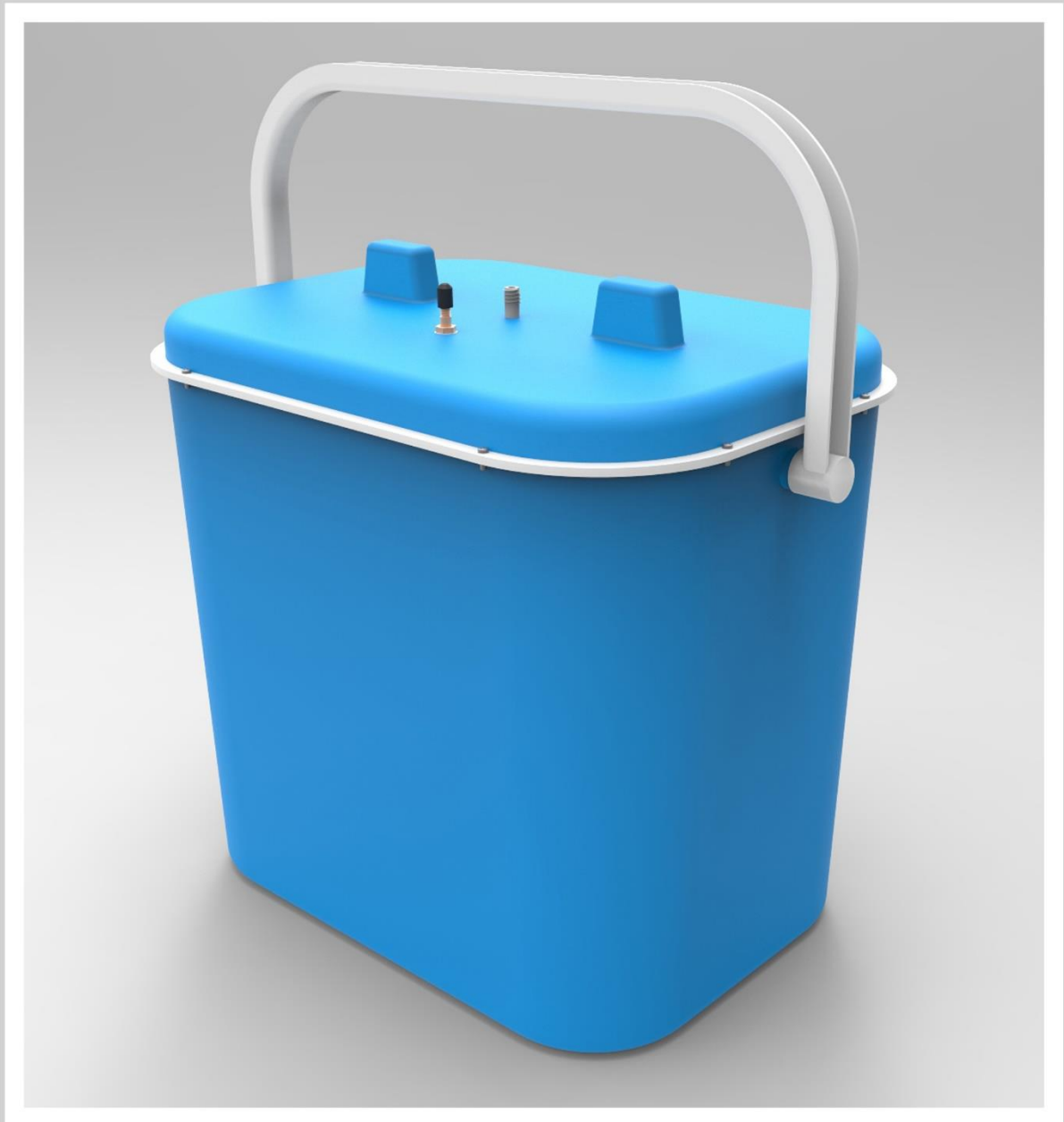


# Sistema portátil para la conservación de productos perecederos mediante vacío.

Trabajo de final de grado.

Septiembre 2017



Autor: Ion Solonari

Tutor : Julio Serrano Mira

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos



## Índice general.

1. Memoria.....	8
1.1 Objeto.....	8
1.2 Alcance.....	9
1.3 Antecedentes.....	9
1.4 Normas y Referencias.....	11
1.5 Requisitos de diseño.....	15
1.6 Estudio ergonómico.....	25
1.7 Resultados finales.....	26
1.8 Resultados cálculos estructurales.....	34
1.9 Coste del proyecto.....	36
Anexo 1: Búsqueda de información.....	42
1.1 Breve repaso de la historia de la conservación de los alimentos.....	42
1.2 Productos antecedentes.....	45
1.3 Patentes.....	49
Anexo 2: Diseño Conceptual.....	54
2.1 Estudio de las expectativas.....	54
2.2 Conocimiento del problema.....	54
2.3 Definición del nivel de generalidad.....	55
2.4 Definición de objetivos.....	55
2.5 Análisis de objetivos.....	63
2.6 Obtención de nuevas soluciones.....	74
2.7 Obtención sistemática de soluciones.....	80
2.8 Evaluación de objetivos.....	84
2.9 Cuestionarios utilizados.....	89
Anexo 3: Consideraciones ergonómicas.....	93
3.1 Aspectos antropométricos a atender.....	93
3.2 Dimensionado del objeto.....	96
Anexo 4. Cálculos estructurales.....	99
4.1 Determinación de la cantidad de nervios a utilizar en la pared frontal.....	99
4.2 Determinación de la cantidad de nervios a utilizar en la pared lateral.....	109
4.3 Calculo de la fuerza necesaria para cerrar la tapa.....	117
4.4 Aseguramiento de la hermeticidad.....	125
4.5 Dimensionado de los entrantes de la tapa roscada.....	128

4.6 Dimensionado del grosor de las paredes de los salientes de apoyo para el asa.....	130
4.7 Calculo del área de esfuerzo a tensión de los tornillos de la unión fija desmontable.....	132
4.8 Calculo del área de esfuerzo a tensión de los tornillos que unen la rosca PTFE al cuerpo principal.....	134
Anexo 5. Hojas de cálculo.....	136
Anexo 6. Abreviaturas.....	163
3. Planos.....	165
3.1 Plano de conjunto.....	167
3.2 Ensamblaje.....	168
3.3 Subensamblaje cámara.....	169
3.4 Subensamblaje tapa.....	170
3.5 Subensamblaje plato.....	171
3.6 Carcasa.....	172
3.7 EPS cámara.....	173
3.8 Cámara.....	174
3.9 Tapa interior.....	175
3.10 EPS tapa.....	176
3.11 Carcasa tapa.....	177
3.12 Plato.....	178
3.13 Eps plato.....	179
3.14 Plato superior.....	180
3.15 Rosca PTFE.....	181
3.16 Asa.....	182
3.17 Tapón.....	183
4. Pliego de Condiciones.....	186
4.1 Alcance del pliego de condiciones.....	186
4.2 Componentes.....	186
4.3 Especificaciones y calidades de los materiales.....	190
4.4 Proceso de fabricación.....	193
4.5 Determinación de la máquina inyectora.....	194
4.6 Determinación del método de fabricación de las piezas de EPS.....	205
4.7 Determinación del método de fabricación de la pieza de PTFE.....	206
4.8 Proceso de Ensamblaje.....	206
4.9 Consideraciones de diseño aplicables.....	208



4.10 Normativa consultada.....	209
5. Estado de mediciones .....	218
5.1 Listado de piezas.....	218
5.2 Peso de los componentes. ....	221
5.3 Tiempo de fabricación de las piezas. ....	222
5.4 Tiempo de ensamblaje del conjunto.....	228
6. Presupuesto .....	234
6.1 Coste de las piezas comerciales.....	234
6.2 Coste materia prima. ....	235
6.3 Coste de los moldes.....	236
6.4 Costes operarios. ....	237
6.5 Costes unitarios finales. ....	238
6.6 Coste final del producto.....	239

# Sistema portátil para la conservación de productos perecederos mediante vacío.

Trabajo de final de grado.

Septiembre 2017

## Memoria

Autor: Ion Solonari

Tutor : Julio Serrano Mira

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos



## Índice memoria.

1. Memoria.....	8
1.1 Objeto.....	8
1.2 Alcance.....	9
1.3 Antecedentes.....	9
1.4 Normas y Referencias.....	11
1.4.1 Patentes.....	11
1.4.2 Normas.....	12
1.4.3 Bibliografía.....	14
1.4.4 Programas utilizados.....	14
1.4.5 Plan de gestión de la calidad.....	15
1.5 Requisitos de diseño.....	15
1.5.1 Definición del problema.....	15
1.5.2 Obtención de objetivos.....	16
1.5.3 Obtención de soluciones.....	19
1.5.4 Obtención de todas las posibles alternativas.....	20
1.5.5 Análisis de soluciones.....	22
1.6 Estudio ergonómico.....	25
1.7 Resultados finales.....	26
1.7.1 Descripción general del producto.....	26
1.7.2 Proceso de fabricación.....	26
1.7.3 Dimensiones generales y materiales.....	26
1.7.4 Cuadro de Piezas.....	27
1.7.5 Proceso de ensamblaje.....	29
1.7.6 Renders del producto.....	31
1.8 Resultados cálculos estructurales.....	34
1.9 Coste del proyecto.....	36

# 1. Memoria

---

## 1.1 Objeto.

El presente proyecto tiene por objeto el diseño de una nevera portátil, sin atributos eléctricos o electrónicos, que permita la conservación de objetos perecederos durante un intervalo de tiempo más largo que las neveras normales, gracias a la sustitución de los materiales con los que se conforma y la incorporación de nuevas posibilidades funcionales.

Las neveras portátiles de camping o playa permiten la conservación de los objetos perecederos en el interior depositados durante un intervalo de tiempo relativamente corto mediante el uso de hielo o geles de congelación. Estas neveras tradicionales presentan una serie de características que se quiere mejorar con un nuevo diseño. Los problemas son:

- Materiales pobres en cuanto a aislamiento térmico.
- Ausencia de materiales aislantes entre la pared exterior e interior.
- Cierre deficiente.

Con la intención de crear un producto de esta clase que sea mejor en cuanto a la capacidad de conservación que proporciona, se va a dotar de las siguientes características:

- Utilización de materiales térmicamente aislantes. Se utiliza como material principal el ABS que presenta un coeficiente de conductividad térmica baja, superado solo por algunos polímeros como Polietileno, Poliestireno y Polipropileno.
- Además, se utiliza el Poliestireno Expandido como material aislante y de relleno entre la pared exterior e interior de la nevera. El EPS tiene un coeficiente de conductividad térmica muy reducido.  
Esta combinación de materiales dificultará la transferencia de energía calorífica por conducción
- Incorporación de un sistema de vaciado manual. La nevera portátil tendrá la opción de extraer el aire del interior de esta cuando se desee utilizando una bomba de vaciado manual y una válvula antirretorno.
- Utilización de juntas de caucho nitrilo (NBR). Estas juntas se utilizarán entre piezas con unión desmontable para evitar la entrada de aire desde el exterior hacia el interior de la nevera. De esta forma se dificulta la transferencia de energía calorífica por convección.
- Finalmente, el exterior de la nevera portátil será acabado en un color reflectante como el cromo o con cargas reflectantes en el material cuya función principal será dificultar la transferencia de calor por radiación en la medida de lo posible.

Para terminar, queda decir que se trata de una nevera portátil para ser utilizada durante estancias de camping o viajes de un tiempo superior a un día que permita una conservación óptima de alimentos como frutas, carnes y quesos.

## 1.2 Alcance.

El desarrollo de este proyecto pasará por distintas fases como:

- 1- Estudio de las necesidades del usuario.
- 2- Estudio del mercado.
- 3- Estudio de patentes, normas y productos similares ya existentes en el mercado.
- 4- Diseño conceptual y diseños alternativos.
- 5- Evaluación de diseños mediante DATUM y Objetivos Ponderados.
- 6- Diseño preliminar.
- 7- Encuesta al público.
- 8- Diseño de detalle.
- 9- Cálculos estructurales.
- 10- Determinación de materiales.
- 11- Estudio de procesos de fabricación.
- 12- Cálculo de los tiempos de ensamblaje y fabricación.
- 13- Costes de materiales, operarios y moldes.
- 14- Coste total proyecto, previsión de ventas, coste unitario y P.V.P

Cabe señalar que los elementos comerciales, es decir, aquellos que se adquieren, presentes en el proyecto, no se van representar en los planos del producto. Estos son simplemente elementos funcionales que se añaden al producto y no se tiene en cuenta su fabricación.

No se realiza tampoco un estudio de las ventajas térmicas que aporta el producto debido a la falta de conocimientos.

La bomba de vacío manual, no se incluye en el diseño del producto. Se trata de otro producto comercial presente en el mercado que simplemente se adquiere de un proveedor para ser luego incorporado con el producto.

## 1.3 Antecedentes.

Después de realizar un estudio de los productos similares ya presentes en el mercado, se destacan los siguientes:

### Nevera Ice Fresh compact.



Descripción: Nevera portátil concebida para mantener refrescos y alimentos en estado óptimo durante 11 horas aproximadamente. Esta ventaja es proporcionada gracias a la utilización del nuevo tejido FRESH compuesto de una espuma autoinflable y un tejido con revestimiento plateado en el interior que garantiza un aumento de temperatura de los 5 a 15 grados centígrados en 11 horas.

Proporcionan un volumen de 25 litros y no se utilizan geles de congelación en estas.

1. Ice Fresh Compact

Precio: 44,90 euros

**Neveras de Camping.**



Descripción: Se trata de las típicas neveras presentes en la mayoría de los hogares. Utilizadas mayoritariamente para el depositado de refrescos, así como productos perecederos alimenticios. Los materiales empleados en su construcción son polímeros de baja conductividad térmica.

Pueden incluir geles de congelación utilizados para reducir la temperatura de la cámara interior de la nevera y alargar de esta manera el tiempo de conservación.

2. Nevera de camping

Precio: 10 – 25 euros.

**Nevera portátil.**



Descripción: neveras portátiles que necesitan una conexión a una fuente de alimentación para poder desarrollar correctamente su función. Algunas disponen de batería para poder trabajar durante un tiempo relativamente corto sin necesidad de estar conectada a una fuente de alimentación.

Su capacidad suele rondar entre los 20 – 30 litros y requieren de una conexión de coche de 12A/230V.

3. Nevera portátil

Precio: de 70 a 150 euros.

**Nevera portátil (con funciones extra).**



Descripción: En este caso, de la misma forma que en el caso anterior, tenemos una nevera portátil que hace la función de refrigerador con batería incorporada. Además, incorpora otras funciones como la posibilidad de reproducción de música gracias a sus altavoces, luces para la creación de un ambiente festivo, batidora para la preparación de cócteles y carga USB para el móvil.

Su capacidad es de 25 litros aproximadamente.

Precio: 400 euros.

4. Coolest

## Envasadoras al vacío con depósito.



Descripción: Esta técnica similar a la anterior se caracteriza por componerse de dos partes. Una de ellas es la vaciadora propiamente dicho y la segunda parte es un depósito de plástico en el interior de cual se deposita el alimento y se extrae el aire de su interior.

La unión entre una pieza y la otra se produce por medio de un tubo de goma.

5. *Envasadora al vacío de campana.*

Precio: 30 – 600 euros.

## Envasadora al vacío manual.



Descripción: Se trata de un objeto cuyo principio de funcionamiento es el mismo que en los casos anteriores. La diferencia radica en que el vaciado se produce de forma manual con la ayuda del usuario, es este quien ahora debe extraer el aire del interior de la bolsa utilizando el dispositivo.

Esta variante permite ciertas ventajas como una reducción en los tiempos de vaciado y ahorro energético.

Precio: 10 euros.

6. *Bomba extractora de aire manual.*

## 1.4 Normas y Referencias.

### 1.4.1 Patentes.

Para conocer en detalle las patentes estudiadas, ir a documento: **anexos**, apartado: **patentes**.

Se han encontrado 5 patentes con relación al proyecto. Se muestra a continuación el nombre de la patente, así como el del inventor y solicitante:

- **Nevera portátil perfeccionada**  
Solicitante: Millán Santacruz, Jorge Juan.  
Inventor: Millán Santacruz, Jorge Juan.  
Fecha de publicación: 1 de junio de 2001.
- **Nevera portátil perfeccionada con múltiples aplicaciones.**  
Solicitante. Vidal, Juan.  
Inventor/es: Vidal, Juan.  
Fecha de publicación: 1 de marzo de 2005.

- **Nevera portátil perfeccionada para camping y similares.**

Solicitante: Millán Santacruz, Jorge Juan.

Inventor: Millán Santacruz, Jorge Juan.

Fecha de publicación: 7 de mayo de 2001

- **Nevera portátil con dispositivo de cierre.**

Solicitante: STOL, S.A

Inventor: STOL, S.A.

Fecha de publicación: 1 de enero de 1969.

- **Nevera portátil con soporte para sombrilla.**

Solicitante: Quintana García, Ricardo.

Inventor: Quintana García, Ricardo.

Fecha de publicación: 25 de junio de 2015.

En ningún caso se ha observado una patente que explícitamente mencione la utilización de materiales térmicamente aislantes como el poliestireno expandido para el relleno de las paredes o la utilización de dispositivos de extracción del aire para crear un vacío dentro de la cámara que dificulte la transferencia de calor.

## 1.4.2 Normas.

Para conocer en detalle las normas que se han tenido en cuenta, ir a documento: **pliego de condiciones**, apartado: **normativa consultada**.

Las normas consultadas para el correcto desarrollo del proyecto son las siguientes:

### Dibujo técnico:

La normativa aplicable al proceso de elaboración de planos de dibujo técnico es la siguiente:

- UNE-EN ISO 128-20:2002.
- UNE-EN ISO 128-21:2002.
- UNE-EN ISO 5845-1:2000.
- UNE-EN ISO 1660:1996.
- UNE-ES ISO 9222-1:1996.
- UNE-ES ISO 9222-1:1996.
- UNE-EN ISO 5455:1996.
- UNE 1027:1995.
- UNE 1149:1990.
- UNE-EN ISO 6410-1:1996.
- UNE-EN ISO 6410-2:1996.
- UNE-EN ISO 6410-3:1996.

### Documentación de proyectos:

La normativa en estado vigente aplicable a la elaboración de documentos para proyectos es:

- UNE-EN ISO 11442:2006.
- UNE-EN 157001:2002.
- UNE-EN ISO 5457:2000/A1:2010.



- UNE-EN ISO 3098-0:1998.
- UNE-EN ISO 5457:2000.

**Aislamiento térmico:**

Normativa aplicable a los productos y/o materiales térmicamente aislantes, así como ensayos:

- UNE-EN 13172:2012.
- UNE-EN ISO 7345:1996
- UNE-EN ISO 9288:1996.
- UNE-EN ISO 9251:1996.

