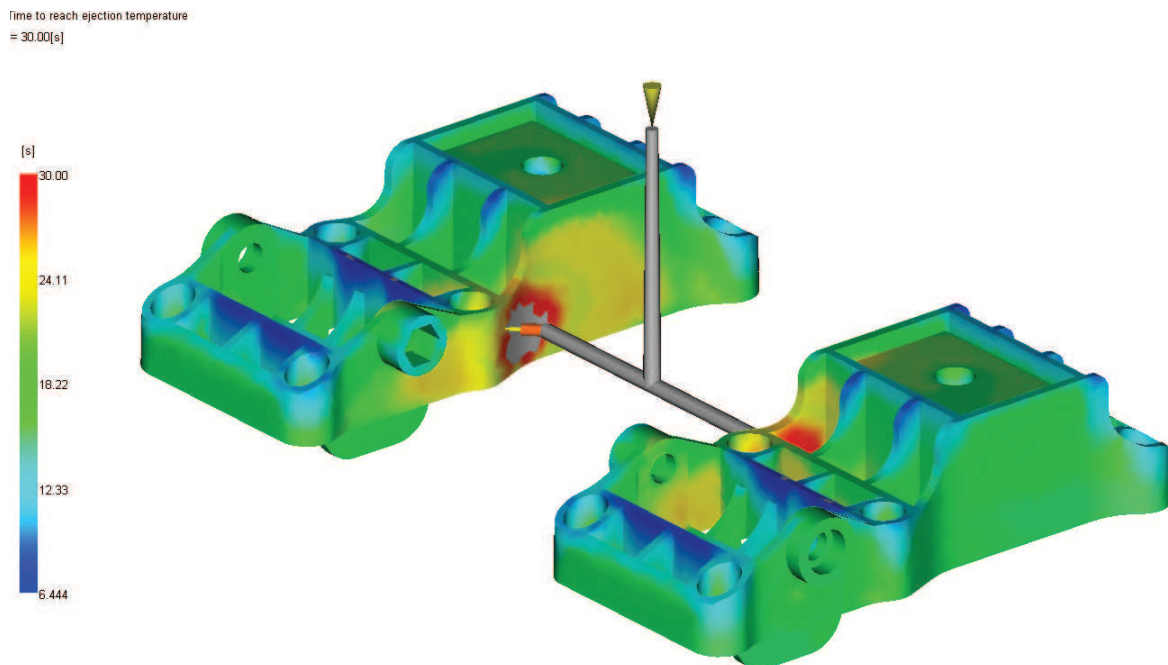


Figura 4.18. Tiempo de Expulsión

End of packing phase results summary :

Time at the end of packing	=	49.8185 s
Total weight (part + runners)	=	419.5399 g

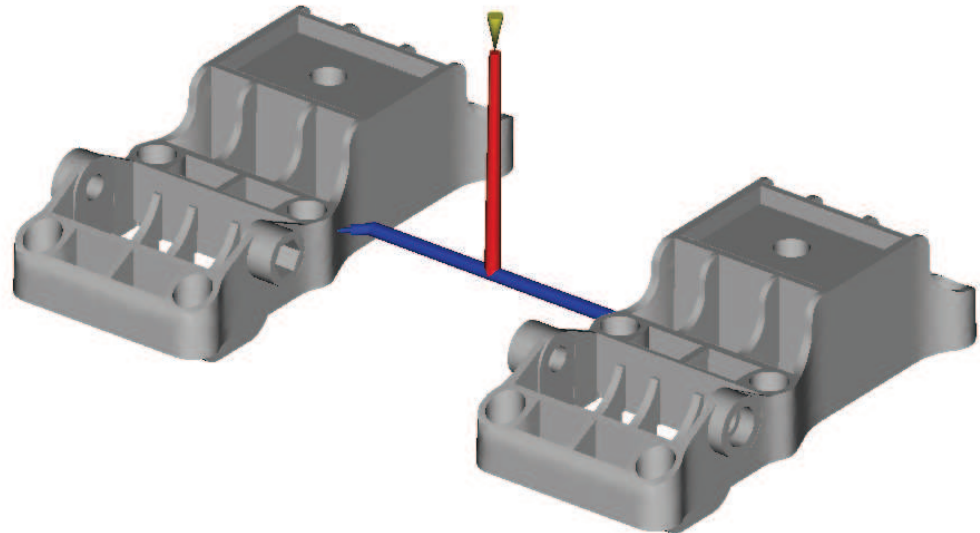
Figura 4.2.4.2. Datos Logs

Se ha podido extraer del Log de la simulación, el tiempo transcurrido desde el inicio del proceso hasta el final de la compactación. Como se puede leer más arriba, este tiempo es de 49.8 segundos, por lo que sería suficiente para alcanzar la temperatura de expulsión totalmente.

4.2.5. Flujo de la máquina

El flujo de la máquina o “throughput”, es el volumen de material que la máquina inyecta por los canales y las cavidades en un ciclo de inyección. Se suele medir en cm^3 , y es de vital importancia a la hora de seleccionar la máquina en la que se inyectará la pieza ya que si soy muy pequeñas tal vez no puedan meter todo el material que deberían a la velocidad adecuada. Como se puede leer en la leyenda, en este caso se han inyectado 680 cm^3 . dado que el ciclo de inyección de material en la pieza dura 4 segundos, el Caudal de PEHD que entra es de $170 \text{ cm}^3/\text{s}$.

Throughput
= $669.7 [\text{cm}^3]$



Total volume	=	477.0615 cm^3
Volume filled initially	=	0.0000 cm^3
Volume to be filled	=	477.0615 cm^3
Part volume to be filled	=	470.9632 cm^3
Sprue/runner/gate volume to be filled	=	6.0984 cm^3
Total projected area	=	258.3820 cm^2

Se comprueba que efectivamente, la máquina de 125 Tn puede aportar tal cantidad de flujo. Si se diera el caso en el que el caudal teórico de la máquina fuera inferior al que se muestra en el diagrama, habría que elegir una máquina de mayores características, que fuera capaz de satisfacerlo. De lo contrario la pieza no recibiría el material que debe y por tanto no tendría ni la forma ni las características que se esperan.

4.2.6. Defectos esperados

En el proceso de inyección, es ardua tarea diseñar una pieza que no tenga defectos de ningún tipo. En la gran mayoría de los productos fabricados por inyección, se pueden encontrar pequeñas marcas que nos indican cómo han sido fabricados o factores que podrían haber sido aplicados de otra forma. En este capítulo, se van a enunciar los problemas que podría presentar nuestro patín al ser inyectado desde un lateral del mismo por el método de canal frío.