**Materiales:**

La normativa relacionada con los materiales utilizados en este proyecto con su respectivo fin específico es:

Acirilo nitrilo butadieno de estireno (ABS):

- UNE-EN ISO 19062-1:2016
- UNE-EN ISO 2580-2:2004

Poliestireno expandido (EPS):

- UNE 92181:2017.

Ensayos aplicables para la comprobación de calidades y características de los materiales plásticos:

- UNE-EN ISO 180:2001.
- UNE-EN ISO 527-2:2012.
- UNE-EN ISO 306:2015.

**Junta Tórica (NBR):**

La normativa aplicable encontrada con relación a las juntas tóricas en este caso es:

- UNE 53614:2012.

**Ergonomía:**

La normativa aplicable en cuanto a aspectos ergonómicos del producto y ensayos para la comprobación de estos es la siguiente:

- UNE-EN ISO 7250-1:2010.
- UNE-EN ISO 15537:2005.

**Diseño ecológico:**

Finalmente, para la obtención de un diseño respetuoso con el medio ambiente podemos atender a la siguiente norma:

- Norma UNE-EN-ISO 14006:2011.

### 1.4.3 Bibliografía.

#### Libros.

*Diseño Conceptual. Vidal Nadal, M. R.; Gallardo Izquierdo, A.; Ramos Barceló, J. E. (1999).*

*Problemas resueltos de sistemas mecánicos para diseño industrial. Pérez González, A; Iserte Vilar J.L; Bernad Ros, O.*

*Colección de problemas y tablas de Antropometría para diseño. Vergara Monedero, M; Agost Torres, M.J.*

#### Estudios,

Atmósferas controladas: principios, desarrollo y aplicaciones de la tecnología en alimentos. Cerón, T.G; Carrillo, V.R.

#### Temario de Asignaturas:

- DI1014 – Diseño Conceptual.
- DI1022 – Metodologías del Diseño.
- DI1023 – Ergonomía.
- DI1028 – Diseño Asistido por Ordenador II.
- DI1032 – Proyectos de Diseño.
- DI1036 – Tecnologías del plástico y diseño de productos.

### 1.4.4 Programas utilizados.

Los programas utilizados en las distintas fases del proyecto son los siguientes:

- Solidworks.
- Microsoft Word.
- Microsoft Excel.
- Keyshot 6.
- Adobe Photoshop CS.
- Gantt.

### 1.4.5 Plan de gestión de la calidad.

El plan de aseguramiento de la calidad se hace y respeta a lo largo del desarrollo del proyecto para poder tenerlo terminado en la fecha prevista, que en este caso es, el 1 de septiembre.

Por esto, se ha desarrollado un calendario, que muestra las tareas a realizar y el tiempo previsto para cada una.

Búsqueda Información	Junio	Julio	Agosto
Diseño Conceptual	[Barra azul que cubre todo el ancho de la fila]		
Cálculos Estructurales		[Barra azul]	
Cálculos Ergonómicos		[Barra azul]	
Modelado 3D		[Barra azul]	
Planos		[Barra azul]	
Renders del producto		[Barra azul]	
Pliego de condiciones		[Barra azul]	
Estado de mediciones		[Barra azul]	
Presupuesto		[Barra azul]	
Memoria		[Barra azul]	

Tabla 1. Plan gestión calidad

## 1.5 Requisitos de diseño.

### 1.5.1 Definición del problema.

Cuando el usuario sale a la playa, hace un viaje de duración intermedia o se va de “camping”, normalmente opta por las neveras portátiles para depositar sus alimentos y poder consumirlos posteriormente. Estas neveras incorporan además unos geles que se congelan y proporcionan un entorno de baja temperatura dentro de la cámara de conservación, aspecto que, alarga el tiempo de conservación de los alimentos dentro depositados. Pero, estos geles se descongelan en períodos de tiempo relativamente cortos, de 6 a 8 horas. Además, la nevera no posee una estructura lo suficientemente aislante para evitar la transferencia de calor de forma óptima que en definitiva produce la descongelación de los geles y, aumento de la temperatura de los alimentos y posterior deterioro de estos. Otro aspecto a tener en cuenta es que el cierre, aunque es un cierre fuerte, no garantiza una estanqueidad lo suficientemente adecuada como para evitar la entrada de aire caliente en el interior de la cámara, este efecto se acentúa sobre todo con el paso del tiempo.

Considerar también el tiempo que se utiliza esta nevera. Si son salidas a la playa, o de “camping” de duración corta, de unas 6 o 8 horas, se podría decir que estas son útiles y nos proporcionan un buen servicio. Pero si se trata de salidas de duración más larga como un viaje, una salida de “camping” más duradera o una estancia en un festival de conciertos de dos, tres o cuatro días, ya no nos sirven, porque es entonces cuando alimentos como frutas, quesos o embutidos empiezan a deteriorarse siendo no aptos para su consumo.

En definitiva, los principales problemas son:

- Una estructura y materiales pobres y deficientes en cuanto a aislamiento térmico.
- Conservación limitada a intervalos de tiempo cortos.

- Cierre inadecuado.
- Necesidad de uso de geles precongelados.

Por eso, en un intento de dar una solución a este problema, se pretende hacer un producto similar a la nevera con una nueva estructura de materiales aislantes térmicamente y un mecanismo manual de extracción del aire del interior. Además, se buscará proporcionar un cierre hermético que evite la entrada de aire en el interior de la cámara. También, se contempla la posibilidad de poder utilizar geles congelados o cubitos de hielo en el interior en contacto con los materiales que componen la cámara para conseguir una bajada de temperatura de estos y reforzar de esta forma, el efecto de conservación.

## 1.5.2 Obtención de objetivos

Para conseguir unos requisitos mínimos que deba cumplir el producto, se ha atendido a distintos aspectos que afectan a este.

Los estudios realizados en este caso para la obtención de objetivos han sido:

- **Estudio de las circunstancias en las que operará el futuro diseño.**
  - Circunstancias económicas.
  - Circunstancias sociales.
  - Circunstancias políticas.
  - Circunstancias culturales.
  - Circunstancias medioambientales.
- **Estudio del ciclo de vida del producto.**
  - Diseño.
  - Fabricación.
  - Ensamblado.
  - Distribución.
  - Utilización.
  - Mantenimiento.
  - Eliminación.
- **Estudio de los grupos afectados.**
  - Equipo de diseño.
  - Equipo de fabricación.
  - Usuarios.
- **Obtención de información a nivel personal.**
  - Mediante un cuestionario que ha sido enviado a un total de 22 personas.

Los objetivos obtenidos, se dividen en tres grandes grupos: deseos, restricciones y especificaciones.

**Deseos:**

- Que el aspecto sea lo más atractivo posible sin perder el carácter típico de estos productos (Deseo).
- Diseño acorde a su concepto (deseo).
- Posibilidad de utilización de geles de congelación (deseo).

**Restricciones:**

- Debe tener una estructura robusta (restricción).
- Que no tenga aristas vivas o tornillos salientes (restricción).
- Que sea desmontable (restricción).
- Evitar las uniones que sean adhesivas o no desmontables (restricción).
- Posibilitar la fabricación en masa (restricción).
- Materiales que respeten el medioambiente (restricción).
- El precio debe ser el mínimo posible y que nunca sobrepase un incremento del 25 % de la media del precio de los productos similares (especificación y restricción).
- Que los alimentos se conserven durante más tiempo que con los métodos convencionales (restricción).

**Especificaciones:**

Tiene que ser lo más resistente posible frente a golpes y/o caídas. (especificación)

- Criterio: lo más resistente posible.
- Variable: tensión capaz de soportar
- Escala: proporcional – multidimensional ( $N/mm^2$ )

Que soporte el máximo peso sin deformarse ni romperse (especificación)

- Criterio: máximo peso
- Variable: peso capaz de soportar
- Escala: Proporcional (Kg)

Los más resistente posible a los agentes externos. (especificación)

- Criterio: resistencia a golpes, ralladuras, intemperie...
- Variable: dureza superficial
- Escala: proporcional (Brinell – Rockwell)

Que tenga el mayor grado de seguridad para los operarios a la hora de su manipulación. (especificación)

- Criterio: alta seguridad para los operarios.
- Variable: menor número de accidentes
- Escala: proporcional (Uds.).

Que tenga una forma que posibilite el transporte del mayor número de unidades posible por viaje (especificación).

- Criterio: mayor número de unidades por viaje.
- Variable: Unidades
- Escala: proporcional.

Que sea lo más fácil posible de limpiar (especificación)

- Criterio: facilidad de limpieza
- Variable: tiempo
- Escala: proporcional

Que la mayor superficie exterior posible sea reflectante:

- Criterio: a mayor superficie exterior reflectante mejor.
- Variable: superficie
- Escala: proporcional (cm<sup>2</sup>)

Que el mantenimiento sea el mínimo posible (especificación)

- Criterio: mantenimiento mínimo.
- Variable: número veces en proceso de mantenimiento a lo largo de vida útil.
- Escala: proporcional.

El tiempo de ensamblado y manipulación debe ser el más reducido posible (especificación).

- Criterio: tiempo de ensamblado y manipulación mínimo
- Variable: tiempo
- Escala: proporcional

Que los moldes sean lo más simples posible de fabricar (especificación)

- Criterio: tiempo en fabricar un molde.
- Variable: tiempo.
- Escala: proporcional.

El coste de fabricación que sea el mínimo posible (especificación)

- Criterio: coste mínimo.
- Variable: cantidad monetaria
- Escala: proporcional (euros)

Que el diseño sea lo más fácil posible de fabricar (especificación).

- Criterio: tiempo invertido en la fabricación de una unidad del producto.
- Variable: tiempo
- Escala: proporcional.

Utilizar el mayor número posible de materiales reciclables y/o reutilizables (especificación).

- Criterio: mayor número de materiales ecológicos.
- Variable: cantidad de materiales ecológicos.
- Escala: proporcional (Uds.).

Utilizar el mínimo número posible de materiales diferentes (especificación).

- Criterio: mayor número de materiales del mismo tipo
- Variable: número de materiales iguales.
- Escala: proporcional (Uds.).

Que los materiales sean lo más térmicamente aislantes posible (especificación).

- Criterio: térmicamente aislantes.
- Variable: baja conductividad térmica.
- Escala: multidimensional (W/ m·k)

Utilización lo más fácil e intuitiva posible (especificación)

- Criterio: utilización fácil e intuitiva.
- Variable: tiempo en entender cómo funciona el producto.
- Escala: proporcional.

Que tenga una vida útil lo más larga posible (especificación).

- Criterio: larga vida útil
- Variable: tiempo en deteriorar.
- Escala: proporcional.

### 1.5.3 Obtención de soluciones.

Después de la obtención de objetivos, se procede con la obtención de nuevas soluciones. Para esto se han utilizado dos métodos creativos: Brainstorming y SCAMPER.

De todas las ideas obtenidas con los métodos creativos Brainstorming y SCAMPER, las principales se pueden resumir en:

- Para el método de vaciado de la cámara, habrá que elegir entre una bomba de vaciado manual o eléctrica.
- En cuanto al tamaño de la nevera portátil, se obtienen tres alternativas, un tamaño pequeño, mediano y grande.
- La cámara de depositado, podrá ser única, o doble, para la separación de los productos en el interior depositados por clases.
- Finalmente, se tendrá que valorar si la nevera portátil dispondrá de ruedas o no.

### 1.5.4 Obtención de todas las posibles alternativas.

Para la obtención de todas las soluciones se ha utilizado en primer lugar el método de los cuadros morfológicos y después el método AIDA.

Las áreas de decisión son:

- A) Método de vaciado.
- B) Organización interior.
- C) Tamaño de la nevera.
- D) Sistema de transporte.

Las subsoluciones son:

- A) Método de vaciado:
  - a<sub>1</sub>) Manual.
  - a<sub>2</sub>) Eléctrico.
- B) Organización interior:
  - b<sub>1</sub>) Monocámara.
  - b<sub>2</sub>) Multicámara.
- C) Tamaño de nevera:
  - c<sub>1</sub>) Grande.
  - c<sub>2</sub>) Mediano.
  - c<sub>3</sub>) Pequeño
- D) Sistema de transporte.
  - d<sub>1</sub>) Con ruedas.
  - d<sub>2</sub>) Sin ruedas.

Según el método de los cuadros morfológicos, el número total de posibles soluciones es igual al producto de todos los parámetros, por eso, se extraen  $2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 2 = 24$  soluciones posibles.

Utilizando el método AIDA, la matriz de las soluciones compatibles queda de esta manera:

	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>
a <sub>1</sub>	-	-	1	1	0	1	1	1	1
a <sub>2</sub>	-	-	1	1	1	0	0	1	1
b <sub>1</sub>			-	-	1	1	1	1	1
b <sub>2</sub>			-	-	1	1	0	1	1
c <sub>1</sub>					-	-	-	1	0
c <sub>2</sub>					-	-	-	0	1
c <sub>3</sub>					-	-	-	0	1
d <sub>1</sub>								-	-
d <sub>2</sub>								-	-

Tabla 2. Matriz de soluciones compatibles.

Pares incompatibles:

Los pares incompatibles son aquellos cuya relación se muestra por medio del número 0, estos son:



**a<sub>1</sub>c<sub>1</sub>**: para una cámara de depositado de tamaño grande, se prefiere un sistema de extracción del aire motorizado, es decir eléctrico, ya que de otra forma el esfuerzo hecho por el usuario sería mayor al deseado.

**a<sub>2</sub>c<sub>c</sub>**: para una cámara de depositado de tamaño mediano, se prefiere un sistema de extracción manual, ya que, a menor tamaño, menor será el esfuerzo requerido al usuario para sacar el aire del interior de la nevera portátil, consiguiendo así, eliminar los costes derivados de la implementación de un sistema de vaciado eléctrico.

**a<sub>2</sub>c<sub>3</sub>**: para una cámara de depositado de tamaño pequeño, se prefiere un sistema de extracción manual, ya que, a menor tamaño, menor será el esfuerzo requerido al usuario para sacar el aire del interior de la nevera portátil, consiguiendo así, eliminar los costes derivados de la implementación de un sistema de vaciado eléctrico.

**b<sub>2</sub>c<sub>3</sub>**: una configuración multicámara, ya sean dos cámaras o más, es incompatible con un tamaño de nevera pequeño, ya que, al dividir este tamaño entre el número de compartimentos deseado, las cámaras, resultarían ser muy pequeñas y por tanto inútiles para su función.

**c<sub>1</sub>d<sub>2</sub>**: un tamaño grande de nevera posibilita el depositado de un mayor número de objetos en su interior y por tanto un incremento del peso total considerable, debido a esto, habrá que provisionar la nevera con unas ruedas para facilitar el transporte de esta por parte del usuario y reducir así el esfuerzo necesario.

**c<sub>2</sub>d<sub>1</sub>**: un tamaño de nevera mediano no requiere la incorporación de unas ruedas para su transporte ya que el peso a soportar por el usuario no será excesivo.

De todas las soluciones posibles, se eliminan las que incorporen algún par incompatible de los anteriormente expuestos.

$a_1b_1c_2d_1$	$a_1b_2c_2d_1$	$a_2b_1c_1d_1$
$a_1b_1c_2d_2$	$a_1b_2c_2d_2$	$a_2b_1c_1d_2$
$a_1b_1c_3d_1$	$a_1b_2c_3d_1$	$a_2b_2c_1d_1$
$a_1b_1c_3d_2$	$a_1b_2c_3d_2$	$a_2b_2c_1d_2$

Las opciones compatibles son:

**$a_1b_1c_2d_2$** : nevera portátil con extracción de aire manual, una única cámara, de tamaño medio y sin ruedas

**$a_1b_1c_3d_2$** : nevera portátil con extracción de aire manual, una única cámara, de tamaño pequeño y sin ruedas

**$a_1b_2c_2d_2$** : nevera portátil con extracción de aire manual, configuración multicámara, de tamaño medio y sin ruedas

**$a_2b_1c_1d_1$** : nevera con Sistema de extracción de aire eléctrico, monocámara, de tamaño grande y con ruedas.

**$a_2b_2c_1d_1$** : nevera con Sistema de extracción de aire eléctrico, con configuración multicámara, de tamaño grande y con ruedas.

### 1.5.5 Análisis de soluciones.

Para determinar de forma eficaz cual de todas es la mejor opción, en base a unos objetivos principales, se ha utilizado el método cualitativo DATUM y el método cuantitativo de los Objetivos Ponderados.

Para comparar las distintas alternativas se han escogido los siguientes objetivos, estos, a criterio del diseñador, son los objetivos más importantes a tener en cuenta dentro del grupo de objetivos elaborado en el apartado de definición de objetivos:

- $O_1$ : Que el coste del producto final sea el menor posible.
- $O_2$ : Que tenga el mayor número posible de piezas hechas de un mismo material.
- $O_3$ : Que la vida útil del producto sea lo más larga posible.
- $O_4$ : Que sea lo más fácil y económico posible de fabricar.
- $O_5$ : Que tenga un diseño que sea lo más fácil posible de limpiar

Se recuerda que las soluciones son:

A: nevera portátil con extracción de aire manual, una única cámara, de tamaño medio y sin ruedas

B: nevera portátil con extracción de aire manual, una única cámara, de tamaño pequeño y sin ruedas

C: nevera portátil con extracción de aire manual, configuración multicámara, de tamaño medio y sin ruedas

D: nevera con sistema de extracción de aire eléctrico, monocámara, de tamaño grande y con ruedas.

E: nevera con sistema de extracción de aire eléctrico, con configuración multicámara, de tamaño grande y con ruedas.

La matriz DATUM queda de esta forma:

	A	B	C	D	E
O <sub>1</sub>	S	D	S	-	-
O <sub>2</sub>	+	A	-	S	-
O <sub>3</sub>	S	T	S	-	-
O <sub>4</sub>	S	U	-	-	-
O <sub>5</sub>	-	M	-	-	-
Σ (+)	1		0	0	0
Σ (-)	1		3	5	5
Σ (s)	3		2	0	0

Tabla 3. Matriz DATUM.

La solución ganadora es la A. Se compara con la que ha sido DATUM anteriormente:

	A	B
O <sub>1</sub>	D	S
O <sub>2</sub>	A	-
O <sub>3</sub>	T	S
O <sub>4</sub>	U	S
O <sub>5</sub>	M	+
Σ (+)		1
Σ (-)		1
Σ (s)		3

Tabla 4. Matriz DATUM 2.

Dado que en los resultados se ha obtenido que la alternativa A y B son muy similares entre sí, se decide utilizar un método cuantitativo como Objetivos Ponderados.

Los objetivos evaluados en este caso son los mismos que en el anterior.

La escala común que muestra el grado en que las soluciones satisfacen cada uno de los objetivos es:

	Coste	Vida útil	Fabricación	Materiales	Limpieza
4	A B	A	A B	A B B	B
3		B	C		A
2	C	C	D		D

<b>1</b>	D E	D E			D
<b>0</b>			E	D E	E

Tabla 5. Grado satisfacción soluciones.