El atrapamiento de aire sucede cuando frentes de flujos convergentes atrapan burbujas de aire. El aire atrapado puede causar llenado y compactación incompleta, y a menudo manchas en la superficie de la pieza. El aire atrapado en bolsas se puede comprimir, arder y causar marcas de quemaduras.

En los siguientes diagramas, se pueden observar áreas delimitadas por líneas moradas que representan los atrapamientos de aire. Estos atrapamientos pueden ser de diversa naturaleza, aunque algunos de los motivos por los que se producen pueden ser:

- Efecto "pista de carreras".
- Ralentización del flujo.
- Flujos no balanceados.
- Ventilación inadecuada.

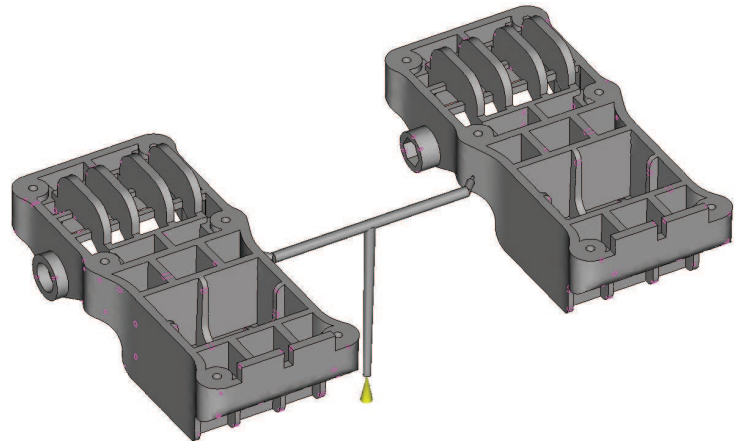


Figura 4.19. Atrapamientos de Aire Iso

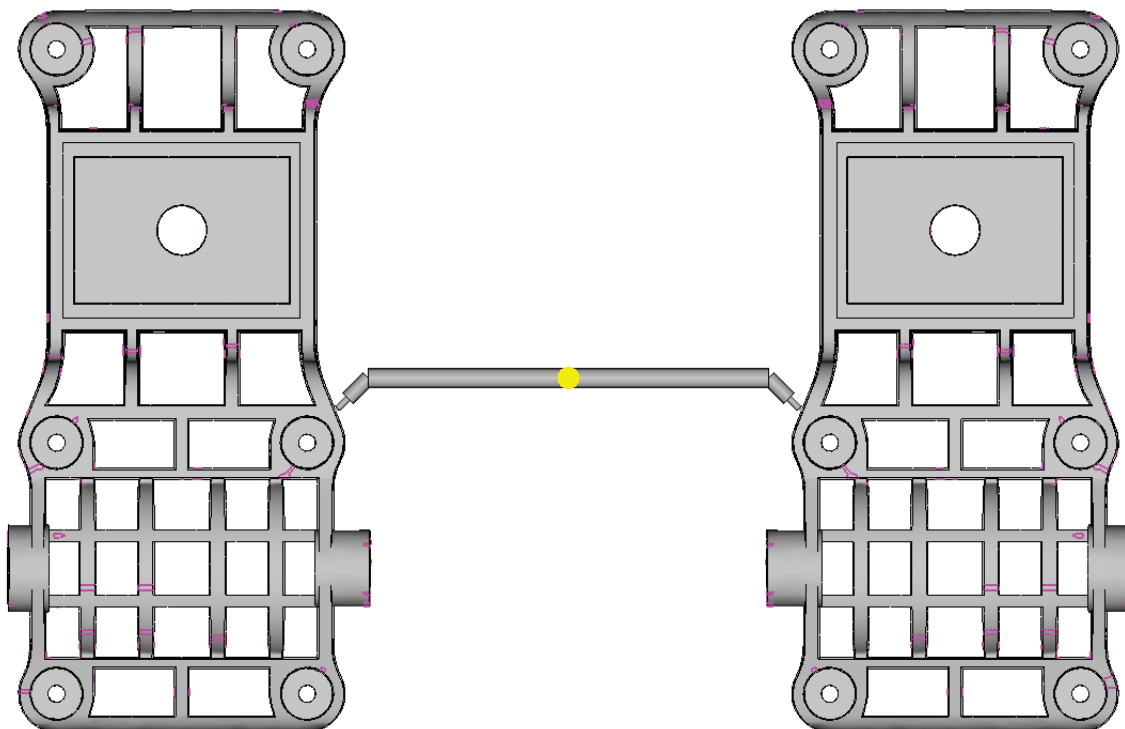


Figura 4.20. Atrapamientos de Aire Planta

Las líneas de unión son otro de los defectos esperados que puede sufrir el patín como consecuencia del tipo de inyección. Se producen cuando dos o más frentes de flujo se encuentran durante la fase de llenado del molde. Si los diferentes frentes de flujo se enfrían antes de encontrarse entonces no se fusionan bien y se crea una zona débil en la pieza. Puede aparecer una línea, una muesca y/o un cambio de color. A menudo se produce en la zona más alejada de la puerta de inyección.

Estas líneas de unión o de soldadura, no tienen excesiva relevancia en este proyecto, ya que se trata de una pieza que no va a tener una gran relevancia estética y que va a ser inyectada en un color oscuro. Sin embargo, estas líneas cobran importancia si se producen en zonas críticas del patín ya que pueden mermar la resistencia de las piezas. Las causas que pueden propiciar la aparición de este tipo de defectos superficiales son:

- Baja temperatura del molde causa la disolución incompleta del plástico.
- A menudo se produce alrededor de obstáculos.
- Mezclar espesores gruesos y finos provoca el corte del flujo.