La media ponderada final es:

$$O_1 = 45 \frac{100}{100} + 25 \frac{100}{100} + 15 \frac{100}{100} + 10 \frac{100}{100} + 5 \frac{75}{100} = 98,75.$$

$$O_3 = 45 \frac{100}{100} + 25 \frac{75}{100} + 15 \frac{100}{100} + 10 \frac{100}{100} + 5 \frac{75}{100} = 93,75.$$

$$O_4 = 45 \frac{50}{100} + 25 \frac{50}{100} + 15 \frac{75}{100} + 10 \frac{100}{100} + 5 \frac{50}{100} = 58,75.$$

$$O_2 = 45 \frac{25}{100} + 25 \frac{25}{100} + 15 \frac{50}{100} + 10 \frac{0}{100} + 5 \frac{25}{100} = 26,25.$$

$$O_5 = 45 \frac{25}{100} + 25 \frac{25}{100} + 15 \frac{0}{100} + 10 \frac{0}{100} + 5 \frac{0}{100} = 17,5.$$

Se concluye que la mejor opción es la A: nevera portátil con mecanismo de vaciado manual, una única cámara, tamaño mediano y sin ruedas.

## 1.6 Estudio ergonómico.

Los aspectos o medidas antropométricas principales son:

Se dará importancia en primer lugar a la altura total de la nevera. La intención es que esta no toque el suelo cuando sea transportada por el usuario. Es decir, el usuario tiene que tener el brazo libremente extendido durante el transporte de la nevera, de esta manera, se evitará hacer esfuerzo muscular con la parte del brazo superior o con el hombro para que la base de la nevera no toque el suelo cuando esté sujeta por el usuario.

Otra dimensión a atender, es el grosor del tirador o asa de la nevera. El grosor total tiene que ser igual o inferior al perímetro que puede marcar una mano cerrada. Es decir, cuando el usuario coja la nevera por el asa para su transporte, su mano tiene que estar totalmente cerrada alrededor de la sección de esa asa. Una mano ligeramente abierta en posición de sujeción supondría la necesidad de un mayor esfuerzo muscular por parte de los dedos para poder mantener la nevera.

Finalmente, una dimensión de menor importancia, la correspondiente a la zona entrante entre el cuerpo principal y tapa por donde el usuario introduce los dedos para poder levantarla. Aquí el objetivo principal es asegurar que el tamaño de este entrante es suficiente para que los dedos del usuario quepan dentro. Para esto se tendrá que tener en cuenta el grosor del dedo índice, así como su anchura.

Después de los cálculos realizados, las dimensiones finales de la nevera son:

- La Cota D deberá tener una dimensión inferior a: 64 centímetros
- La cota E tendrá que tener un grosor de 21 milímetros y una anchura de 92 como mínimo.
- La cota B tendrá un grosor como máximo de 43 milímetros.

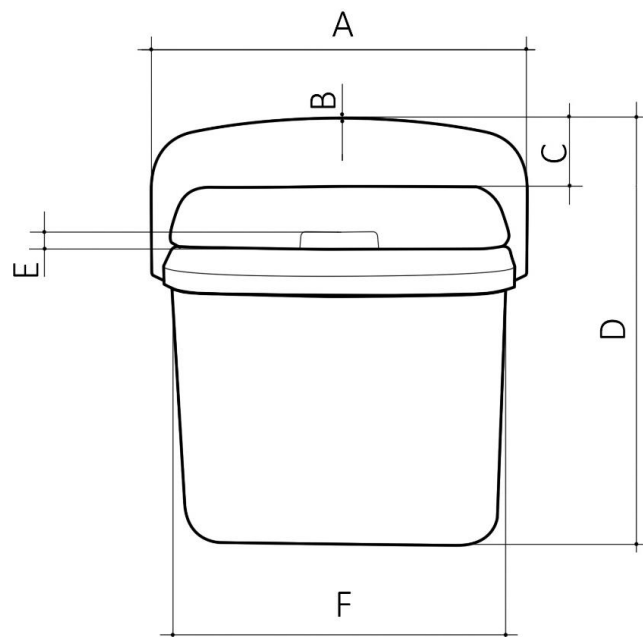


Ilustración 7. Dimensiones principales nevera.

## 1.7 Resultados finales.

### 1.7.1 Descripción general del producto.

Se trata de una nevera portátil para ser utilizada durante intervalos de tiempo de más de un día.

Esta nevera presenta mejoras en cuanto a los materiales utilizados en su elaboración. Los materiales típicos han sido en este caso substituidos por otros térmicamente aislantes.

Principalmente se ha utilizado el ABS para la fabricación de las carcasas, el EPS como material de relleno y el PTFE en la rosca para garantizar un coeficiente de fricción bajo que permita abrir la tapa con el mínimo esfuerzo posible.

Además, la principal innovación es la incorporación de una bomba de vacío manual que sirve para extraer el aire del interior de la nevera. Una válvula antirretorno evita las fugas. También se incluye una válvula tipo Schrader para permitir la entrada de aire en el momento que se desee abrir la tapa si esta queda muy contraída por el vacío y el esfuerzo requerido es superior al normal.

### 1.7.2 Proceso de fabricación.

- Todas las piezas de ABS se fabricarán mediante inyección de polímeros.
- Las piezas de EPS se fabrican mediante espumación
- La pieza de PTFE se fabrica por compresión y posteriormente se aplica un proceso de mecanizado (fresado) para obtener la forma final.
- Todos los procesos de fabricación se pueden conocer de forma más detallada en el documento: **pliego de condiciones**.

### 1.7.3 Dimensiones generales y materiales.

Los materiales de cada una de las piezas fabricadas se pueden ver a continuación:

Nombre Pieza	Material.
Carcasa	ABS
EPS Cámara	EPS
Cámara	ABS
Tapa	ABS
Carcasa Tapa	ABS
EPS Tapa	EPS
Plato	ABS
EPS Plato	EPS
Plato Superior	ABS
Rosca PTFE	PTFE
Asa	ABS
Tapón	ABS

*Tabla 6. Materiales piezas fabricadas.*

Dimensiones generales:

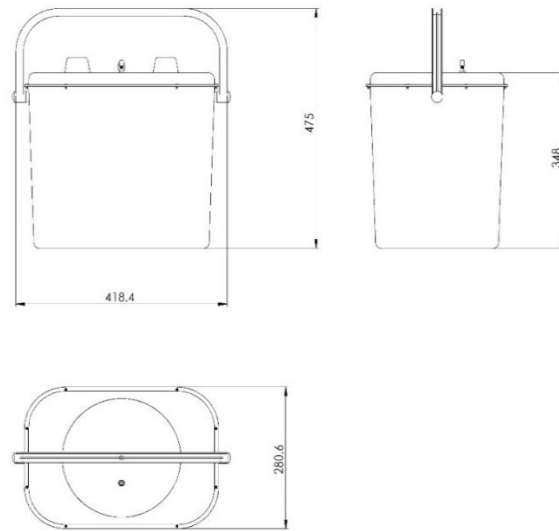
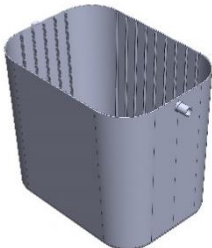
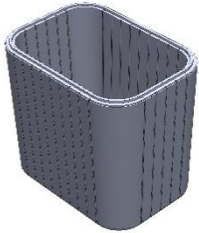
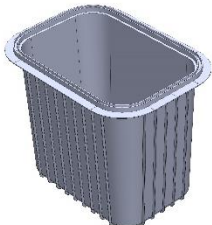


Ilustración 8. Dimensiones generales.

### 1.7.4 Cuadro de Piezas.

Piezas fabricadas:

Marca	Pieza	Nombre
1		Carcasa
2		EPS cámara
3		Cámara

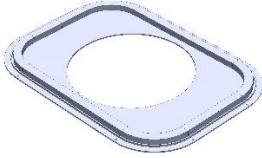

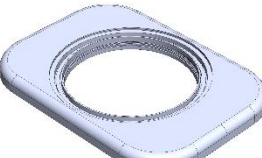

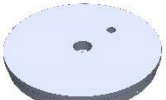
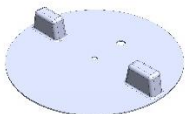



5		Tapa
6		EPS tapa
7		Carcasa tapa
9		Plato
10		EPS Plato
12		Plato superior
14		ASA
15		Tapón
13		Rosca PTFE

Tabla 7. Piezas fabricadas.

Piezas comerciales:

Marca	Pieza	Nombre
-------	-------	--------



4		Junta 105x5.
8		Junta 20x5.
11		Válvula antirretorno.
16		Tornillo M3.
17		Tuerca M3.
19		Tornillo Avellanado M3.
18		Válvula antirretorno Schraeder.
		Bomba de vacío.

Tabla 8. Piezas comerciales.

### 1.7.5 Proceso de ensamblaje.

En primer lugar, se ensambla el subensamblaje: Cámara.

1. La **pieza: carcasa** nos sirve de base para el subensamblaje.

2. Dentro de la **pieza: carcasa**, se introduce la **pieza: EPS carcasa** siguiendo las ranuras destinadas a los nervios.
3. Dentro de la **pieza: EPS carcasa** se introduce la **pieza: cámara** siguiendo de la misma manera las ranuras destinadas a los nervios que se pueden ver sobre la pieza EPS Cámara.
4. En la **pieza: cámara**, se introduce la junta en la ranura destinada a ella.

La pestaña ubicada en la periferia de la **pieza: cámara** y que entra en contacto con la **pieza: carcasa**, tiene que ser untada a lo largo de su trayectoria con adhesivo termoplástico (termofusible) o el adhesivo adecuado mostrado en apartados anteriores, para que garantice la unión de las dos piezas a lo largo de la periferia descrita por dicho nervio.

La interfase **carcasa-EPS cámara** y **EPS cámara- cámara** se tiene que untar con una cantidad suficiente del adhesivo indicado para conseguir una unión fuerte entre los materiales.

En segundo lugar, se ensambla el **subensamblaje: Tapa**.

5. Se coge la **pieza: tapa**.
6. Sobre la **pieza: tapa** se introduce la **pieza: EPS tapa**.
7. Una vez depositada la **pieza: EPS tapa**, sobre esta, se coloca la **pieza: carcasa tapa**.

Como en el caso anterior, a la pestaña de la **pieza: tapa** que entra en unión con la **pieza: carcasa tapa**, se le tiene que aplicar adhesivo termoplástico para garantizar la unión entre estas dos piezas.

Las interfases **tapa-EPS tapa** y **EPS tapa – carcasa tapa**, tienen que incorporar una cantidad suficiente del adhesivo indicado para garantizar una unión rígida.

Para finalizar con los subensamblajes, se procede al último de ellos, el **subensamblaje: plato**.

8. La **pieza: plato** es la base de comienzo.
9. En la **pieza: plato** se introduce la **pieza: EPS plato**.
10. Una vez el EPS en su posición, se introduce en la ranura destinada a ello, la válvula antirretorno.
11. Después de introducir la válvula antirretorno, se coloca la **pieza: plato superior**, haciendo coincidir los machos salientes de la **pieza: plato superior**, en los orificios ciegos de la **pieza: plato**.
12. Se introduce la **pieza: rosca PTFE** a modo de anillo sobre la **pieza: plato**.
13. Se atornillan las tres piezas mediante los **torillos avellanados M3x10** en los orificios destinados a ello.
14. Se atornilla la **válvula Schrader** en el orificio superior destinado a ello.
15. Para finalizar, se introduce la junta en la ranura destinada a ella.

La interfase entre la **pieza: plato** y **EPS plato**, así como entre la **pieza: EPS plato** y **plato superior** debe llevar una cantidad suficiente del adhesivo indicado para garantizar una unión rígida.

Las juntas deben llevar una cantidad reducida de adhesivo a lo largo de la superficie que se apoya sobre la base para garantizar su unión.

Finalmente, la unión entre la **pieza: plato** y la **pieza: plato superior**, se conseguirá con la aplicación de termofusible.

Por último, se procede al ensamblaje de todo el conjunto:

16. El **subensamblaje: cámara** servirá de base para empezar.
17. Al subensamblaje cámara se le añade el **subensamblaje: tapa** y se une al primer gracias a una unión roscada con 6 tornillos de métrica:3x0,5x10 distribuidos a lo largo de la periferia de la tapa de forma equidistante.
18. Al **subensamblaje: tapa** se le añade el **subensamblaje: plato** mediante la unión roscada entre los dos subensamblajes.
19. Al **subensamblaje: carcasa** se le introduce la **pieza: asa** en los machos laterales específicamente diseñados para ello.  
Para poder añadir la **pieza: asa** sobre los machos mencionados habrá que aprovechar la capacidad elástica de la pieza y estirarla ligeramente en dirección longitudinal hasta conseguir insertar los machos en los orificios de esta.
20. Finalmente, se introduce en los orificios de los machos la **pieza: tapón** mediante un apriete.

### 1.7.6 Renders del producto.

Se muestran a continuación algunos renders del producto.



*Ilustración 9. Nevera vista de delante.*



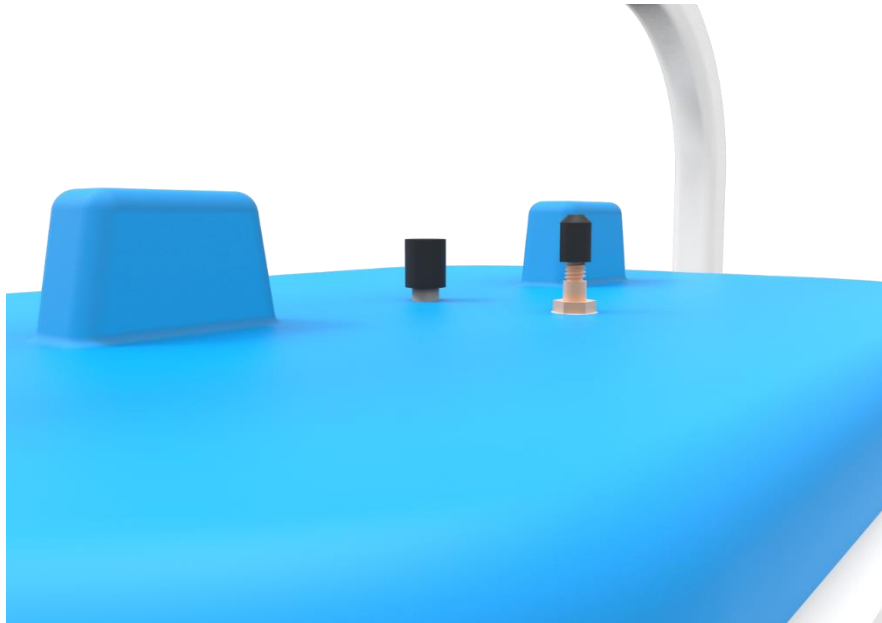
*Ilustración 10. Nevera vista frontal.*



*Ilustración 11. Nevera sin el subensamblaje plato.*



*Ilustración 12. Nevera sin el subensamblaje tapa.*



*Ilustración 13. Válvula antirretorno normal y Schrader.*



Ilustración 14. Válvulas antirretorno sin tapones.

## 1.8 Resultados cálculos estructurales.

Para el correcto desarrollo del proyecto se han llevado a cabo distintos cálculos que han servido para determinar las dimensiones del producto, así como características funcionales. Se explica a continuación de forma resumida los resultados de los cálculos más importantes realizados.

Los cálculos se pueden consultar de manera detallada en el documento: **Anexos**, apartado: **cálculos estructurales**.

- **Determinación de la cantidad de nervios a utilizar:**

Tanto la pared frontal como la pared lateral están expuestas a un fuerte pandeo debido a la ausencia de aire en el interior de la cámara. Estas paredes se han de reforzar con una cantidad determinada de nervios para contrarrestar dicho efecto.

Para realizar los cálculos, se imagina un sistema con una viga biempotrada de largar<sup>2</sup> y espesor el de la pared que representa y grosor unitario, a la que se le añade un nervio con dimensiones y características preestablecidas por las consideraciones de diseño. Sobre esta viga se reproduce un esfuerzo que representa un 70% de 1 Atmósfera porque el vacío completo es poco factible.

Finalmente se determina que la cantidad de nervios para las paredes frontales y laterales son:

Frontales: **9**

Laterales: **5**

- **Cálculo de la fuerza necesaria para cerrar la tapa.**

Para abrir, depositar los productos y cerrar la nevera se hace uso de una pieza de forma redonda denominada plato con una rosca sobre su diámetro exterior. Este plato lleva

incorporada una junta NBR de forma redonda también dispuesta a lo largo de toda la periferia que permite la estanqueización del interior gracias a una pequeña deformación cuando se cierra.

Esta deformación de la junta produce una fuerza en dirección contraria que dificulta su cierre. La fuerza en dirección contraria junto a los coeficientes de fricción de los materiales de la rosca que entran en contacto crean una oposición a la fuerza que aplica el usuario a la hora de cerrar la tapa.

El método utilizado es el de tornillo de potencia. Los cálculos realizados en este apartado permiten averiguar la fuerza necesaria a aplicar por el usuario sobre los salientes superiores para poder cerrar la tapa.

Se han realizado cálculos teniendo en cuenta una rosca con filetes inclinado y una rosca cuadrada. Finalmente se ha hecho un cambio de material a otro con menor coeficiente de fricción para reducir el esfuerzo requerido al usuario.

La fuerza final a aplicar por el usuario es de **9,3 Kgf** en cada una de las pestañas si se desea llegar a deformar la junta un 10%.

- **Aseguramiento de la hermeticidad.**

Un cálculo relativamente sencillo utilizado para comprobar que la junta se deforma a lo largo de su periferia y siempre está en contacto con la pared que la deforma teniendo en cuenta los errores de planitud que esta tiene.

Se calcula la deformación que experimenta la pared tope cuando entra en contacto con la junta. Esta deformación tiene que ser reducida para garantizar el contacto a lo largo de toda la periferia de la junta.

La deformación experimentada finalmente es de: **0,028 milímetros**.

- **Dimensionado de los entrantes de la tapa roscada.**

La pieza a la que se le aplica el momento de torsión para abrir la tapa está separada de la pieza que incorpora la rosca macho fabricada en PTFE, es decir, la que tiene que recibir este momento de torsión. Son dos piezas distintas. Entre pieza y pieza, para poder transferir el momento, además de haber una unión mediante adhesivo, se pretende también crear una especie de macho o saliente en una pieza que acople en los orificios destinados a él en la otra pieza para asegurar una mayor eficacia a la hora de transferir el par.

Después de los cálculos realizados se decide utilizar dos salientes de **3 milímetros** de diámetro.

- **Dimensionado del grosor de las paredes de los salientes de apoyo para el asa.**

Un cálculo sencillo para determinar el grosor de los salientes ubicados en las paredes laterales que están sometidos a esfuerzos cortantes.

Finalmente se determina un grosor de **2 milímetros**.

- **Calculo del área de esfuerzo a tensión de los tornillos de la unión fija desmontable.**

Además de la tapa con rosca que permite la apertura y cierre de la nevera para el depositado y extracción de productos, se dispondrá también de otro método de apertura de mayor tamaño que se cerrará mediante tornillos.

Se trata concretamente de la unión entre la cámara interior y la tapa fija del producto. Entre estas dos piezas se depositará una junta del mismo diámetro que en la tapa con rosca. Para garantizar la hermeticidad en esta parte, se van a apretar las dos piezas mediante 8 tornillos equidistantes.

Después de los cálculos realizados se determina que la métrica de los tornillos debe ser: **M3**.

- **Calculo del área de esfuerzo a tensión de los tornillos que unen la rosca PTFE al cuerpo principal.**

Por último, queda determinar la métrica de los tornillos que unen la rosca PTFE al cuerpo principal.

Como ya se ha explicado anteriormente, el PTFE es un material que no se puede pegar, por esto la única forma de unirlo es mediante tornillos.

Se calcula los esfuerzos cortantes a los que están sometidos los tornillos y se determina la métrica.

Finalmente, se eligen unos tornillos: **M3**

## 1.9 Coste del proyecto.

En la siguiente tabla se pueden observar todos los costes que se han tenido en cuenta a la hora de determinar el precio final del producto.

Estos costes corresponden a:

- **Coste comercial:** coste de todas aquellas piezas no fabricadas que ha sido necesario adquirir de un proveedor exterior.
- **Coste unitario derivado de las materias primas:** coste de la materia prima utilizada en cada una de las piezas fabricadas.
- **Coste unitario derivado del molde:** coste adicional por pieza debido al coste de los moldes utilizados para su fabricación.
- **Coste unitario derivado del operario de inyección:** coste adicional por pieza debido al operario encargado de los procesos de inyección de polímero para la fabricación de las piezas.
- **Coste unitario derivado del operario de manipulación:** coste adicional debido al operario encargado de la manipulación de las piezas durante el proceso de ensamblaje.
- **Coste unitario derivado del operario de inserción y fijación:** coste adicional debido al operario encargado de la inserción y fijación de las piezas durante el proceso de ensamblaje.
- **Coste final de cada pieza:** precio final unitario de las piezas teniendo en cuenta todos los costes adicionales.



Marca	Coste comercial	Coste unitario derivado de las materias primas.	Coste unitario derivado del molde.	Coste unitario derivado del operario de montaje	Coste final de cada pieza.
1		2,0085	0,569	0,049	2,62
2		0,178	0,331	0,058	0,56
3		1,89	0,855	0,058	2,80
4	2,42			0,075	2,49
5		0,38	0,612	0,023	1,05
6		0,0236	0,118	0,037	0,17
7		0,468	0,389	0,023	0,88
8	0,68			0,038	0,71
9		0,283	0,425	0,023	0,73
10		0,014	0,065	0,037	0,11
11	1,54			0,023	1,56
12		0,195	0,322	0,023	0,54
13		1,75	0,110	0,023	1,88
19	0,0644			0,065	0,12
16	0,019			0,065	0,08
17	0,012			0,089	0,11
14		0,136	0,157	0,023	0,31
15		2,92e-3	0,069	0,030	0,11
18	0,5			0,065	0,56

Tabla 9. Costes unitarios.

El precio final de todos los componentes: **17,39**

A este precio final, hay que sumarle el precio de la bomba de vacío manual:

$$17,41 + 5,71 = \mathbf{23,1}$$

Los espacios en blanco en la tabla de los costes se deben a las siguientes razones:

- En el caso de las marcas correspondientes a las piezas comerciales, no se tienen en cuenta los costes correspondientes a la materia prima, moldes utilizados u otros relacionados con su fabricación y distribución. Estos costes adicionales ya están incluidos en el precio final ofrecido por el proveedor.
- En el caso de las marcas correspondientes a las piezas cuya fabricación se subcontrata, como es el caso de las piezas de EPS y la de PTFE, no se toma en consideración el coste adicional del tiempo de fabricación ya que no es posible estimarlo. En estos casos solo se considera el coste de la materia prima, moldes, operario inyección, operario manipulación y operario inserción.
- Tampoco se tiene en cuenta el precio de los productos de adhesión a utilizar en la interfase de los componentes que lo necesiten ya que no es posible determinar la cantidad de adhesivo necesario para cada aplicación. También se presupone que la incidencia de los productos de adhesión en el precio final y unitario de todos los componentes es prácticamente insignificante.

El coste final de producto quedaría de esta manera:

Coste de fabricación unitario	Costes indirectos (10%)	Costes de comercialización (20%)	Beneficio industrial (30%)	IVA	PVP
23,1	2,31	5,08	9,15	8,33	47,96

*Tabla 10. Coste final producto.*

El precio final del producto es de: **48 euros**.

# Sistema portátil para la conservación de productos perecederos mediante vacío.

Trabajo de final de grado.

Septiembre 2017

## Anexos

Autor: Ion Solonari

Tutor : Julio Serrano Mira

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos



## Índice anexos.

Anexo 1: Búsqueda de información.....	42
1.1 Breve repaso de la historia de la conservación de los alimentos.....	42
1.2 Productos antecedentes.....	45
1.3 Patentes.....	49
Anexo 2: Diseño Conceptual.....	54
2.1 Estudio de las expectativas.....	54
2.2 Conocimiento del problema.....	54
2.3 Definición del nivel de generalidad.....	55
2.4 Definición de objetivos.....	55
2.4.1 Estudio de las circunstancias en las que operará el futuro diseño.....	55
2.4.2 Estudio del ciclo de vida del producto.....	57
2.4.3 Estudio de los grupos afectados por el producto.....	57
2.4.4 Obtención de información a nivel personal.....	58
2.4.5 Conjunto de Objetivos.....	61
2.5 Análisis de objetivos.....	63
2.5.1 Transformación de objetivos en objetivos escalables.....	70
2.6 Obtención de nuevas soluciones.....	74
2.6.1 Brainstorming.....	74
2.6.2 SCAMPER.....	77
2.7 Obtención sistemática de soluciones.....	80
2.7.1 Cuadros morfológicos.....	80
2.7.2 AIDA.....	81
2.8 Evaluación de objetivos.....	84
2.8.1 Datum.....	84
2.8.3 Objetivos ponderados.....	86
2.9 Cuestionarios utilizados.....	89
2.9.1 Cuestionario simple.....	89
2.9.2 Cuestionario de forma y asociación.....	91
Anexo 3: Consideraciones ergonómicas.....	93
3.1 Aspectos antropométricos a atender.....	93
3.2 Dimensionado del objeto.....	96
Anexo 4. Cálculos estructurales.....	99

4.1 Determinación de la cantidad de nervios a utilizar en la pared frontal. ....	99
4.2 Determinación de la cantidad de nervios a utilizar en la pared lateral.....	109
4.3 Calculo de la fuerza necesaria para cerrar la tapa. ....	117
4.4 Aseguramiento de la hermeticidad.....	125
4.5 Dimensionado de los entrantes de la tapa roscada. ....	128
4.6 Dimensionado del grosor de las paredes de los salientes de apoyo para el asa.....	130
4.7 Calculo del área de esfuerzo a tensión de los tornillos de la unión fija desmontable.....	132
4.8 Calculo del área de esfuerzo a tensión de los tornillos que unen la rosca PTFE al cuerpo principal.....	134
Anexo 5 Hojas de cálculo. ....	136
6.7.1 Hojas de cálculo Excel de la pieza marca: 1. ....	139
6.7.2 Hojas de cálculo Excel de la pieza marca: 2 .....	141
6.7.3 Hojas de cálculo Excel de la pieza marca: 3 .....	143
6.7.4 Hojas de cálculo Excel de la pieza marca: 5 .....	145
6.7.5 Hojas de cálculo Excel de la pieza marca: 6 .....	147
6.7.6 Hojas de cálculo Excel de la pieza marca: 7 .....	149
6.7.7 Hojas de cálculo Excel de la pieza marca: 9 .....	151
6.7.8 Hojas de cálculo Excel de la pieza marca: 10 .....	153
6.7.9 Hojas de cálculo Excel de la pieza marca: 12 .....	155
6.7.10 Hojas de cálculo Excel de la pieza marca: 13 .....	157
6.7.11 Hojas de cálculo Excel de la pieza marca: 14 .....	159
6.7.12 Hojas de cálculo Excel de la pieza marca: 15 .....	161
Anexo 6. Abreviaturas .....	163

## Anexo 1: Búsqueda de información.

---

### 1.1 Breve repaso de la historia de la conservación de los alimentos.

Se desconoce con exactitud cuándo el ser humano empezó a almacenar y conservar alimentos para su posterior consumición.

El nomadismo, está íntimamente relacionado con los alimentos, ya que, en aquel entonces, los llamados nómadas se desplazaban grandes distancias y cambiaban constantemente de lugar por la necesidad de encontrar alimentos, así como mejores refugios.

Sin embargo, con la llegada del neolítico se produce un crecimiento de la población, que obliga al ser humano a utilizar la ganadería y la agricultura, con lo que, ahora, a falta de poder desplazarse a otras zonas, llega la necesidad de almacenar alimentos para los tiempos de escasez. Se considera que los sumerios fueron los primeros criadores de ganado. Es por eso, que del Neolítico se conservan construcciones como los graneros excavados en las rocas o en el suelo, donde nuestros antepasados almacenaban el grano. De esta manera, se llega al final del nomadismo.

Además, son los sumerios los primeros en conservar la carne y el pescado por medio de la salazón, así como, la transformación de cereales en pan y las fermentaciones naturales, de ahí que se crea que son los inventores de la cerveza.

Los fondos de las cuevas, se utilizaban para conservar alimentos porque eran lugares más frescos. Las fosas excavadas en el suelo y tapadas protegían los alimentos de los animales. La carne, pescados y plantas se secaban al aire y al sol.

El secado, ahumado, curado y el salado, han sido las técnicas más utilizadas a lo largo de la historia. El uso de una técnica u otra depende de la zona geográfica, por ejemplo, el secado era más habitual en zonas cálidas como las orillas del mediterráneo, el ahumado en zonas más frías y húmedas, mientras que el salado, en zonas costeras.

Los griegos descubrieron que recubriendo las frutas y algunas verduras con cera virgen se conservaban durante más tiempo y que añadiendo miel a frutas, cociéndolas y depositándolas en ordenes impermeabilizados con resina, se conservaban durante semanas enteras.

Los romanos conservaban el vino en ánforas herméticamente cerradas.

La refrigeración basada en el hielo natural también es un proceso muy antiguo. Los antiguos romanos utilizaban el hielo de los Apeninos y en la Edad Media caravanas de camellos transportaban hielo desde el Líbano a los palacios de los califas en Damasco y Bagdad. Los griegos y los romanos comprimían la nieve en pozos aislados con pasto, paja y ramas de árboles. La nieve comprimida se convertía en hielo para ser usado en épocas de mayor calor.

Los egipcios, hindúes y otros pueblos, empleaban procedimientos para producir hielo artificialmente, en general parecidos en sus principios. Se llenaban con agua vasijas poco profundas de arcilla porosa u otro material análogo y se colocaban sobre gruesos lechos de paja durante la noche. Si las condiciones atmosféricas eran favorables: frío, aire seco y una noche sin

nubes, la pérdida de calor, debida a la evaporación nocturna, originaba la formación de finas capas de hielo en la superficie. La paja impedía la conducción del calor desde la tierra más caliente y la forma de las vasijas, poco profundas y de una gran superficie, facilitaba la evaporación y la pérdida de calor por radiación.

Los primeros recipientes para la conservación de los alimentos estaban hechos de cuero, cuerda, madera...etc. La invención de la cerámica supuso un avance muy grande en la conservación.

Pero, así como el crecimiento de la población ha movido al ser humano a investigar métodos de conservación para sus alimentos, vamos a ver a continuación como conflictos armados también han tenido un alto grado de influencia en este aspecto.

Napoleón III durante sus campañas debió enfrentar un importante desafío, pues la alteración de los alimentos diezmaba a las tropas, siendo estas muertes más numerosas que las ocurridas en los combates. Por esta razón, ofreció un premio de 12.000 francos a quien lograra encontrar un método funcional para la conservación de los alimentos. A raíz de esto Nicholas Appert inventa la conservación por calor. Este método, conocido como "appertización", consistía en hervir los alimentos y depositarlos en el interior de un recipiente de vidrio cerrado donde se conservaban durante meses. A pesar de este importante descubrimiento, Appert no supo dar una explicación científica a la "appertización" en su momento, tan solo atribuyó el efecto a la eliminación del aire del recipiente. Fue Pasteur quien, años más tarde, atribuyó a la eliminación de microorganismos la razón de la alteración de los alimentos tras efectuar experimentos sobre esterilización de alimentos, que una vez sometidos a calor, eran introducidos en recipientes herméticamente cerrados evitando así la recontaminación de los mismos.

En 1810 en Inglaterra, el comerciante Peter Durand sacaba una patente mediante la cual aconsejaba el uso de envases metálicos(estaño) para la introducción en su interior de los alimentos. Más tarde Bryan Donkin, Hall y Gamble compraron la patente por 1000 libras esterlinas y nació la industria del enlatado. La armada británica del rey Jorge III apreció la utilidad de este método, despertando así un gran interés por parte del público, y los introdujo en los navíos de la armada real a partir de 1831. La aceptación de este tipo de alimentos tardó un tiempo en lograrse por parte del público, pero la industria de enlatado ya había despegado.

Durante el año de 1834 Jacob Perkins patenta una máquina de compresión de vapor, dando lugar así a un invento que años más tarde se conocerá como el frigorífico. Los primeros frigoríficos domésticos aparecieron en Fort Wayne, Indiana, donde, en 1911, General Electric Company dio a conocer una unidad inventada por un monje francés. La producción en masa de los refrigeradores modernos no empezó hasta después de la Segunda Guerra Mundial. Durante la década de 1940 el almacenamiento de alimentos congelados llegó a ser ampliamente utilizados por los consumidores.

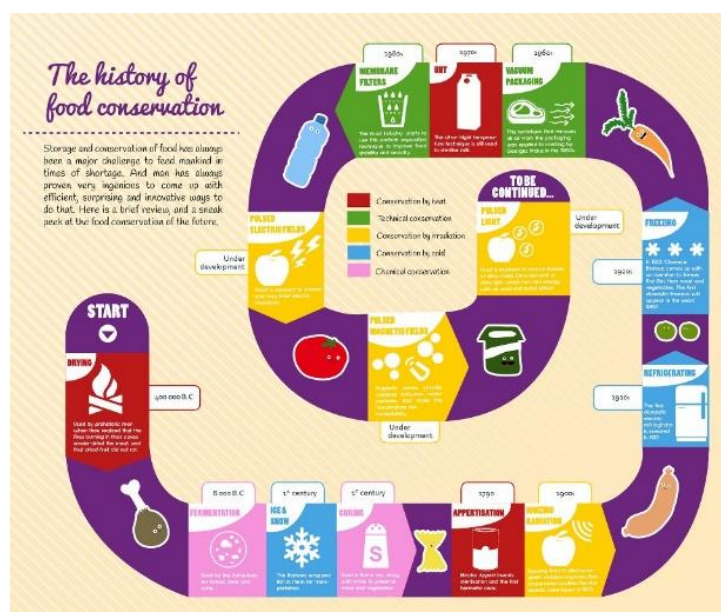
En 1842, se hizo por primera vez la congelación de alimentos de forma comercial. A raíz de esto aparecen los primeros congeladores en el año 1960.

En el año 1921 se utilizó por primera vez la irradiación de los alimentos con el objeto de matar un parásito de la carne de cerdo llamado "Trichinella spiralis" causante de la triquinosis. En 1930 los franceses plantearon la utilización a mayor escala del proceso, pero fue sólo a partir de 1945 cuando se produjo un aumento en el uso de esta técnica y que se pudo contar con radioisótopos más baratos que permitió que esta tecnología fuese un poco más accesible.

Como se ha visto anteriormente, ya en el siglo XIX la industria conservera utilizaba el tratamiento térmico y la ausencia del aire para la conservación de alimentos, pero, la conservación sin aire tal y como la conocemos hoy en día no llega hasta pasada la primera mitad del siglo XX, allá por los 50, cuando se utilizó por primera vez de forma industrial para el envasado al vacío de pavos por The Cryovac. Desde entonces se mostró un gran interés por esta tecnología involucrándose muchas compañías en optimizar el proceso mediante la aportación de nuevos materiales, métodos, máquinas de vaciado...etc. Pero es en los años 70 cuando la idea de introducir gas inerte para el vaciado aumentó drásticamente la eficacia del proceso haciendo que se comercialice con mayor intensidad principalmente entre empresas dedicadas al sector de la alimentación y exportación.

Por lo que respecta a alimentos como la leche, estos siempre han sido más problemáticos frente a otros debido a su composición biológica láctea. Es por eso que llega el tratamiento UHT, que combinado con un sistema de llenado libre de bacterias y un envase estéril, permite que el producto mantenga sus propiedades intactas durante meses sin necesidad de frío ni conservantes. La llegada del tratamiento UHT fue un punto de inflexión en la historia de la industria láctea, ya que permitió que la leche pudiera llegar a todos los rincones del mundo, manteniendo todas sus propiedades -color, textura, sabor y valores nutricionales- hasta 12 meses, sin necesidad de conservantes ni refrigeración.

En las últimas décadas muchos otros procesos innovadores destinados a la conservación y procesado de alimentos han aparecido, entre ellos destacamos algunos de los más interesantes como el filtrado por membranas, una técnica empleada para separar partículas de un líquido para purificarlo mediante un disolvente que atraviesa una membrana semipermeable. La permeabilidad de la membrana está determinada por el tamaño de los poros de la membrana y actúa como barrera para las partículas que son más grandes que los poros, mientras que el resto del disolvente puede pasar libremente a través de la membrana. El resultado es un fluido limpio y filtrado a un lado de la membrana, con la solución eliminada al otro. Además, otro proceso de tratamiento y conservación reciente a mencionar es el de *pulsed electric fields*. Se trata de un método atérmico para la preservación de los alimentos que utiliza pequeños impulsos de electricidad para la paliación de la actividad micro bacteriana causando un efecto mínimo sobre la calidad de las frutas y sus atributos.



15. Historia de la conservación de los alimentos.



## 1.2 Productos antecedentes.

Se expone a continuación algunos de los objetos que han servido de inspiración para este proyecto y que, además, a lo largo del proceso de desarrollo del trabajo nos van a servir de base de referencia. De todos los objetos del mercado estudiados, se destacan los siguientes:

### Nevera Ice Fresh compact.



16. Ice Fresh Compact

Descripción: Nevera portátil concebida para mantener refrescos y alimentos en estado óptimo durante 11 horas aproximadamente. Esta ventaja es proporcionada gracias a la utilización del nuevo tejido FRESH compuesto de una espuma autoinflable y un tejido con revestimiento plateado en el interior que garantiza un aumento de temperatura de los 5 a 15 grados centígrados en 11 horas.

Proporcionan un volumen de 25 litros y no se utilizan geles de congelación en estas.

Precio: 44,90 euros

### Neveras de Camping.



17. Nevera de camping

Descripción: Se trata de las típicas neveras presentes en la mayoría de los hogares. Utilizadas mayoritariamente para el depositado de refrescos, así como productos perecederos alimenticios. Los materiales empleados en su construcción son polímeros de baja conductividad térmica.