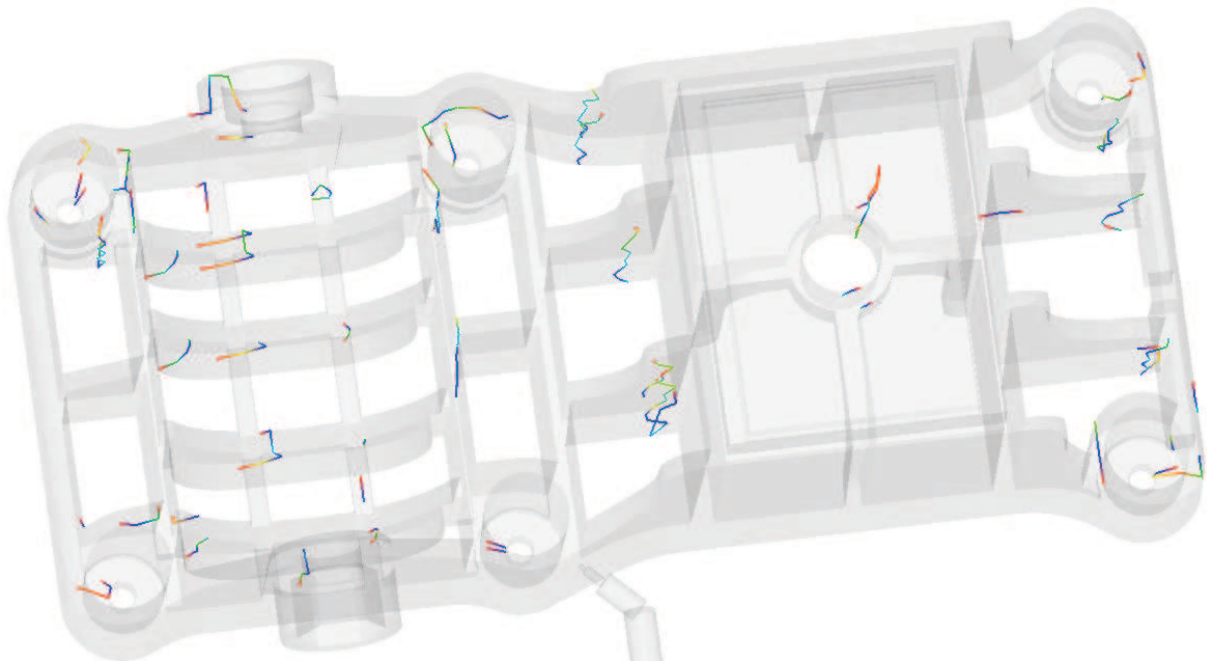


Figura 4.21. Líneas de Unión

La temperatura del molde se ha optimizado, por lo que las líneas no pueden ser causadas por la disolución incompleta del plástico. Además, la pieza presenta un espesor constante salvo en ciertos puntos concretos que se han redimensionado para conseguir una mayor resistencia.

En este caso, las líneas han sido producidas por los obstáculos que encuentra el flujo a su paso por las cavidades del molde. El hecho de inyectar por un lateral y teniendo en cuenta la geometría de la pieza, que tiene muchos nervios y rejillas, hace que en cada encuentro se produzcan líneas de unión.

La deformación de la pieza por contracciones volumétricas también es un factor importante a estudiar. Si la pieza necesita de un gran ajuste habrá que controlar el proceso, sobre todo la compactación y la temperatura para que al enfriar lo haga de forma lenta y uniforme. Su nombre en inglés es "Warpage" y denomina la deformación exagerada de la pieza que aparece en el momento de su expulsión del molde.

- Diferencia de temperatura entre la superficie y núcleo de la pieza.
- Diferencias de espesores en la pieza.
- Presión de inyección muy baja.
- Presión de compactación insuficiente.

En nuestro caso, los parámetros han sido optimizados correctamente y como se puede observar en el diagrama de deformación real, apenas se observan diferencias geométricas. Se ha ampliado x10 la deformación en la segunda imagen para que se pueda apreciar en que zonas se sufren pequeñas deformaciones.