Pueden incluir geles de congelación utilizados para reducir la temperatura de la cámara interior de la nevera y alargar de esta manera el tiempo de conservación.

Precio: 10 – 25 euros.

### Nevera portátil.



18. Nevera portátil

Descripción: neveras portátiles que necesitan una conexión a una fuente de alimentación para poder desarrollar correctamente su función. Algunas disponen de batería para poder trabajar durante un tiempo relativamente corto sin necesidad de estar conectada a una fuente de alimentación.

Su capacidad suele rondar entre los 20 – 30 litros y requieren de una conexión de coche de 12A/230V.

Precio: de 70 a 150 euros.

### Nevera portátil (con funciones extra).



19. Coolest

Descripción: En este caso, de la misma forma que en el caso anterior, tenemos una nevera portátil que hace la función de refrigerador con batería incorporada. Además, incorpora otras funciones como la posibilidad de reproducción de música gracias a sus altavoces, luces para la creación de un ambiente festivo, batidora para la preparación de cócteles y carga USB para el móvil.

Su capacidad es de 25 litros aproximadamente.

Precio: 400 euros.

### Envasadoras al vacío con film.



20. Envasadora al vacío con film

Descripción: Con esta técnica, se elimina el aire del entorno del alimento, así como del interior del envase que lo contiene, evitando de esta manera el efecto oxidante que produce el aire sobre el alimento.

Podemos distinguir dos tipos de envasadoras al vacío, con y sin campana. La diferencia radica en la forma de extracción del aire. Mientras que las envasadoras sin campana extraen el aire directamente de la bolsa, las de campana extraen el aire del interior de la cámara provocando esta unión sin aire entre bolsa y alimento.

Las envasadoras al vacío con campana son más eficientes porque permiten la utilización de bolsas lisas en lugar de estriadas y además porque produce un mayor vaciado por la bomba que utilizan, una bomba rotatoria, a diferencia de las de sin campana que utilizan una bomba de pistón. Precio: 30 – 600 euros.

### Envasadoras al vacío con depósito.



21. Envasadora al vacío de campana.

Descripción: Esta técnica similar a la anterior se caracteriza por componerse de dos partes. Una de ellas es la vaciadora propiamente dicho y la segunda parte es un depósito de plástico en el interior de cual se deposita el alimento y se extrae el aire de su interior.

La unión entre una pieza y la otra se produce por medio de un tubo de goma.

Precio: 30 – 600 euros.

### Envasadora al vacío manual.



Descripción: Se trata de un objeto cuyo principio de funcionamiento es el mismo que en los casos anteriores. La diferencia radica en que el vaciado se produce de forma manual con la ayuda del usuario, es este quien ahora debe extraer el aire del interior de la bolsa utilizando el dispositivo.

Esta variante permite ciertas ventajas como una reducción en los tiempos de vaciado y ahorro energético.

Precio: 10 euros.

### 22. Bomba extractora de aire manual.

#### Campanas de vacío.



Descripción: Recipiente de paredes rígidas y generalmente transparente utilizado por investigadores para llevar a cabo experimentos de índole física, química, mecánica...etc.

Precio: 60 – 200 euros.

### 23. Campana de vacío.

#### Cámaras de atmósfera controlada.

Descripción: En este caso se trata de una técnica en la que se modifica la composición de la cámara conservadora. Generalmente lo que se hace es empobrecer la atmósfera en Oxígeno y enriquecerla en Dióxido de Carbono.

Estas cámaras están destinadas a la conservación de frutas, especialmente las manzanas y los kiwis. La atmósfera controlada ralentiza las acciones bioquímicas provocando una lentitud en la respiración de la fruta retrasando así la maduración. Se produce un efecto refrigerante sobre la fruta, pero, el efecto del oxígeno reducido sobre la respiración de la fruta es mucho más importante que el efecto producido por la bajada de temperatura de las cámaras frigoríficas. Se obtiene como resultado la disminución de los problemas fisiológicos en las frutas, así como las pérdidas por podredumbre.

Precio: no ha sido posible averiguar el precio de estos aparatos ya que uso está destinado principalmente a las grandes industrias, por eso, sus fabricantes guardan el precio celosamente en secreto frente a sus competentes. Pero podemos afirmar con total seguridad que su precio supera los miles de euros.

### **Cámaras de atmósfera modificada.**

Descripción: En esta técnica se reduce el oxígeno hasta niveles muy reducidos y posteriormente se introduce nitrógeno mezclado con dióxido de carbono.

La atmósfera que se consigue en el interior de la cámara varía con el paso del tiempo según las necesidades del producto que se encuentre en su interior

El dióxido empleado es un gas con propiedades bacteriostáticas y fungistáticas, lo que retarda el crecimiento de hongos y bacterias aeróbicas, de forma resumida, el dióxido de carbono alarga la fase de crecimiento microbiano.

Precio: no ha sido posible averiguar el precio de estos aparatos ya que su uso está destinado principalmente a las grandes industrias, por eso, sus fabricantes guardan el precio celosamente en secreto frente a sus competentes. Pero podemos afirmar con total seguridad que su precio supera los miles de euros.

### **Cámaras de Ultra Alto vacío (UHV).**

Descripción: Como su nombre indica, se trata de unas cámaras que en su interior producen un vacío muy alto, los valores habitualmente rondan entre los  $10^{-7}$  mbar, mientras que una atmósfera es equivalente a 1013 mbar.

Estas técnicas tan sofisticadas se suelen utilizar para: deposición de películas delgadas en óptica y electrónica, estudio de superficies con gran precisión, cámaras de simulación espacial, espectrometría de masas...etc.

Precio: no ha sido posible averiguar el precio de estos aparatos ya que su uso está destinado principalmente a las grandes industrias, por eso, sus fabricantes guardan el precio celosamente en secreto frente a sus competentes. Pero podemos afirmar con total seguridad que su precio supera los miles de euros.

### 1.3 Patentes.

Se procede a continuación a realizar una búsqueda de patentes existentes relacionadas con el producto que se pretende desarrollar en este proyecto con la intención de investigar sobre características, funciones adicionales e innovadoras, así como evitar la creación de un producto que pueda entrar en conflicto con alguna patente por plagio.

#### Nevera portátil perfeccionada

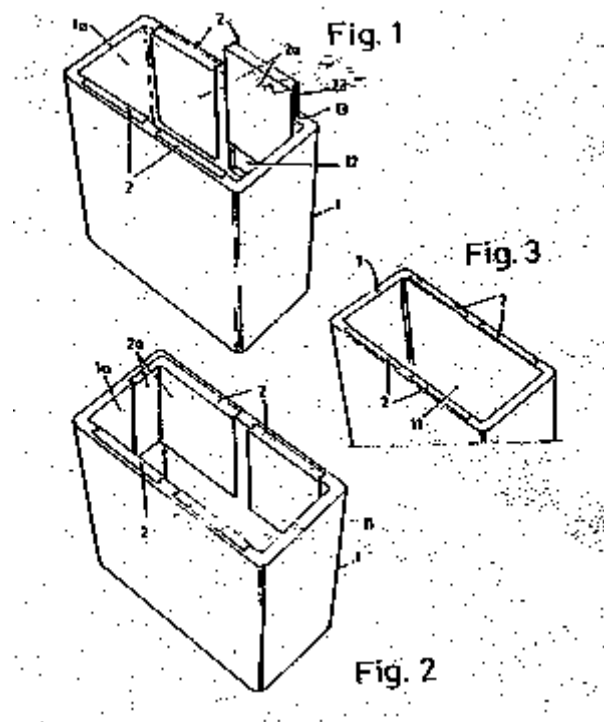
Se trata de una nevera perfeccionada, que define un receptáculo interior que se cierra mediante una tapa y todo ello aislado térmicamente. El propio cuerpo que define el receptáculo integra una pluralidad de cavidades abiertas para alojar módulos precongelados.

Una vez alojados dichos módulos junto al cuerpo principal ofrecen una continuidad estructural que delimita el receptáculo interior de modo que se mantiene refrigerado dicho receptáculo sin disminuir su capacidad útil. Estos módulos incorporan unas guías longitudinales para posibilitar su montaje/desmontaje.

Solicitante: Millán Santacruz, Jorge Juan.

Inventor: Millán Santacruz, Jorge Juan.

Fecha de publicación: 1 de junio de 2001.



24. Patente 1

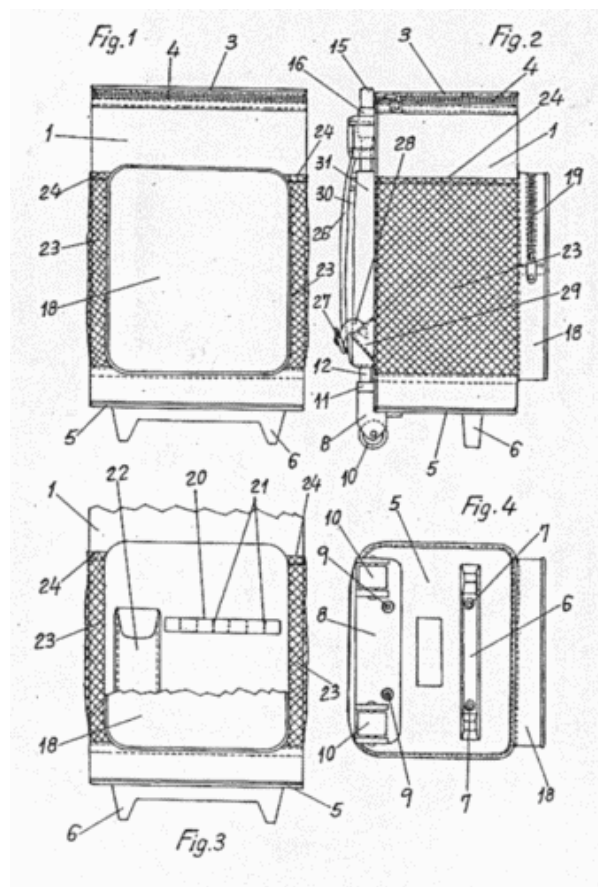
### Nevera portátil perfeccionada con múltiples aplicaciones.

Nevera portátil perfeccionada con múltiples aplicaciones caracterizada por tener un cuerpo prismático rectangular cuyos laterales, base y tapa incorporan un relleno flexible de un material de alta resistencia térmica. Incorpora por su plano exterior y junto al lateral frontal de la nevera unos pies de apoyo montados mediante tornillos, mientras que, junto al lateral posterior de la nevera, la propia placa base por su plano inferior, presenta un juego de ruedas para su desplazamiento montados por un conjunto de tornillos. Esa placa base además sirve de medio de sustentación de unas piezas tubulares ascendentes que por la parte posterior de la nevera guían unos juegos de piezas extensibles telescópicamente y provistas de asas para el desplazamiento de la nevera. También incorpora en la parte frontal un bolsillo con cremallera que alojan en su interior una cinta elástica que fija los cubiertos y otro bolsillo lateral que aloja diferentes utensilios. Se caracteriza además por poseer en la parte posterior de la nevera unas cintas reforzadas rematadas con una hebilla que abrocha con otras cintas flexibles cosidas en los laterales de la nevera, con medios de ajuste para poder ser utilizada como mochila de carga sobre los hombros del usuario.

Solicitante. Vidal, Juan.

Inventor/es: Vidal, Juan.

Fecha de publicación: 1 de marzo de 2005.



25. Patente 2

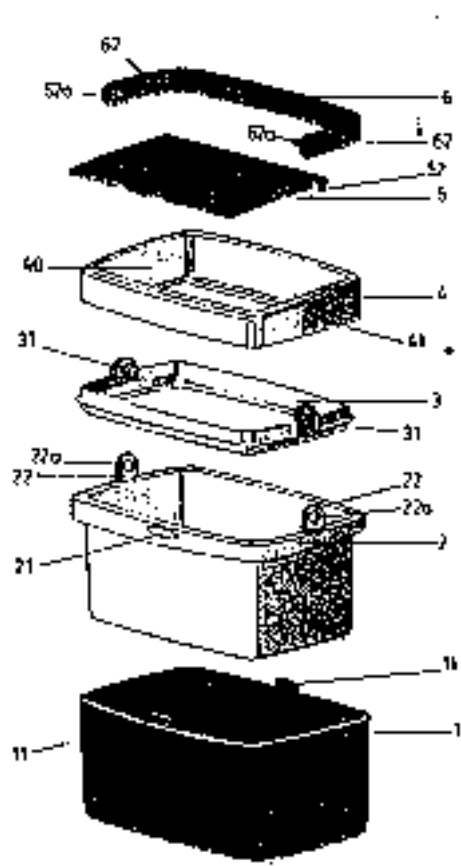
**Nevera portátil perfeccionada para camping y similares.**

Nevera perfeccionada para camping y similares caracterizada porque el montaje engatillado entre carcasa y cámara inferiores es unidireccional definido por sendas pestañas diametralmente contrapuestas en la carcasa que se alojan en sendas cajeras enfrentadas de la cámara, o viceversa, con deformación elástica.

Solicitante: Millán Santacruz, Jorge Juan.

Inventor: Millán Santacruz, Jorge Juan.

Fecha de publicación: 7 de mayo de 2001



**Fig. 1**

26. Patente 3

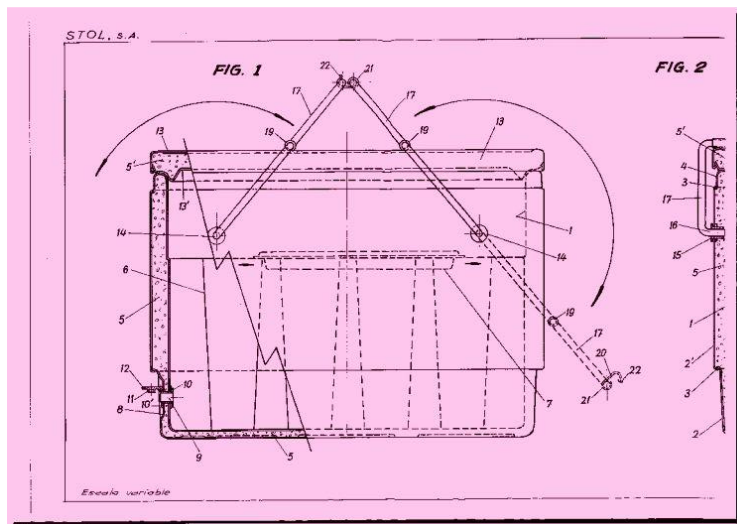
### Nevera portátil con dispositivo de cierre.

Nevera portátil con dispositivo de cierre específico, que se caracteriza por constituir de una caja sensiblemente paralelepípedica, que se halla introducida en otra caja exterior compuesta por dos cuerpos debidamente acoplados por solape y unión de sus bordes coincidentes que además tienen cierta separación entre ellas para introducir un material de gran resistencia térmica. Además, las paredes internas y de ambas cajas están provistas de unos nervios que transmiten una mayor rigidez y resistencia.

Solicitante: STOL, S.A

Inventor: STOL, S.A.

Fecha de publicación: 1 de enero de 1969.



27. Patente 4.



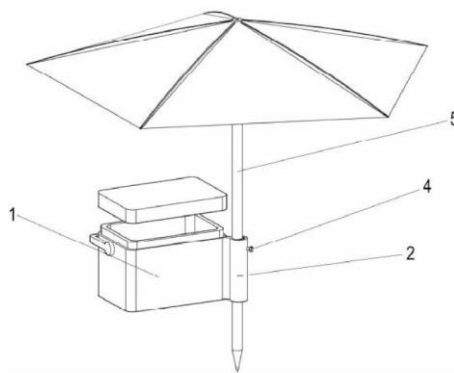
**Nevera portátil con soporte para sombrilla.**

Nevera portátil con soporte para sombrillas, caracterizada por ser una nevera portátil convencional sobre la que se ha añadido un dispositivo tubular dotado de un sistema de apriete, que fija el palo de la sombrilla a la nevera, mediante un tornillo que se enrosca.

Solicitante: Quintana García, Ricardo.

Inventor: Quintana García, Ricardo.

Fecha de publicación: 25 de junio de 2015.



28. Patente 5.

**Conclusiones:**

Se han encontrado 5 patentes que describen productos similares al planteado en este proyecto. Además de estas 5 patentes, se han encontrado otras que describían productos relacionados con el aquí planteado como, accesorios de unión para las neveras portátiles que añadían diferentes funciones.

En cuanto a las conclusiones que sacamos, se puede decir que ninguna patente de las que han sido estudiadas describen productos idénticos al nuestro. Tampoco se plantea la posibilidad de un conflicto por la violación de alguna patente o de alguna característica que estas exponen por parte del producto que se desarrolla en este proyecto.

Hemos podido ver distintas características innovadoras como la utilización de ruedas, asas o cintas para el transporte de la nevera sobre la espalda. Otras características como la incorporación de atributos que añadan nuevas funciones como base de apoyo para las sombrillas de playa, o incluso la propia incorporación de geles de congelación en las paredes de la nevera.

Pero en ningún caso se ha observado una patente que explícitamente mencione la utilización de materiales térmicamente aislantes como el poliestireno expandido para el relleno de las paredes o la utilización de dispositivos de extracción del aire para crear un vacío dentro de la cámara que dificulte la transferencia de calor.

## Anexo 2: Diseño Conceptual.

---

Para evitar un planteamiento incorrecto de nuestro problema y una formulación deficiente de objetivos y metas a conseguir, se procede a continuación a un estudio detallado de los aspectos que envuelven al producto para optimizar al máximo el proceso de concepción de todos sus detalles y características.

### 2.1 Estudio de las expectativas

El objetivo principal de este proyecto es obtener un nuevo concepto de nevera portátil simple que permita su utilización en intervalos de tiempo más largos que los normales. Es decir, se busca crear una nevera portátil que, gracias a ciertas incorporaciones técnicas como el vaciado del aire y los materiales térmicamente aislantes, van a permitir una conservación de los productos perecederos dentro depositados durante más tiempo a una temperatura reducida, cosa que hace que el uso sea más duradero y eficaz.

### 2.2 Conocimiento del problema

Como ya se ha visto anteriormente, en el breve resumen de la historia de la conservación de los alimentos, siempre ha existido la necesidad de conservar alimentos. Esta necesidad se ha servido de diversas técnicas a lo largo de la historia del ser humano, y a medida que este evolucionaba las técnicas de conservación de alimentos lo hacían paralelamente. Desde la salazón y el ahumado hasta el frigorífico pasando por la pasteurización y el enlatado.

Bien, actualmente disponemos de cámaras de Ultra Baja Presión y de Atmósfera Controlada para el transporte y conservación durante un tiempo muy largo. Frigoríficos en todos los hogares que nos permiten conservar nuestros productos y poder disponer de ellos en buen estado en el momento que lo necesitemos. Bolsas herméticamente cerradas para una conservación sin aire. Neveras portátiles conectables a la toma de corriente de nuestro coche y un largo sinfín de muchos otros.

Cuando el usuario sale a la playa, hace un viaje de duración intermedia o se va de “camping”, normalmente opta por las neveras portátiles para depositar sus alimentos y poder consumirlos posteriormente. Estas neveras incorporan además unos geles que se congelan y proporcionan un entorno de baja temperatura dentro de la cámara de conservación, aspecto que, alarga el tiempo de conservación de los alimentos dentro depositados. Pero, estos geles se descongelan en períodos de tiempo relativamente cortos, de 6 a 8 horas. Además, la nevera no posee una estructura lo suficientemente aislante para evitar la transferencia de calor de forma óptima que en definitiva produce la descongelación de los geles y, aumento de la temperatura de los alimentos y posterior deterioro de estos. Otro aspecto a tener en cuenta es que el cierre, aunque es un cierre fuerte, no garantiza una estanqueidad lo suficientemente adecuada como

para evitar la entrada de aire caliente en el interior de la cámara, este efecto se acentúa sobre todo con el paso del tiempo.

Considerar también el tiempo que se utiliza esta nevera. Si son salidas a la playa, o de camping de duración corta, de unas 6 o 8 horas, se podría decir que estas son útiles y nos proporcionan un buen servicio. Pero si se trata de salidas de duración más larga como un viaje, una salida de camping más duradera o una estancia en un festival de conciertos de dos, tres o cuatro días, ya no nos sirven, porque es entonces cuando alimentos como frutas, quesos o embutidos empiezan a deteriorarse siendo no aptos para su consumo.

En definitiva, los principales problemas son:

- Una estructura y materiales pobres y deficientes en cuanto a aislamiento térmico.
- Conservación limitada a intervalos de tiempo cortos.
- Cierre inadecuado.
- Necesidad de uso de geles precongelados.

Por eso, en un intento de dar una solución a este problema, se pretende hacer un producto similar a la nevera con una nueva estructura de materiales aislantes térmicamente y además un mecanismo manual de extracción del aire del interior. Además, se buscará proporcionar un cierre hermético que evite la entrada de aire en el interior de la cámara. También, se contempla la posibilidad de poder utilizar geles congelados o cubitos de hielo en el interior en contacto con los materiales que componen la cámara para conseguir una bajada de temperatura de estos y reforzar de esta forma, el efecto de conservación.

## 2.3 Definición del nivel de generalidad.

Según todo lo expuesto anteriormente, se deduce que con este proyecto se busca dar lugar a un producto innovador, sin embargo, es en cierta medida similar a algunos ya existentes o, mejor dicho, un rediseño y optimización de varios de ellos. Por eso, dado que se pretende crear un producto similar a uno ya existente, pero con otros nuevos atributos que permitirán una optimización del mismo y por tanto un mejor uso, podemos concluir que el nivel de generalidad entre el que nos movemos es medio.

## 2.4 Definición de objetivos

Se van a determinar a continuación los objetivos principales a aplicar en el diseño del producto.

### 2.4.1 Estudio de las circunstancias en las que operará el futuro diseño.

Se realiza también un estudio de las circunstancias en las que va a operar nuestro producto para la obtención de ciertas metas y objetivos a cumplir. Este procedimiento también se puede entender como un estudio de los factores externos e internos que afectan al proceso diseño y producto final.

- **Económicas:** hay que tener en cuenta la presente situación económica. Si el producto debido a sus innovaciones va a experimentar un incremento elevado de precio respecto a los productos en los que se basa, el cliente, no deseará adquirirlo. Por eso, el incremento del precio no deberá ser superior al 25% del original.

- **Sociales:** Debido a cuestiones económicas, la sociedad ha perdido poder adquisitivo. Por eso, ante nuevos productos, pueden mostrar comportamientos escépticos y desconfiados, optando así por los que son ya conocidos. Por eso, el aspecto y características que presente el producto generado tendrán que ser lo más familiares posible para el usuario.
- **Políticas:** La mala situación política ha aumentado la preocupación y la desconfianza de la ciudadanía. Esta desconfianza e incredulidad en un principio cosechada en el ámbito político a menudo puede verse reflejada sobre otros ámbitos. Por eso, al ser un producto nuevo, hay que hacer que este no cree desconfianza en el usuario. No debe transmitir la sensación de actividades poco éticas ni de estafa. Debe contar con el interés, confianza y seguridad del cliente.
- **Culturales:** El usuario siempre busca identificarse con sus productos. Esta identificación se puede conseguir por diferentes medios: estética, precio, estilo...etc. El cliente, compra los productos en los cuales se ve reflejado a sí mismo. Por eso, se deberá hacer que el producto tenga un aspecto atractivo, pero sin perder su carácter habitual para no romper con el concepto de familiaridad anteriormente descrito. Por esta razón debe mostrar que se trata de un producto de calidad.
- **Medioambientales:** Este producto está destinado a trabajar principalmente en ambientes exteriores: playas, campos, zonas de montaña, etc. Por eso deberá ser lo más resistente posible a la intemperie. Deberá construirse con materiales resistentes que eviten su fácil degradación, así como, presentar cierta dureza superficial para evitar las posibles ralladuras y otro tipo de desperfectos que se puedan crear sobre su superficie.

En los últimos años la cuestión medioambiental ha estado muy presente y además ha tenido una gran incidencia en la sociedad actual, debido a los niveles elevados de contaminación y desperdicios que genera el ser humano. Por eso, otro aspecto muy importante a considerar en este producto es su posterior retirada, para hacer que tenga un impacto ambiental mínimo. Se tendrá que utilizar materiales poliméricos termoplásticos en la mayor medida posible. Se buscará utilizar la menor cantidad de materiales diferentes, siendo valorable la utilización del mismo material para distintas piezas. Finalmente, evitar la utilización de uniones permanentes. Las uniones entre distintas partes deberán ser desmontables para facilitar el despiece y posterior reciclado del mismo.

En definitiva, a partir del estudio de las circunstancias en las que se desarrollará el futuro diseño podemos sacar algunos objetivos como:

- El precio debe ser el mínimo posible y que nunca sobrepase un incremento del 25 % de la media del precio de los productos similares.
- El producto, aunque sea nuevo, tendrá que presentar un aspecto lo más familiarizado posible.
- Por ser un producto nuevo, que no genere desconfianza ni inseguridad en el comprador.
- Inspirar calidad.
- Aspecto atractivo sin perder el carácter típico de estos productos.
- Utilizar materiales termoplásticos para una mejor reutilización posterior de los mismos.
- Evitar uniones adhesivas y no desmontables.
- Evitar la utilización de materiales diferentes.

## 2.4.2 Estudio del ciclo de vida del producto.

A continuación, se va a obtener una serie de objetivos a partir de la consideración de las distintas fases de vida de un producto.

### Diseño:

- Materiales que respeten el medioambiente.
- Forma sencilla y familiar.
- Aspecto familiar.
- Utilizar EPS o espuma de poliuretano para aislamiento térmico.

### Fabricación:

- Que la fabricación de las distintas piezas sea lo más sencilla y por tanto económica posible.
- Obtención de moldes lo más simplificados posible.

### Ensamblado:

- El tiempo de ensamblado y manipulación debe ser el más reducido posible.

### Distribución:

- El producto deberá tener una forma que posibilite un transporte del mayor número de productos.
- De peso reducido. A mayor peso mayor también el consumo del vehículo que transporta la carga y por tanto el impacto medioambiental.

### Utilización:

- Utilización lo más fácil e intuitiva posible.
- Deposición y extracción de alimentos rápida e sencilla.

### Mantenimiento:

- De fácil limpieza.
- Fácil desmontaje.

### Eliminación:

- Desmontable.
- Materiales reutilizables.

## 2.4.3 Estudio de los grupos afectados por el producto.

Se atiende también a los grupos afectados por el producto para obtener nuevos objetivos a implementar en este. Estos posteriormente, junto al resto, se clasificarán en tres clases, optimizables, restricciones y deseos.

En este caso, los grupos elegidos son: Diseño, fabricación y usuarios.

### Diseño:

- Que sea aislante térmicamente.
- Que disponga de un volumen suficiente para su función.
- Que tenga un bajo impacto medioambiental.

- Tiene que ser resistente en caso de golpes o caídas.
- Exterior cromado para dificultar la transmisión de calor por radiación.
- Los materiales que sean reutilizables o reciclables.
- Utilizar el mayor número posible de materiales iguales para favorecer al reciclado.
- Diseño acorde a su concepto.
- De estructura robusta.
- Resistente a pesos.

#### **Fabricación:**

- Diseño fácil de fabricar.
- El coste de fabricación que sea el mínimo posible.
- Posibilitar la fabricación en masa.
- Seguro de manipular por los operarios.
- Abaratar costes.
- Utilización de maquinaria y utillaje ya existente.

#### **Usuarios:**

- Fácil de utilizar.
- Que los alimentos se conserven durante más tiempo que con los métodos convencionales.
- Sería deseable que fuera ligero.
- Que no requiera mantenimiento o que este sea mínimo para su utilización.
- Que no ocupe un espacio demasiado grande.
- Fácil limpieza.
- Que tenga una vida útil lo más larga posible.
- Que sea seguro en su utilización y que no tenga aristas vivas o tornillos salientes.

### **2.4.4 Obtención de información a nivel personal.**

Se va a realizar a continuación un cuestionario que será enviado a las personas que poseen o utilicen neveras portátiles con la intención de obtener información concreta sobre la experiencia del usuario, sus opiniones y gustos respecto a este producto.

En cuanto a las características de los grupos entrevistados, cabe decir que no se van a tener en cuenta aspectos como la edad, posición social, nivel económico...etc. Esto se debe a que se considera que son aspectos ambiguos en este estudio siempre que se respete una única norma: proponer el cuestionario a personas que poseen y/o utilizan neveras portátiles.

Es más, si es de interés, se puede añadir que el cuestionario fue propuesto a amigos y conocidos, cuyas edades están por debajo de los 30 años principalmente.

Con los resultados de este cuestionario se podrá obtener información de mayor profundidad en cuanto a los gustos, experiencias y opiniones respecto a este tipo de artículos.

En este caso no se utilizará un cuestionario piloto debido a que se cree que no es necesario para la realización de este proceso de obtención de información a nivel personal.

El cuestionario ha sido enviado a un total de 22 personas. Tan solo cuatro personas han contestado que no poseen una nevera portátil y que además no las suelen utilizar. Por esto,

aunque algunas han proseguido con la complementación del cuestionario, sus respuestas no se van a tener en cuenta para nuestro estudio.

En la siguiente tabla se refleja las contestaciones de los usuarios:

Pregunta	Respuesta A	Respuesta B	Respuesta C	Respuesta D
Nr.1	15	3	4	X
Nr.2	15	3	0	X
Nr.3	10	6	2	X
Nr.4	9	3	6	X
Nr.5	7	0	11	X
Nr.6	17	0	1	X
Nr.7	18	0	0	X
Nr.8	3	11	0	4
Nr.9	9	9	X	X
Nr.10	2	5	11	X
Nr.11	14	0	4	X
Nr.12	2	14	2	X
Nr.13	5	7	6	X

11. Resumen de las respuestas del cuestionario.

### Conclusiones:

Las conclusiones que se pueden extraer a partir de las respuestas de los encuestados son:

La frecuencia de uso de las neveras es de 1 a 5 veces al año mayoritariamente, y cuando se utilizan, lo hacen normalmente durante un único día. Nos podemos permitir pensar a partir de estas dos primeras cuestiones que se utilizan principalmente en época de verano o épocas más calurosas y durante estancias de un único día como salidas a la playa, al campo, de comidas...etc.

En cuanto a los objetos en el interior depositados, se trata principalmente de bebidas y refrescos y en segundo lugar de hielo y elementos de refrigeración.

Por lo que respecta a los usuarios que la utilizan para depositar la comida estos son muy pocos. La idea que extraemos aquí es que las neveras portátiles no se utilizan mucho para la deposición de objetos de alimentación debido a que no proporciona una buena conservación. Pero hay que tener en cuenta un factor, como se ha dicho en apartados anteriores, los encuestados son personas con edad inferior a los 30 años principalmente, es por eso que destinan el uso de las neveras a las bebidas o elementos de refrigeración, porque mayoritariamente las utilizan para festivales musicales u otros eventos donde se requiera de todo tipo de refrigerios y bebidas. Esa estancia como se ha visto anteriormente es inferior a un día, aunque en el 33.3 % de los casos es para estancias de 1 a 3 días.

Por lo que respecta a los geles de congelación, hay que decir que no ha habido ni un encuestado que se haya mostrado en contra de su uso, y además, el 61%, dice que ve cómoda su utilización. Por tanto, no hay ninguna necesidad de eliminar estos atributos de este tipo de productos.

Por lo que toca al tamaño de las neveras portátiles, la gran mayoría de los encuestados, el 94%, se muestra de acuerdo con su tamaño normal habiendo solo un encuestado que desearía que fuesen más grandes, y el 100% de los encuestados dice que el aspecto estético que tienen es el adecuado y no lo mejoraría. Se extrae de aquí que no hay necesidad de aumentar o disminuir el tamaño de las neveras portátiles ni tampoco cambiar su diseño.

Un punto muy importante a tener en cuenta es el precio que los encuestados han pagado por las neveras. El 61% de los encuestados ha pagado un precio de entre 20 y 50 euros. Además, en cuanto a la cantidad monetaria depositada, que en este caso no se ha requerido, una mitad de los usuarios creen que el precio es justo, mientras que la otra mitad cree que podrían ser más baratos. Por eso, un objetivo a tener en cuenta es que el precio final de nuestro producto no sobrepase los 50 euros teniendo en cuenta el incremento. Pero, si tenemos en cuenta, además, que el 88% de los encuestados se han mostrado a favor de pagar un incremento en el precio por una nevera que proporcione mayor duración de los alimentos u objetos perecederos en el interior depositados, podemos permitir que el precio del producto final sobrepase los 50 euros, pero, como ya se ha dicho en varias ocasiones, este tiene que ser un sobrecoste relativamente reducido.

El 89% de los encuestados saben o creen que una nevera portátil tradicional no puede mantener en condiciones óptimas productos perecederos durante 3 o más días. Además, la gran mayoría han contestado afirmativamente a posibilidad de poder tener una nevera que garantice la conservación óptima durante largas estancias, habiendo un porcentaje muy reducido, 28% que se han mostrado indiferentes. Esto justifica satisfactoriamente nuestra intención de crear una nevera portátil que si lo consiga.

Finalmente, en cuanto a la necesidad de incorporar una doble cámara para la separación de los objetos en el interior depositados, es la pregunta en la que más imparcialidad se ha generado, debido a que 27% lo ve necesario, un 38% lo ve innecesario mientras que el 35% restante se muestra indiferente. Se deduce por tanto que no hay una necesidad real de hacer una nevera portátil con una doble cámara ya que al final resultaría en un factor superfluo para un público indeciso.

Por tanto, cumpliendo con el objetivo principal de esta encuesta, a partir de este cuestionario podemos sacar algunas conclusiones como:

- Resistente a los ambientes en los cuales pueda ubicarse.
- Posibilidad de utilización de geles de congelación.
- Mantener el tamaño dentro de los límites acostumbrados por la sociedad.
- Estética lo más semblante posible a las neveras comunes.
- El precio final del producto debe de ser lo más reducido posible, y que en ningún caso sobrepase los 60 euros.

Cuestionario de forma y asociación:

En cuanto al cuestionario de forma y asociación, este ha sido enviado a las mismas 18 personas que en un principio contestaron afirmativamente a la pregunta de poseer o utilizar neveras



portátiles. Pero en este caso solo se obtuvo respuesta de 11 personas, los resultados de sus respuestas se pueden ver reflejados en la siguiente tabla:

Pregunta	Respuesta a	Respuesta b	Respuesta c
Nr.1	11	0	0
Nr.2	2	0	9
Nr.3	9	0	2

*12. Resumen de las respuestas del segundo cuestionario.*

Las conclusiones que aquí podemos extraer son:

La nevera número 1 es la que resulta de mayor familiaridad a los encuestados. Por tanto, el aspecto y diseño de nuestro producto, tendrá que ser lo más parecido posible a este.

La nevera número 3, es la más atractiva según los encuestados.

Finalmente, en lo referente a la tercera pregunta, el 81% de los encuestados se compraría la nevera número 1 mientras que el 19% restante la nevera número 3, este favoritismo se debe principalmente al precio reducido de la primera opción.

Por lo que respecta a la nevera número 2, esta ha sido la que peor puntuación ha obtenido. Por esto, esta nevera deberá ser utilizada como un ejemplo a no seguir, evitándose en todos los aspectos sus características, diseño, precio...etc.

Algunos de los objetivos que aquí se pueden plantear son:

- El diseño de la nevera tiene que ser familiar al usuario.
- Diseño similar, pero a la vez atractivo
- El precio lo más reducido posible

## 2.4.5 Conjunto de Objetivos.

Del total de objetivos de los que disponemos, podemos ver que no hay ningún objetivo general, ya que no se dispone de objetivos impuestos por instituciones externas como empresas que realizan el encargo del proyecto u otras que persigan metas y objetivos generales y personales con este u otro proyecto para el alcance de beneficios monetarios, reconocimientos, posicionamiento en el mercado...etc.

Por tanto, todos los objetivos de los que se dispone son objetivos secundarios referentes al propio diseño y objeto de este proyecto, siendo estos los objetivos que modelan y caracterizan nuestro producto final.

### Objetivos totales:

1. El precio debe ser el mínimo posible y que nunca sobrepase un incremento del 25 % de la media del precio de los productos similares.
2. El producto, aunque sea nuevo, tendrá que presentar un aspecto lo más familiarizado posible.
3. Inspirar calidad.

4. Aspecto atractivo sin perder el carácter típico de estos productos.
5. Utilizar materiales termoplásticos para una mejor reutilización posterior de los mismos.
6. Evitar uniones adhesivas y no desmontables.
7. Evitar la utilización de materiales diferentes.
8. Materiales que respeten el medioambiente.
9. Forma sencilla y familiar.
10. Aspecto familiar
11. Utilizar EPS o espuma de poliuretano para aislar térmicamente.
12. Que la fabricación de las destinadas piezas sea lo más sencilla y por tanto económica posible.
13. Obtención de moldes lo más simplificados posible.
14. El tiempo de ensamblado y manipulación debe ser el más reducido posible.
15. El producto deberá tener una forma que posibilite un transporte del mayor número de unidades
16. De peso reducido. A mayor peso mayor también el consumo del vehículo que transporta la carga y por tanto el impacto medioambiental.
17. Utilización lo más fácil e intuitiva posible.
18. Deposición y extracción de alimentos rápida e sencilla
19. Fácil desmontaje
20. Desmontable
21. Materiales reutilizables
22. Que sea aislante térmicamente
23. Que disponga de un volumen suficiente para su función.
24. Que tenga un bajo impacto medioambiental
25. Tiene que ser resistente en caso de golpes o caídas
26. Los materiales que sean reutilizables o reciclables.
27. Utilizar el mayor número posible de materiales iguales para favorecer al reciclado.
28. Diseño acorde a su concepto.
29. De estructura robusta.
30. Resistente a pesos.
31. Diseño fácil de fabricar.
32. El coste de fabricación que sea el mínimo posible.
33. Posibilitar la fabricación en masa
34. Seguro de manipular por los operarios
35. Abaratar costes
36. Utilización de maquinaria y utillaje ya existente
37. Fácil de utilizar
38. Que los alimentos se conserven durante más tiempo que con los métodos convencionales.
39. Sería deseable que fuera ligero.
40. Que no requiera mantenimiento o que este sea mínimo para su utilización.
41. Que no ocupe un espacio demasiado grande.
42. Fácil limpieza.
43. Que tenga una vida útil lo más larga posible.
44. Que sea seguro en su utilización y que no tenga aristas vivas o tornillos salientes.
45. Resistente a los ambientes en los cuales pueda ubicarse.
46. Posibilidad de utilización de geles de congelación.
47. Mantener el tamaño dentro de los límites acostumbrados por la sociedad.
48. Estética lo más semblante posible a las neveras comunes.
49. El precio final del producto debe de ser lo más reducido posible, y que en ningún caso sobrepase los 60 euros.