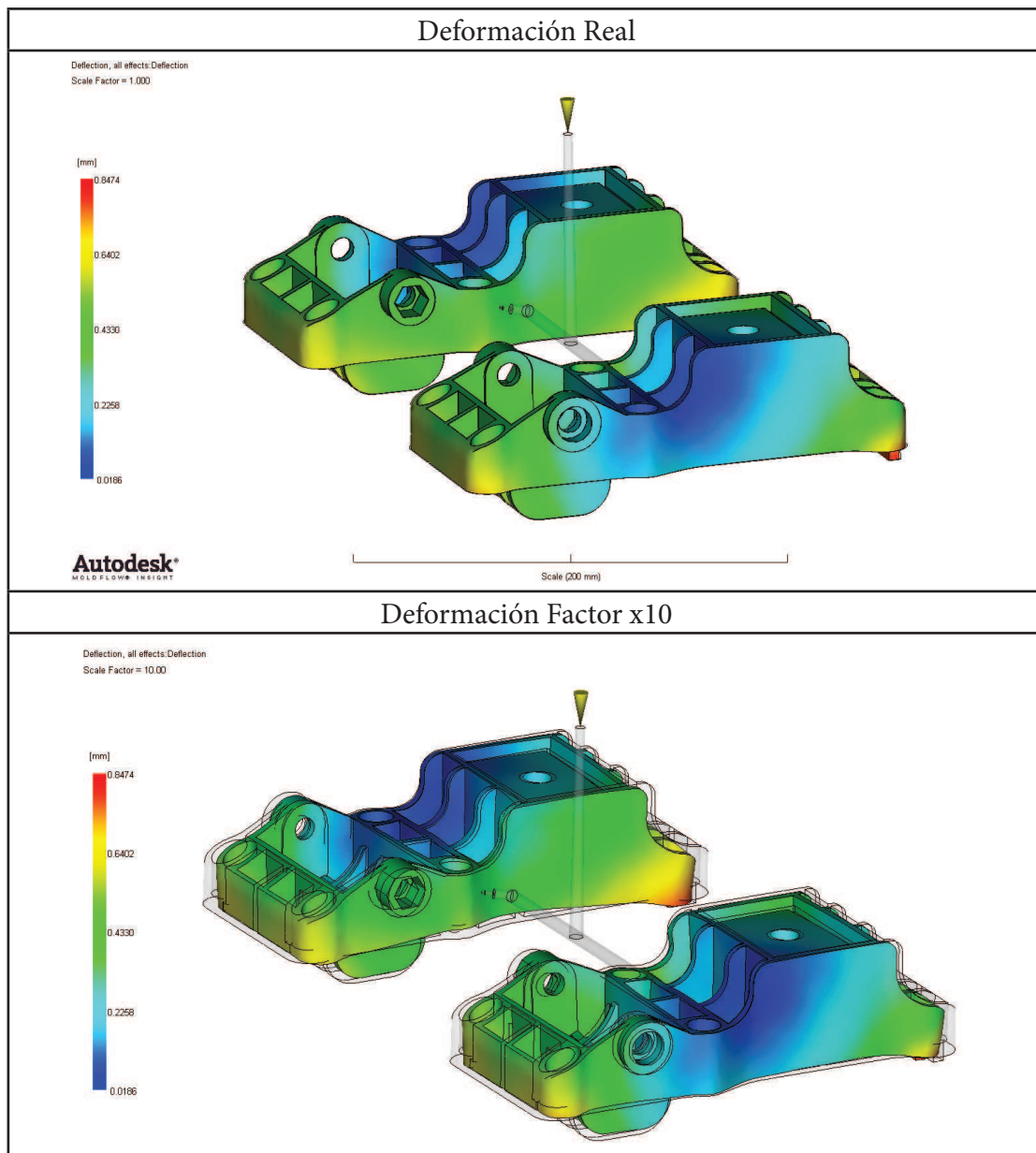


Figura 4.22. Deformación

Además de los defectos que se pueden esperar en la pieza durante el proceso de fabricación y que se ven reflejados en los análisis de Moldflow, existen otros que tan sólo se pueden detectar una vez inyectada la pieza. Por ello, antes de empezar la fabricación en serie, se deben hacer pruebas experimentales para determinar si la pieza presenta las características que se esperan de ella.. Un claro ejemplo de este tipo de defectos son las rebabas.

Una rebaba puede definirse como una fina capa de material que fluye fuera de la cavidad a través de la línea de partición del molde o de los alojamientos para expulsores, haciendo impresentable la pieza obtenida. Las posibles causas que pueden llevar a la formación de estos defectos son:

- Daños en la separación de las superficies de cierre del molde
- Molde demasiado caliente
- Presión de cierre insuficiente, superada por la Presión de Inyección
- Sobrecompresión del material
- Plástico fundido excesivamente caliente
- Presencia de humedad en la granza
- Impurezas en el material
- Mala calidad de precisión del molde.
- El plástico polimérico tiene una viscosidad muy baja.

Como se ha dicho antes, este tipo de defecto de fabricación, es en parte competencia de la persona que ha calculado los parámetros de inyección, y en parte de la persona encargada de fabricar los moldes. Así pues, a pesar de cerciorarnos de que los parámetros son los adecuados y que por ejemplo, no hay sobrecompresión del material, siempre puede haber un desajuste en el molde o humedad en la granza que hagan que las piezas salgan con este defecto que las inutilizan.

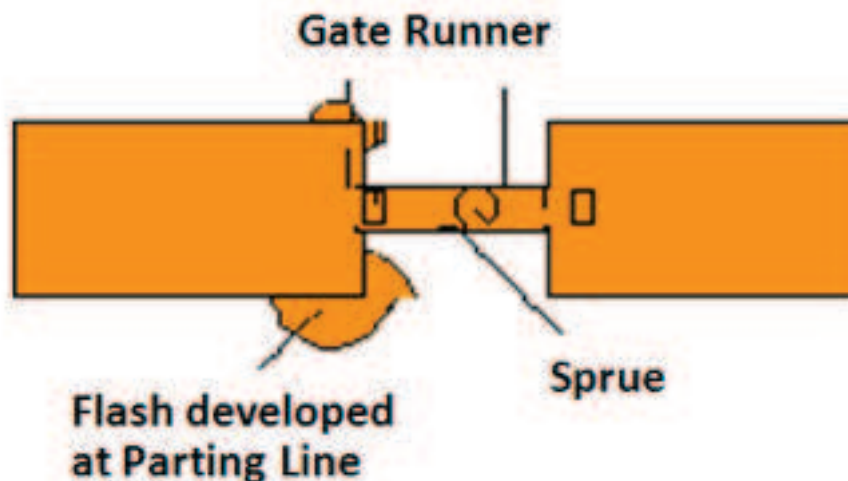
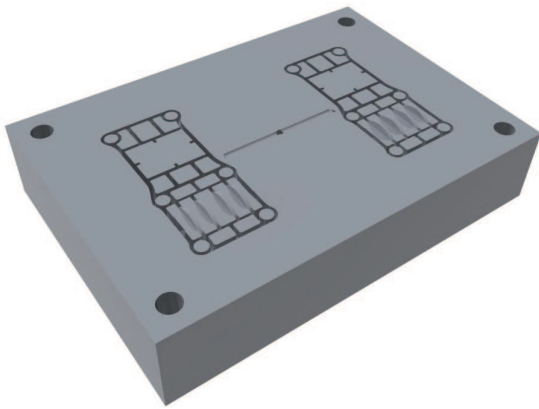


Figura 4.23. Esquema Rebaba

En la imagen se puede apreciar este tipo de defecto, denominado "Flash developed at Parting Line". Tal y como se ve, la colada por algún motivo de los antes descritos, sale del molde por la línea de partición. Cuando la pieza enfría y se expulsa, esta porción de material se encuentra unida al producto formado en la cavidad. Así pues, la pieza no se encontrará bien inyectada, porque le faltará material y no estará bien compactado. La pieza con este tipo de defectos son inútiles por lo que hay que controlarlo.

4.2.7. El Molde



Como ya es sabido, el patín será inyectado en un molde dos cavidades y por canal frío. Se han elaborado unos modelos a grandes rasgos de lo que podrían ser los moldes.

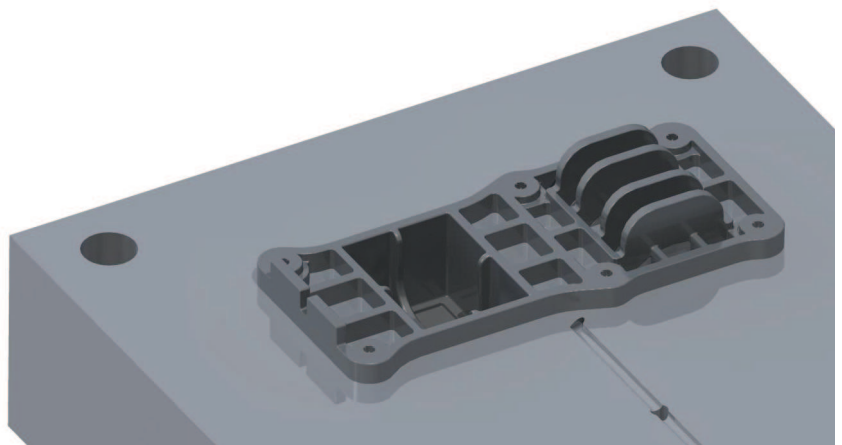
El molde estará fabricado en acero de alta calidad. Para fabricarlo, primero se ha de encargar un bloque de acero en bruto de las dimensiones adecuadas para que las columnas entren en la máquina en la que serán inyectadas las piezas y estas caigan dentro de las columnas. Posteriormente, se mecaniza la pieza con un robot y se le confiere el acabado que se considere.