- 50. El diseño de la nevera tiene que ser familiar al usuario.
- 51. Diseño similar, pero a la vez atractivo
- 52. El precio los más reducido posible
- 53. Cromar el exterior para dificultar la transferencia de calor por radiación.

**Transformación de objetivos de forma en objetivos de función.**

En este caso solo se dispone de un únicamente de tres objetivos de forma, el número 5, 11 y 53. Su transformación en objetivos de función sería:

- *Utilizar materiales termoplásticos para una mejor reutilización posterior de los mismos.*  
Utilización de materiales que faciliten la posterior reutilización de los mismos.
- *Utilizar EPS o espuma de poliuretano para aislar térmicamente.*  
Materiales térmicamente aislantes.
- *Cromar el exterior para dificultar la transferencia de calor por radiación.*  
Que la mayor superficie exterior posible sea reflectante.

## 2.5 Análisis de objetivos

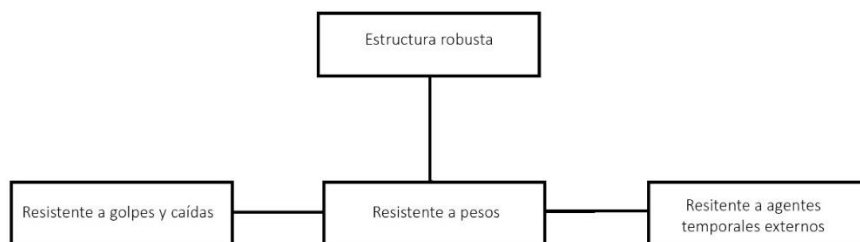
A partir de los métodos utilizados anteriormente, se obtienen todos los objetivos y se procede a la organización jerárquica y eliminación de los objetivos repetidos o similares con otros mejor formulados.

Los objetivos número: 2,3,9,10,12,16,18,19,21,22,23,24,26,27,35,36,37,39,41,47,48,49,50,51 y 52 fueron eliminados debido a la repetición o similitud con otros objetivos ya ordenados anteriormente.

**I. Resistencia:**

29	De estructura robusta.
25	Tiene que ser resistente en caso de golpes o caídas.
30	Resistente a pesos.
45	Resistente a los ambientes en los cuales pueda ubicarse.

13. Objetivos del parámetro resistencia.

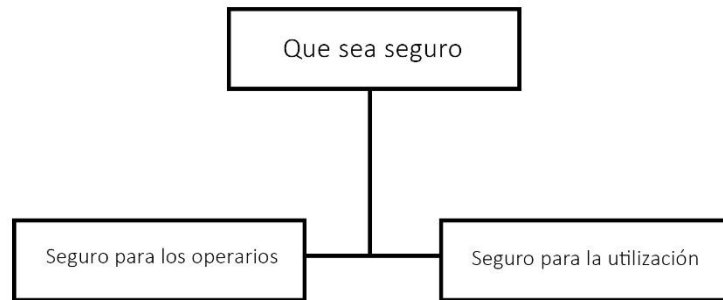


29. Árbol resistencia.

**II. Seguridad:**

34	Seguro de manipular por los operarios.
44	Que sea seguro en su utilización y que no tenga aristas vivas o tornillos salientes.

14. Objetivos del parámetro seguridad.

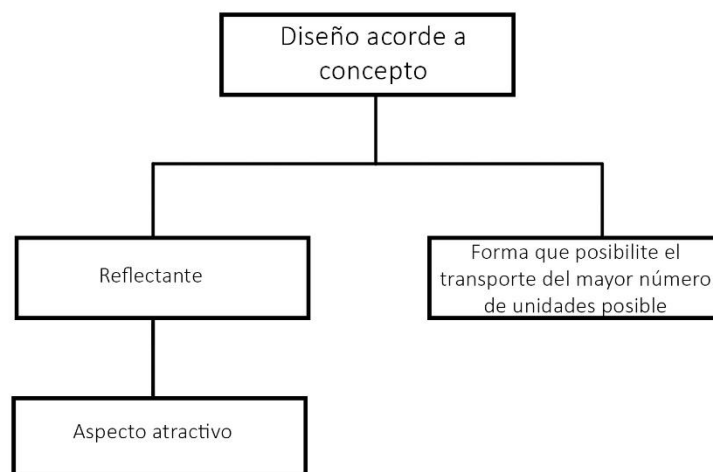


30. Árbol seguridad.

**III. Estética y Forma**

28	Diseño acorde a su concepto.
53	Que la mayor superficie exterior posible sea reflectante
15	El producto deberá tener una forma que posibilite un transporte del mayor número de unidades.
4	Aspecto atractivo sin perder el carácter típico de estos productos.

15. Objetivos del parámetro Estética y Forma.

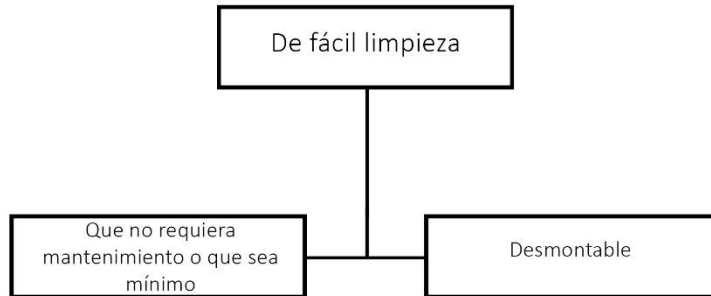


31. Árbol estética y forma.

**IV. Mantenimiento**

42	De fácil limpieza.
20	Desmontable.
40	Que no requiera mantenimiento o que este sea mínimo para su utilización.

16. Objetivos del parámetro mantenimiento.

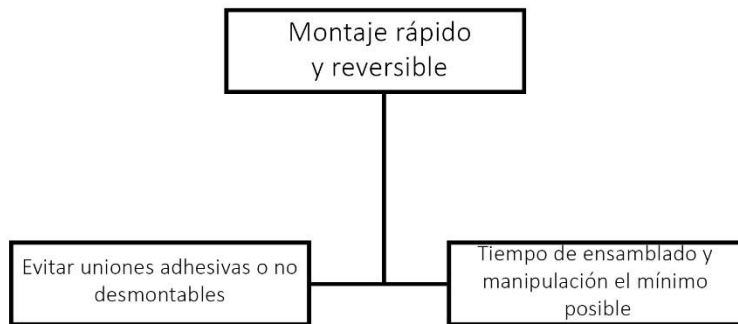


32. Árbol mantenimiento.

**V. Montaje**

6	Evitar uniones adhesivas y no desmontables.
14	El tiempo de ensamblado y manipulación debe ser el más reducido posible.

17. Objetivos parámetro montaje.

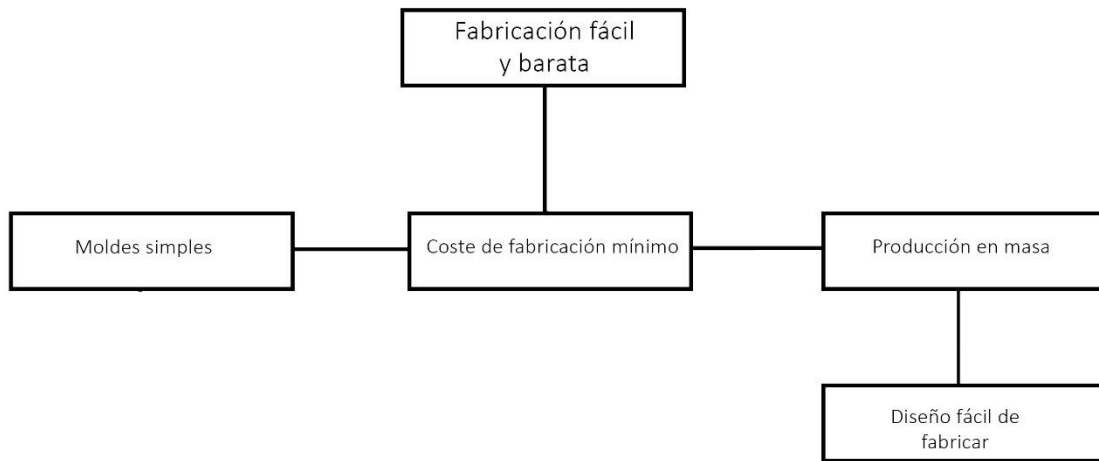


33. Árbol montaje.

**VI. Fabricación.**

13	Obtención de moldes lo más simplificados posible.
32	El coste de fabricación que sea el mínimo posible.
31	Diseño fácil de fabricar.
33	Posibilitar la fabricación en masa.

18. Objetivos del parámetro fabricación.

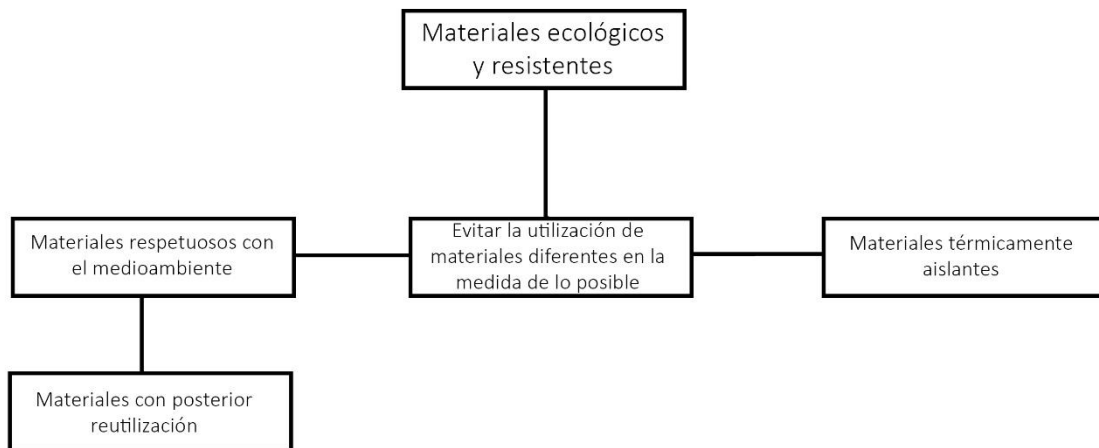


34. Árbol fabricación.

**VII. Materiales**

5	Utilización de materiales que faciliten la posterior reutilización de los mismos.
7	Evitar la utilización de materiales diferentes.
8	Materiales que respeten el medioambiente.
11	Materiales térmicamente aislantes.

19. Objetivos parámetro materiales.

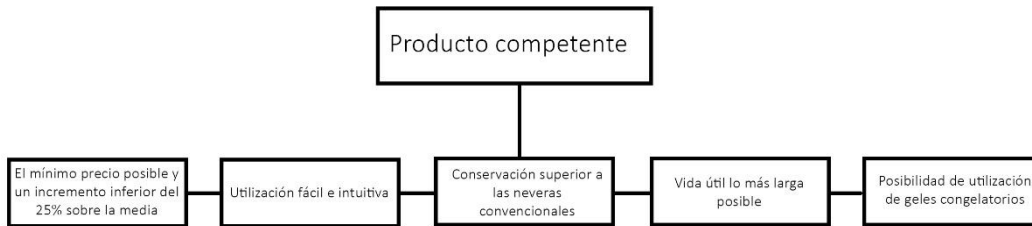


35. Árbol materiales.

**VIII. Producto final**

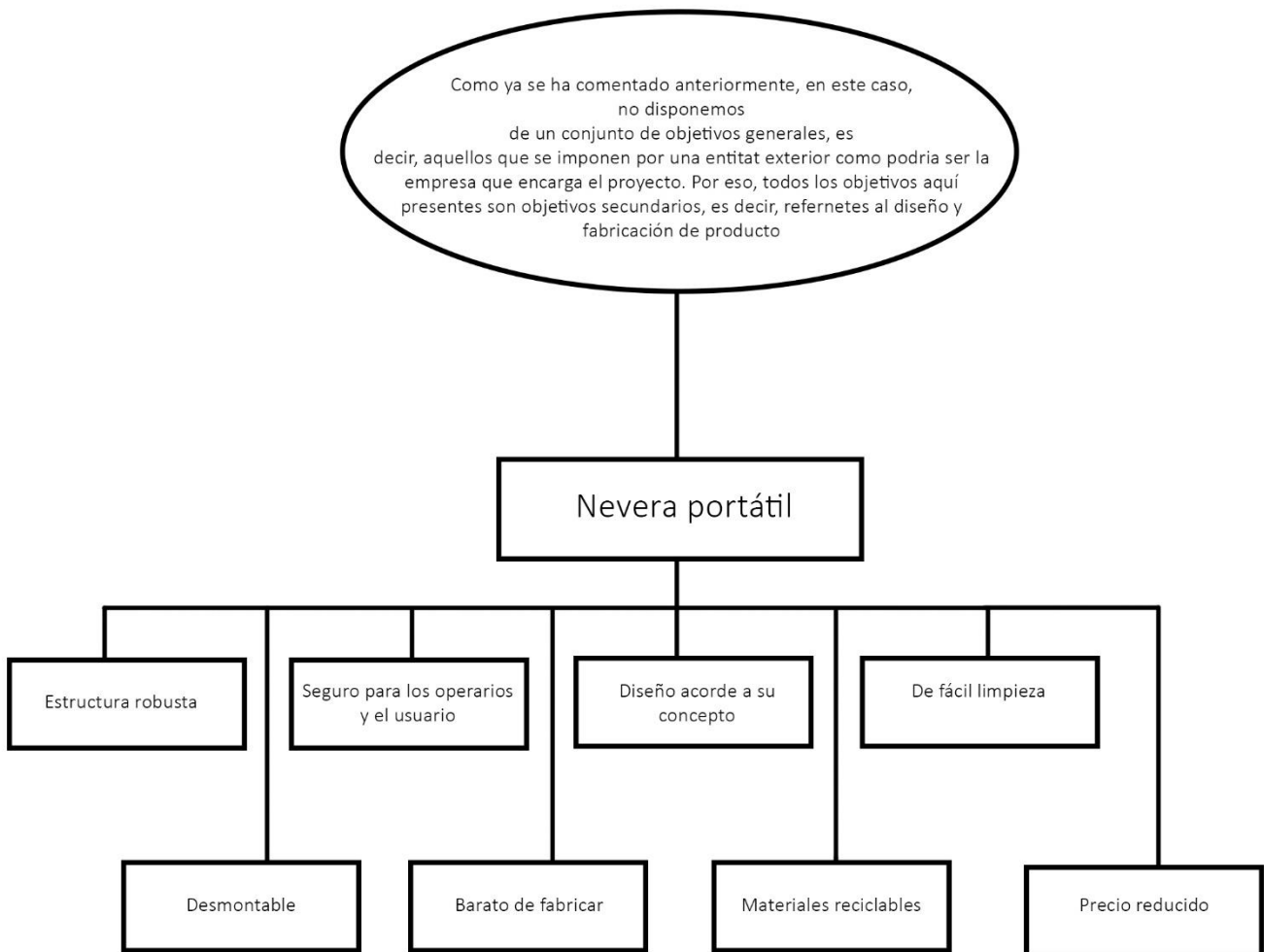
1	El precio debe ser el mínimo posible y que nunca sobrepase un incremento del 25 % de la media del precio de los productos similares.
46	Posibilidad de utilización de geles de congelación.
17	Utilización lo más fácil e intuitiva posible.
38	Que los alimentos se conserven durante más tiempo que con los métodos convencionales.
43	Que tenga una vida útil lo más larga posible.

20. Objetivos parámetro producto final.



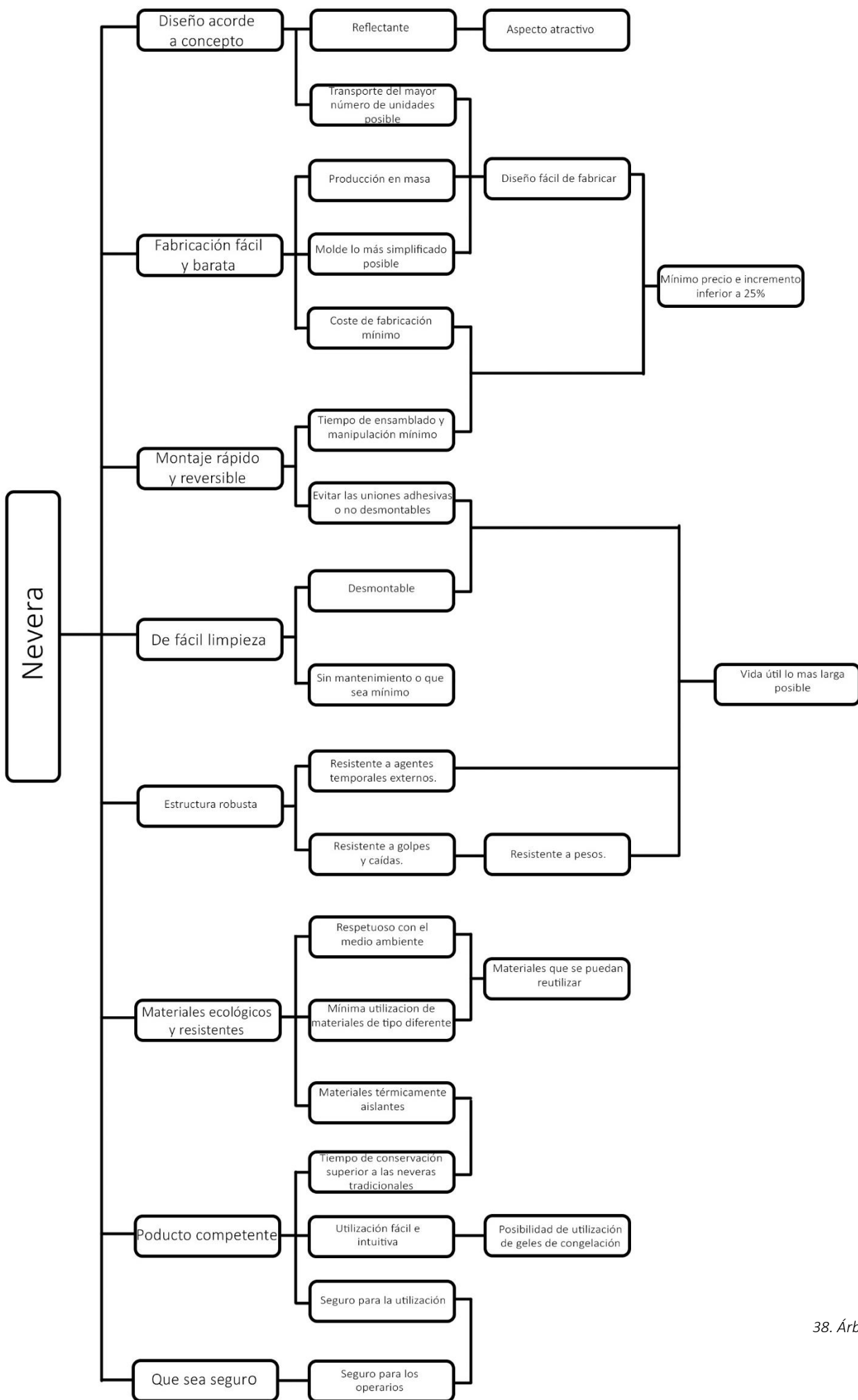
36. Árbol producto final.