El molde, supone una gran inversión para la empresa, por lo que hay que cerciorarse de que el modelo está definitivamente acabado y no tiene ningún problema cuando se encarga la fabricación. Un pequeño cambio en el molde a posteriori puede suponer un gran incremento en el coste del mismo.

Además, como ya se ha explicado, en este caso el molde precisará de contrasalidas. Las contrasalidas son partes móviles del molde que generan cavidades en la dirección contraria a la de expulsión.

Las contrasalidas siempre son un punto a evitar a la hora de diseñar piezas de plástico ya que pueden incrementar el coste del molde en un 0,3%.

En este caso, han sido inevitables, ya que el eje ha de ir perpendicular al resto de la estructura.



4.24. Pieza dentro de la cavidad

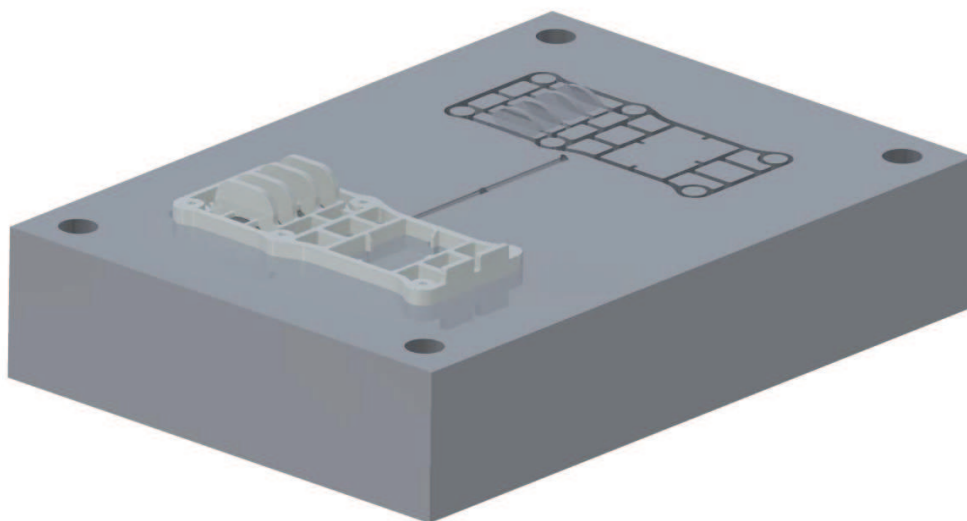


Figura 4.25. Molde con pieza

4.3. Presupuesto:

A continuación se va a hacer una valoración económica del patín para conocer cuánto costaría fabricarlo. En primer lugar, hay que diferenciar entre el patín y el subconjunto patín. Para conocer el precio del Subconjunto patín, primero se va a determinar el precio del patín propiamente dicho y después se calculará el precio de los otros componentes y de la mano de obra.

Para determinar el dinero que va a costar a la empresa fabricar cada pieza, hay que estudiarla desde tres ámbitos.

- El material
- La maquinaria
- El molde

En primer lugar, cabe hacer una estimación del número de patines que van a ser necesarios fabricar. Como se ha dicho en la introducción de este proyecto en la justificación del proceso de inyección, se estima que se van a vender entre 2500 y 4000 contenedores por año. Como ya es sabido, cada contenedor monta cuatro patines, por lo que se fabricarán entre 10.000 y 16.000 patines. Esta estimaciones, no incluyen posibles patines que rompan en los contenedores actuales y que se puedan sustituir por estos patines, por lo que la cifra podría ser incluso mayor. Claro que esto es una estimación.

Dado que la pieza no se fabrica con fines comerciales y por tanto no se va a vender a ninguna empresa ni particular, no se va a obtener beneficio de la fabricación. Abaratar la fabricación significa minimizar la inversión.

4.3.1. El material

Se inyectará en PEHD, que es un plástico del grupo de los "Comodities", por especificaciones de la empresa. Mirando en la tabla de valores del material (Kazmer 2006), el material en cuestión, tiene un precio de 1.7 \$/Kg, lo que supone aproximadamente 1.25 €/Kg.

€ pieza = €/kg de materia prima x kg de la pieza

Patín: 1.25 €/kg x 0,2 kg = **0,25 € cuesta cada patín aproximadamente.**



Figura 4.26. Icono PEHD

4.3.2. La Maquinaria

Para calcular el precio de máquina de una pieza se debe tener en cuenta: el tiempo de ciclo, la fuerza de cierre de la máquina de inyección, el precio/hora de la misma y el número de cavidades del molde. Como todos estos parámetros ya son conocidos, sólo queda elegir la inyectora que cumpla los requisitos.

El tiempo de ciclo de cada de las piezas se obtiene a partir de la simulación, donde se debe tener en cuenta el tiempo de llenado, tiempo de compactación y tiempo de refrigeración. En el caso de que el molde tenga más de una cavidad, es decir se puedan inyectar dos o más piezas a la vez, el tiempo de ciclo por pieza, será el resultado de dividir el tiempo de ciclo entre el número de cavidades. En este caso el número de cavidades puede ser dos o cuatro, el tiempo de ciclo por pieza será es el resultado obtenido en el simulador dividido por dos o por cuatro según sea el caso.

Con respecto a la fuerza de cierre, también se obtiene a partir de la simulación. Teniendo como referencia esta fuerza de cierre se elegirá la máquina inyectora adecuada. Una vez elegida la máquina se deberá comprobar que el molde de la pieza a inyectar cabe entre las columnas de la máquina seleccionada y en caso contrario se deberá de seleccionar una máquina superior, capaz de albergar el molde. Para seleccionar las máquinas de inyección se ha utilizado el catálogo de Mateu & Solé.

Recordando la máxima fuerza de cierre necesaria para inyectar las dos piezas estudiadas, y de acuerdo con el catálogo mencionado, se concretan la máquina necesaria:

Fuerza de cierre necesaria 96,42 Tn. Dado que la máquina de 100 Tn resultaría demasiado ajustada, se tomará la máquina de 125 Tn. Se verifica que por el tamaño de la pieza, el molde cabe entre las columnas de la máquina.

Cada Hora tiene 3600 segundos

El ciclo de inyección es de 48 segundos, y el molde tiene dos cavidades por lo que tarda 24 s/ pieza

Se fabricarán unas 150 piezas por hora.

La máquina de 125 Tn utilizada para fabricar esta pieza tienen una tasa horaria de aproximadamente 12 €, ya que a pesar de ser una fuerza de cierre muy baja, el hecho de ser tan baja hace que haya pocas máquinas disponibles para llevar a cabo el trabajo, lo que hace que el precio se incremente. El precio por pieza queda en 0.078 € en lo que a coste de Maquinaria se refiere.



Figura 4.27. Inyectora

4.3.3. El Molde

El coste del molde es el único factor que no se ha cuantificado anteriormente. Para simplificar el proceso de presupuestar, se divide el coste del utillaje en tres subapartados.

- Coste de Placas Figura
- Coste de estructura Molde
- Factor Complejidad

Para los dos primeros, se considerará el peso de material metálico como elemento principal, si bien se corregirá en las placas de figura por un factor de complejidad de pieza.

Coste de las placas de figura

Coste placas de figura = 18€/kg (acero con un coste estimado de mecanizado) x Factor de complejidad

Las placas de figura tienen unas dimensiones aproximadas de 500 x 350 x 100 mm cada una.

Lo que hace un volumen total de 0,0175 m³. Sumando las dos placas 0,035 m³.

Puesto que la densidad del Acero es de 7.850 kg/m³, el peso de ambas placas será de 275 Kg.

Cada Kg de acero cuesta 18 €. Por lo tanto las Placas de figura tendrán un coste aproximado de 5000 €.

Factor de complejidad = volumen de la pieza real / area proyectada x espesor medio pieza

El Volumen de la pieza lo obtenemos gracias a Moldflow, 235 cm³.

El área proyectada es la resultante de multiplicar las cotas de gálibo del patín (215,5 x 108,7 mm)

Factor de complejidad = 235/(21,55*10,87)*0,4= 2,5

TOTAL: 5000 * 2,5 = 12.500 €

Coste de la Estructura del Molde

Coste placas de portamolde= 6€/kg (acero menor calidad, menor complejidad de mecanizado)

Se estima que placas de amarre, expulsión, separadores, sufrideras y demás componentes que forman parte de la estructura del molde, puede llegar a pesar del orden de 150 Kg.

Cada Kg de este acero cuesta 6 €, por lo que la estructura del molde podría venir a costar 900 €

Factor Complejidad

¿Cómo es el molde de complejo? ¿lleva trabajos de ajuste? ¿lleva cámara caliente? ¿contrasalidas?

- Con contrasalidas externas: +0.3 (30%)

TOTAL:

Coste utillaje = (coste placas figura + coste estructura molde) x factor complejidad

Coste utillaje = (12500 + 900) * 1.3

Coste utillaje = 17.500 € vendría a costar el Molde según esta estimación.

4.3.4. Coste Patín

Como se ha dicho antes, la demanda estimada de contenedores está en torno a 2500 y 4000 contenedores por año. Como cada contenedor lleva cuatro patines, estaríamos moviéndonos dentro del rango de los 10.000 a los 16.000 patines por año. El contenedor actual lleva en el mercado desde 2002, por lo que ha tenido una vida de 10 años. Se estima que el contenedor actual va a tener una vida comercial similar.

Se va a tomar un valor pesimista para hacer la estimación. Si se fabrican 10.000 patines en un año, en 10 años, serán 100.000.

- Precio del Material por patín: 0,25€
- Precio de la maquinaria por patín: 0,078 €

Como se ha dicho, Se espera que el producto esté fabricándose durante unos 10 años, por lo que el precio del molde, deberá dividirse entre los patines fabricados en ese tiempo. Si estimamos que las piezas que se van a fabricar a lo largo de 10 años son 100.000 patines y como se ha dicho, el molde costará 17.500 €, el precio por patín sería de 0,175 €/patín.

Con todo esto, fabricar un patín supondrá a Contener 0.5 €. A lo que habrá que sumarle el coste de los componentes que conforman el patín y que se han descrito anteriormente.

4.3.5. Subconjunto Patín

Como se ha dicho anteriormente, hay que diferenciar el precio del patín como pieza y como subconjunto. Para calcular el precio del subconjunto, habrá que hacer un desglose de las piezas con su precio correspondiente, sumarle el coste de ensamblaje, de transporte e incluso pluses como el Beneficio Industrial.

En primer lugar se va a estimar el coste de los componentes del subconjunto.

Subconjunto Patín:

- Rodillo: 0,2 €/pieza
- Goma: 0,12 €/pieza
- Tornillo (x4): 0.04 €/pieza
- Eje + Tuerca: 0,15 €/pieza

En total, el precio del Subconjunto patín asciende a 1.15 €/patín

En cuanto a los demás gastos se va a hacer una estimación a grandes rasgos. Se entiende que para ensamblar el patín va a hacer falta un operario entero y otro que ayude, ya que son varias piezas a ensamblar. Se estima un sueldo de 18 €/h de uno y 9 €/h del otro. En total en operarios serán 27 €/h. Se fabrican 150 piezas/h por lo que el cada pieza en lo referente a operarios aumentará en 0,18 €.

De transporte se estima un 0,02 €/pieza, ya que es un trayecto corto y en un viaje se pueden enviar del orden de 1000 patines.

Con todo esto tenemos que el Subconjunto patín cuesta: $1.15 + 0,18 + 0,02 = 1.35$ €/Subconjunto

A este precio habrá que sumarle el Overhead (25%) y el Beneficio Industrial (15%)

Finalmente, el precio del patín para Contener es de aproximadamente 2 €.

5. CONCLUSIONES

En este capítulo se van a enumerar las conclusiones obtenidas de este Trabajo Fin de Grado, en el que se ha trabajado en el Subconjunto patín, englobado en un gran proyecto de diseño de un nuevo contenedor de carga lateral.

Como conclusión general, se puede decir que se han logrado alcanzar los objetivos presentados en el capítulo 1, que pretendían llegar a un diseño del patín que redujera el número de componentes y de material sin mermar la resistencia. Ahora el patín queda totalmente escondido debajo del contenedor sin condicionar su estética. Se ha conseguido también que el patín apile con otros para optimizar los envíos.

Todo esto, se ha llevado a cabo cumpliendo una normativa y bajo los condicionantes que la empresa había impuesto, como un material y un proceso de fabricación determinados, el hecho de que el nuevo diseño monte los mismos componentes que el patín actual, la posibilidad de que el nuevo patín monte en el contenedor actual, o que encaje en los mismos alojamientos que las ruedas de contenedores de carga trasera.

El último modelo que se muestra en este documento, es el que ha aprobado CONTENUR como definitivo. Como se puede observar a lo largo del desarrollo formal y funcional, se han tenido que incluir nuevas modificaciones tal y como surgían por petición de la empresa.

En cuanto a la parte de fabricación, se ha tomado la determinación de fabricar el molde con dos cavidades por una serie de razones argumentadas. Esto, no es concluyente, ya que depende totalmente de la valoración que se haya asignado a cada apartado. Por tanto, si la empresa desde la experiencia y con datos que nosotros no poseemos, creen conveniente diseñar el molde con otra configuración, sin lugar a dudas, lo harán.

Para facilitar la labor y hacerla más precisa, se han utilizado las herramientas informáticas ProEngineer (Diseño 3D) y Moldflow (simulación de inyección).

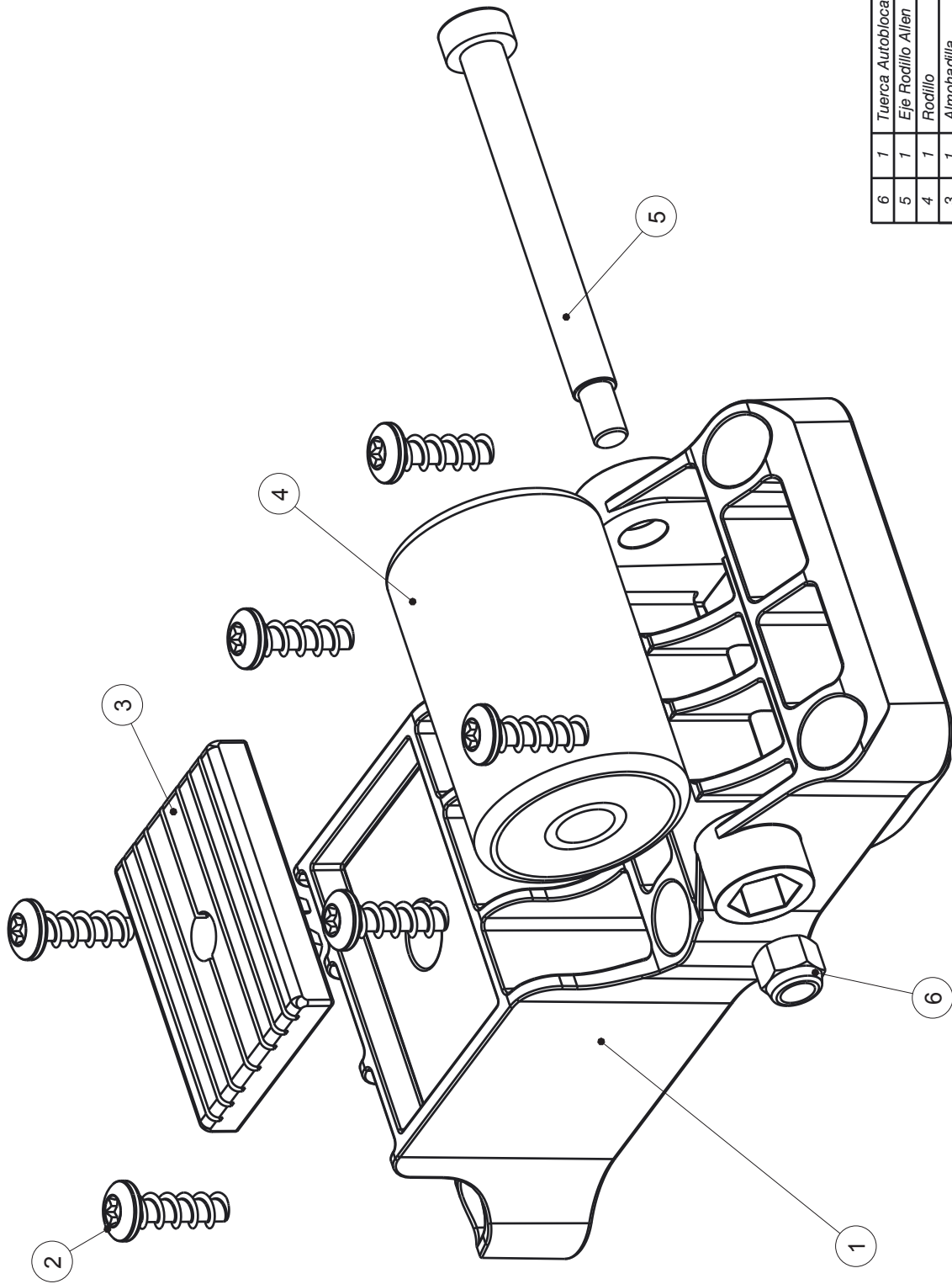
Se ha elaborado también un presupuesto para la empresa. Como ya se ha dicho, es orientativo, apuntando el orden de magnitud esperable para este conjunto. No obstante, se ha procurado hacer una aproximación lo más real posible.


Finalmente, indicar que el autor de este trabajo ha colaborado en el desarrollo de otros componentes de los nuevos conjuntos de carga lateral durante casi un año, participando de un proyecto industrial e integrado en un grupo de trabajo en contacto continuo con la empresa, lo que le ha supuesto un bagaje adicional de habilidades y conocimientos para su desempeño profesional futuro.

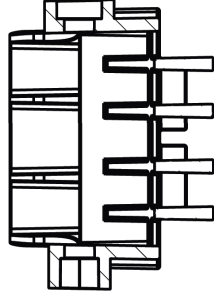
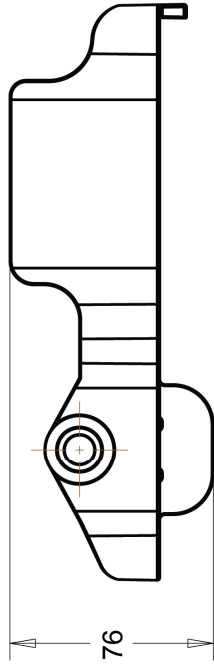
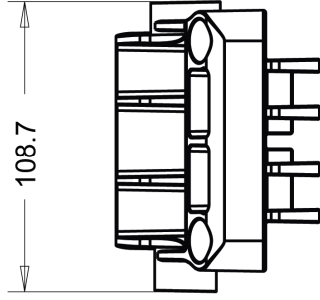
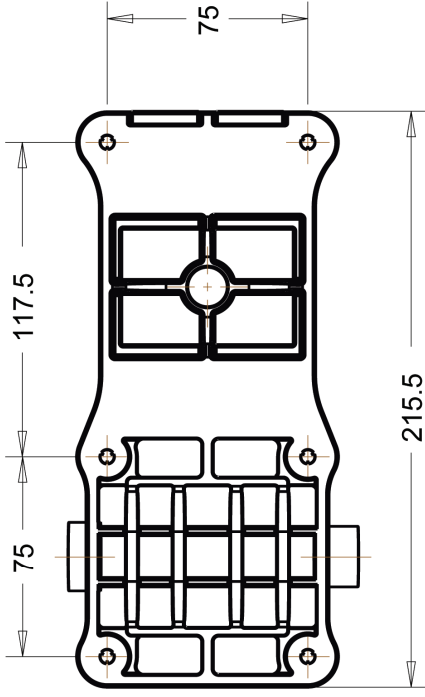
6. Bibliografía

- [1] Jorge Aísa, Carlos Javierre, José Antonio De La Serna Diseño. Industrialización y ensayo de grandes contenedores de residuos sólidos urbanos. 2004.
- [2] www.contenur.com
- [3] www.rosroca.com
- [4] www.formatoverde.es
- [5] www.plasticomnium-medioambiente.com/
- [6] www.jcoplastic.com/
- [7] www.mmm-sanimobel.com/
- [8] www.spsigma.com/
- [9] www.alquienvas.com/
- [10] www.otto-es.com/
- [11] M. Menges, How to Make Injection Molds, 2nd ed., Hanser Publishers, Munich, 1993.
- [12] David O. Kazme, Injection mold design engineering, Hanser Publishers, Munich, 2007.
- [13] Charles L. Tucker, Computer modelling for polymer processing, Hanser Gardner Publications, Munich, 1989.
- [14] P. Kennedy, Flow analysis of injection molds, Hanser Publishers, Munich, 1995.
- [15] J. Aísa, C. Javierre, J.A. De la Serna, J Castany. The CONTENUR 2400l waste container product: an example of CAE in injection plastic design. 2005 ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition November 5-11, Orlando, Florida USA.
- [16] Elodie Bugnicourt, Vanesa Ruiz, Oana Ghita, Raquel Ventura. Revista de plásticos modernos: Ciencia y tecnología de polímeros, ISSN 0034-8708, N°. 660, 2011 , págs. 117-120.
- [17] Angel Fernández Cuello, J. Aísa, Javier Castany Valeri. Revista de plásticos modernos: Ciencia y tecnología de polímeros, ISSN 0034-8708, N°. 581, 2004 , págs. 463-471.
- [18] C. Javierre, I. Clavería, L. Ponz, J. Aísa, A. Fernández. Influence of the recycled material percentage on therheological behaviour of HDPE for injection moulding process. Science Direct waste management 27 (2007) 656-663.
- [19] Hamdy Hassan, Nicolas Regnier, Cédric Le Bot, Guy Defaye. 3D study of cooling system effect on the heat transfer during polymer injection molding. International Journal of Thermal Sciences Volume 49, Issue 1, January 2010, Pages 161-169.

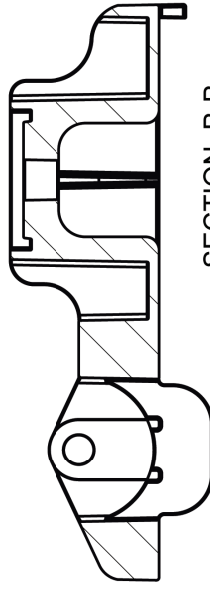
7. Planos



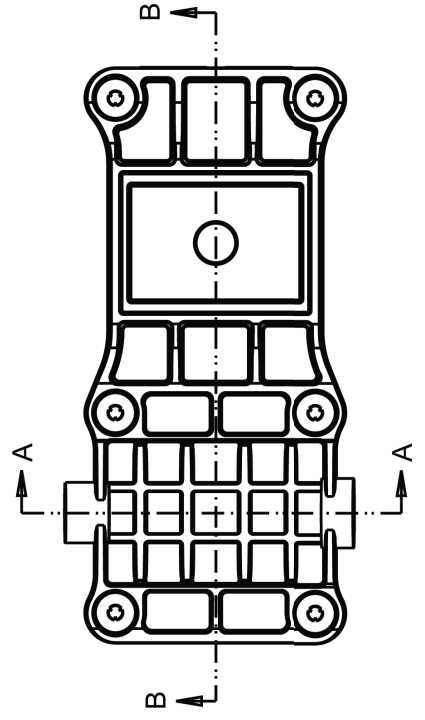
6	1	Tuerca Autoblocante	DIN 985	m8
5	1	Eje Rodillo Allen	F1120 Bicromatado	
4	1	Rodillo		HDPE
3	1	Almohadilla		Goma
2	6	Tornillo autorroscante c. hexagonal	DIN 7976	Ø 7 X 45
1	1	Patín		HDPE
Marca	Num	Nombre	Norma	Anotaciones
		Autor	Fecha	Firma:
Dibujado		Carlos Urchaga Bernad	06-02-2013	
Comprobado		Carlos Urchaga Bernad	06-02-2013	
Escala:		1:1		
PLANO DE CONJUNTO		UNIZAR		
		Nº conjunto: 3.00		
		Nº plano: 3.01		




SECTION A-A



SECTION B-B



Ángulo de Desmoldeo: 1°
 Espesor: 4 mm.

1	1	Patín		HDPE
Marca	Num	Nombre	Norma	Anotaciones
		Autor	Fecha	Firma:
Dibujado		Carlos Urchaga Bernad	06-02-2013	
Comprobado		Carlos Urchaga Bernad	06-02-2013	
Escala:				
1:2		PATIN		UNIZAR
				Nº conjunto: 3.00
				Nº plano: 3.02