El árbol general quedaría de esta manera:



37. Árbol general.





38. Árbol del producto.

### 2.5.1 Transformación de objetivos en objetivos escalables.

Se procede a continuación a clasificar todos los objetivos en restricciones, deseos y especificaciones. Aquellos objetivos que necesiten ser transformados a escalables, aparecen en negrita.

**25. Tiene que ser resistente en caso de golpes o caídas.**

25'. Tiene que ser lo más resistente posible frente a golpes y/o caídas. (especificación)

**29. De estructura robusta.**

29'. Debe tener una estructura robusta (restricción).

**30. Resistente a pesos.**

30'. Que soporte el máximo peso sin deformarse ni romperse (especificación).

**45. Resistente a los ambientes en los cuales pueda ubicarse.**

45'. Los más resistente posible a los agentes externos (especificación).

**34. Seguro de manipular por los operarios**

34'. Que tenga el mayor grado de seguridad para los operarios a la hora de su manipulación. (especificación)

44. Que no tenga aristas vivas o tornillos salientes (restricción).

53. Que la mayor superficie exterior posible sea reflectante (especificación).

4. Que el aspecto sea lo más atractivo y sin perder el carácter típico de estos productos (Deseo).

**15. El producto deberá tener una forma que posibilite el transporte del mayor número de unidades.**

15'. Que tenga una forma que posibilite el transporte del mayor número de unidades posible por viaje (especificación).

28. Diseño acorde a su concepto (deseo).

**42. De fácil limpieza.**

42'. Que sea lo más fácil posible de limpiar (especificación).

20. Que sea desmontable (restricción).

**40. Que no requiera mantenimiento o que este sea mínimo para su utilización.**

40'. Que el mantenimiento sea el mínimo posible (especificación).

6. Evitar las uniones que sean adhesivas o no desmontables (restricción).

14. El tiempo de ensamblado y manipulación debe ser el más reducido posible (especificación).

**13. Obtención de moldes lo más simplificados posible.**

13'. Que los moldes sean los más simples posible de fabricar (especificación).

32. El coste de fabricación que sea el mínimo posible (especificación).

**31. Diseño fácil de fabricar.**

31'. Que el diseño sea lo más fácil posible de fabricar (especificación).

33. Posibilitar la fabricación en masa (restricción).

**5. Utilización de materiales que faciliten la posterior reutilización de los mismos.**

5'. Utilizar el mayor número posible de materiales reciclables y/o reutilizables (especificación).

**7. Evitar la utilización de materiales diferentes.**

7'. Utilizar el mínimo número posible de materiales diferentes (especificación).

8. Materiales que respeten el medioambiente (restricción).

**11. Materiales térmicamente aislantes.**

11'. Que los materiales sean lo más térmicamente aislantes posible (especificación).

1. El precio debe ser el mínimo posible y que nunca sobrepase un incremento del 25 % de la media del precio de los productos similares (especificación y restricción).

46. Posibilidad de utilización de geles de congelación (deseo).

17. Utilización lo más fácil e intuitiva posible (especificación).

38. Que los alimentos se conserven durante más tiempo que con los métodos convencionales (restricción).

43. Que tenga una vida útil lo más larga posible (especificación).

Lista de restricciones, especificaciones y deseos:

**Deseos:**

- Que el aspecto sea lo más atractivo posible sin perder el carácter típico de estos productos (deseo).
- Diseño acorde a su concepto (deseo).
- Posibilidad de utilización de geles de congelación (deseo).

**Restricciones:**

- Debe tener una estructura robusta (restricción).
- Que no tenga aristas vivas o tornillos salientes (restricción).
- Que sea desmontable (restricción).
- Evitar las uniones que sean adhesivas o no desmontables (restricción).
- Posibilitar la fabricación en masa (restricción).
- Materiales que respeten el medioambiente (restricción).
- El precio debe ser el mínimo posible y que nunca sobrepase un incremento del 25 % de la media del precio de los productos similares (especificación y restricción).
- Que los alimentos se conserven durante más tiempo que con los métodos convencionales (restricción).

**Especificaciones:**

Tiene que ser lo más resistente posible frente a golpes y/o caídas (especificación).

- Criterio: lo más resistente posible.
- Variable: tensión capaz de soportar.
- Escala: proporcional – multidimensional (N/mm<sup>2</sup>).

Que soporte el máximo peso sin deformarse ni romperse (especificación).

- Criterio: máximo peso.
- Variable: peso capaz de soportar.
- Escala: proporcional (Kg).

Los más resistente posible a los agentes externos. (especificación).

- Criterio: resistencia a golpes, ralladuras, intemperie...
- Variable: dureza superficial.
- Escala: proporcional (Brinell – Rockwell).

Que tenga el mayor grado de seguridad para los operarios a la hora de su manipulación. (especificación).

- Criterio: alta seguridad para los operarios.
- Variable: menor número de accidentes.
- Escala: proporcional (Uds.).

Que tenga una forma que posibilite el transporte del mayor número de unidades posible por viaje (especificación).

- Criterio: mayor número de unidades por viaje.
- Variable: Unidades.
- Escala: proporcional.

Que sea lo más fácil posible de limpiar (especificación).

- Criterio: facilidad de limpieza.
- Variable: tiempo.
- Escala: proporcional.

Que la mayor superficie exterior posible sea reflectante:

- Criterio: a mayor superficie exterior reflectante mejor.
- Variable: superficie.
- Escala: proporcional (cm<sup>2</sup>).

Que el mantenimiento sea el mínimo posible (especificación).

- Criterio: mantenimiento mínimo.
- Variable: número veces en proceso de mantenimiento a lo largo de vida útil.
- Escala: proporcional.

El tiempo de ensamblado y manipulación debe ser el más reducido posible (especificación).

- Criterio: tiempo de ensamblado y manipulación mínimo.
- Variable: tiempo.
- Escala: proporcional.

Que los moldes sean lo más simples posible de fabricar (especificación).

- Criterio: tiempo en fabricar un molde.
- Variable: tiempo.
- Escala: proporcional.

El coste de fabricación que sea el mínimo posible (especificación).

- Criterio: coste mínimo.
- Variable: cantidad monetaria.
- Escala: proporcional (euros).

Que el diseño sea lo más fácil posible de fabricar (especificación).

- Criterio: tiempo invertido en la fabricación de una unidad del producto.
- Variable: tiempo.
- Escala: proporcional.

Utilizar el mayor número posible de materiales reciclables y/o reutilizables (especificación).

- Criterio: mayor número de materiales ecológicos.
- Variable: cantidad de materiales ecológicos.
- Escala: proporcional (Uds.).

Utilizar el mínimo número posible de materiales diferentes (especificación).

- Criterio: mayor número de materiales del mismo tipo.
- Variable: número de materiales iguales.
- Escala: proporcional (Uds.).

Que los materiales sean lo más térmicamente aislantes posible (especificación).

- Criterio: térmicamente aislantes.
- Variable: baja conductividad térmica.
- Escala: multidimensional (W/ m·k).

Utilización lo más fácil e intuitiva posible (especificación).

- Criterio: utilización fácil e intuitiva.
- Variable: tiempo en entender cómo funciona el producto.
- Escala: proporcional.

Que tenga una vida útil lo más larga posible (especificación).

- Criterio: larga vida útil.
- Variable: tiempo en deteriorar.
- Escala: proporcional.

## 2.6 Obtención de nuevas soluciones

La utilización de técnicas creativas de generación de ideas permite obtener nuevas características que a priori, en apartados anteriores, no ha sido posible visualizar ya que no se ha producido una estimulación correcta del pensamiento creativo. Las ideas generadas por estos métodos y seleccionadas posteriormente son incorporadas en el producto/servicio para su optimización final.

Podemos encontrar distintas técnicas creativas para la generación de ideas como son el Brainstorming, SCAMPER, Sinestesia, método Delfos...etc.

En este apartado se va a realizar en primer lugar un Brainstorming seguido del método SCAMPER. Utilizar antes el Brainstorming nos va a permitir generar una gran cantidad de ideas, unas funcionales y factibles, mientras que otras no tanto. De todas las ideas obtenidas a partir del Brainstorming se seleccionarán aquellas que nos resulten más viables, estas posteriormente van a ser cuestionadas por medio de la utilización del método SCAMPER junto a otras ideas que se extraigan de este. Para finalizar, una vez realizado el SCAMPER, se seleccionarán aquellas ideas que hayan sido examinadas positivamente por dicho método.

Para finalizar, hay que recordar que se trata de técnicas que estimulan el pensamiento creativo gracias a la diversión que induce el seguimiento de las normas en los participantes, por eso, hay que poner especial atención en que se haga un correcto seguimiento de estas normas.

### 2.6.1 Brainstorming.

A continuación, se va a hacer uso del método de la técnica de creatividad Brainstorming para obtener una nueva aportación de ideas que nos ayuden a resolver de forma correcta nuestro problema y poder obtener un producto final en buenas condiciones. Se recuerda, que para llevar a cabo dicha técnica hay que seguir una serie de normas, entre las cuales destacamos principalmente: tiene que ser una sesión divertida para estimular la creatividad, proponer el mayor número de ideas que se vengan a la cabeza durante un intervalo de tiempo determinado y, muy importante, ninguna idea es estúpida o despreciable.

Las ideas que se han obtenido con el Brainstorming son:

- Con localizador GPS para evitar una pérdida o robo.
- Conectividad con un Smartphone vía Bluetooth.
- Emisión de Wi-Fi.
- Incorporar altavoces para escuchar música en la playa camping...etc.
- Que sea de colores.
- De tamaño variable según cada necesidad.
- Visible en la oscuridad.

- Que incorpore un micrófono y altavoces para poder escuchar música y cantar al Karaoke.
- Que incorpore luces para poder iluminar el entorno.
- Que tenga un diseño redondeado.
- Que se pueda utilizar como asiento.
- Que lleve dibujos como cubitos de hielo, rodajas de limones, cubatas, frutas en relieve.
- Que tenga un diseño “abierto” para que sea fácil de limpiar.
- Que tenga un botón para una apertura de la tapa automatizada.
- Que tenga ruedas.
- Que se haga con materiales repelentes de la suciedad.
- Que parezca un producto ecológico
- Que tenga un fácil mantenimiento.
- Que disponga de más de una cámara para la separación de alimentos.
- Que sea como un frigorífico portátil.
- Que cambie el aire por nitrógeno para cumplir mejor su función.
- Utilizar una bomba de vaciado eléctrica en lugar de manual.
- Que traiga una batería recargable para que posteriormente sirva para recargar el móvil.
- Que incorpore una placa solar para la carga de móviles u otros dispositivos electrónicos.
- Utilizar una unión afelpada para garantizar la estanqueidad de producto.

Una vez se disponga de un número suficiente de ideas, se procede a la ordenación de estas por grupos:

#### **Aspectos tecnológicos:**

- Con localizador GPS para evitar una pérdida o robo.
- Conectividad con un Smartphone vía Bluetooth.
- Emisión de Wi-Fi.
- Que traiga una batería recargable para que posteriormente sirva para recargar el móvil.
- Que incorpore una placa solar para la carga de móviles u otros dispositivos electrónicos.
- Que sea como un frigorífico portátil.

#### **Aspectos festivos:**

- Incorporar altavoces para escuchar música en la playa camping...etc.
- Visible en la oscuridad.
- Que incorpore un micrófono y altavoces para poder escuchar música y cantar al Karaoke.
- Que incorpore luces para poder iluminar el entorno.

#### **Referentes a la limpieza y mantenimiento del objeto:**

- Que tenga un diseño “abierto” para que sea fácil de limpiar.

- Que se haga con materiales repelentes de la suciedad.

**Aspectos relacionados con la funcionalidad:**

- Que se pueda utilizar como asiento.
- Que tenga un botón para una apertura de la tapa automatizada.
- Que tenga ruedas.
- Que disponga de más de una cámara para la separación de alimentos.
- Utilizar una bomba de vaciado eléctrica en lugar de manual.
- Utilizar una unión afelpada para garantizar la estanqueidad de producto.
- Que cambie el aire por nitrógeno para cumplir mejor su función.
- De tamaño variable según cada necesidad.

**Ideas de carácter sentimental:**

- Que sea de colores.
- Que tenga un diseño redondeado.
- Que lleve dibujos como cubitos de hielo, rodajas de limones, cubatas, frutas en relieve.

**Referentes al medio ambiente:**

- Que parezca un producto ecológico

De todas las ideas anteriormente expuestas, se seleccionan aquellas que se creen más funcionales y viables.

Se han rechazado todas aquellas ideas que:

- Tienen que ver con aspectos tecnológicos y por tanto suponen la introducción de características eléctricas y electrónicas. Esto produce en primer lugar un producto más complejo, más caro y finalmente, un producto más difícil de adquirir.
- Aquellas que ya han aparecido en el apartado de la generación de objetivos.

Las ideas seleccionadas son:

- Incorporar altavoces para escuchar música en la playa camping...etc.
- De tamaño variable según cada necesidad.
- Que se pueda utilizar como asiento.
- Que tenga ruedas.
- Que disponga de más de una cámara para la separación de alimentos.
- Que sea como un frigorífico portátil.
- Que cambie el aire por nitrógeno para cumplir mejor su función.
- Utilizar una bomba de vaciado eléctrica en lugar de manual.
- Que incorpore una placa solar para la carga de móviles u otros dispositivos electrónicos.
- Utilizar una unión afelpada para garantizar la estanqueidad de producto.



Todas estas ideas, van a ser cuestionadas por medio de la técnica SCAMPER donde además se aportarán otras nuevas que también se van a tener en cuenta para la mejora del producto.

## 2.6.2 SCAMPER

El método creativo SCAMPER, como el Brainstorming, también es una técnica que pone en funcionamiento el pensamiento creativo. En esta, se plantean una serie de preguntas que hay que contestar para obtener nuevas soluciones al problema planteado. En función de las respuestas obtenidas, afirmativas o negativas, se acepta o rechaza la idea generada por su respectiva pregunta.

Cada letra de la palabra SCAMPER designa una acción: **S**ustituir, **C**ombinar, **A**daptar, **M**odificar, **P**oner en otro uso, **E**liminar y **R**ecolocar.

A partir de cada acción se generan las preguntas:

**Sustituir:** ¿qué elemento podemos sustituir para...?

**Combinar:** ¿cómo podemos combinar esta parte con...?

**Adaptar:** ¿y si adaptamos...?

**Modificar:** ¿cómo podemos modificar esta parte para...?

**Poner otro uso:** ¿cómo podríamos poner en otro uso el...?

**Eliminar:** ¿Y si eliminamos esto...?

**Recolocar/Invertir:** ¿Y si recolocamos esto...?

Las preguntas generadas con el método SCAMPER para este producto, son:

### **Sustituir:**

¿Qué pasaría si en lugar de producir vacío, modificamos la atmósfera con Nitrógeno y/o Dióxido de Carbono?

*Se trata de una solución muy buena para la conservación a largo plazo de productos perecederos como los alimentos. Pero no se pueden utilizar en nuestro proyecto ya que harían falta más elementos técnicos que posibiliten esta sustitución de la atmósfera que rodea al objeto a conservar, cosa que encarecería mucho el precio final del producto.*

¿Qué pasaría si en lugar de utilizar una bomba de vaciado manual, se utilizase una eléctrica?

*Esta es una variable que se tendrá en cuenta en los próximos procesos de valoración de alternativas.*

¿Qué pasaría si en lugar de alimentos, conservásemos otros objetos perecederos?

*Se puede intentar adaptar el producto a otros objetos perecederos, siempre teniendo en cuenta el incremento de coste y cambios en diseño y función producidos.*

### **Combinar:**

¿Qué pasaría si combinásemos la función de conservación con la de refrigeración?

*En este caso habría que introducir conductos de ventilación "nofrost", intercambiadores de calor, un compresor, una válvula de expansión, fuente de alimentación...etc., esto produciría un*

*alto incremento en el coste, así como en el peso del producto además de un cambio total de la función principal, la cual era, recordamos, conservación de productos perecederos durante plazos de tiempo intermedios (3 a 4 días).*

¿Y si el dispositivo de vaciado estuviera incorporado con el cuerpo principal de la nevera?  
*Se trata de una variable que se puede tener en cuenta. Pero, además, hay que tener en cuenta también que la unión con el cuerpo principal produciría una disminución del grado de libertad del objeto cosa que daría lugar a un proceso de vaciado del aire más incómodo y lento.*

¿Y si la cámara interior y el dispositivo de vaciado fueran la misma pieza?  
*No es una opción factible ya que esta característica dificulta de forma considerable la obtención de los moldes, debido a un diseño complicado, el tiempo invertido y finalmente un incremento del precio elevado.*

**Adaptar:**

¿Qué pasaría si el tamaño de la nevera portátil se adaptase según cada necesidad del usuario?  
*Se trata de una característica que se tendrá en cuenta en los próximos procesos de valoración de alternativas para determinar el tamaño óptimo del producto.*

¿Y si la temperatura interior de la cámara se adaptase según las distintas necesidades?  
*Es una característica atractiva pero no se puede incorporar debido a las mismas razones que en el caso de la función de refrigeración.*

¿Y si le añadimos unas ruedas?  
*Se trata de una característica que mejoraría la funcionalidad de nuestro producto. Por eso, se va a tener en cuenta en los próximos procesos de valoración de alternativas.*

¿Y si le añadimos luces?  
*Esta característica requiere de una fuente de alimentación, cosa que trae muchas desventajas como un volumen interior inferior, un mayor peso, generación de calor y un encarecimiento del coste final.*

**Modificar:**

¿Qué pasaría si en lugar de disponer de una única cámara para la conservación, se dispusiese de dos, o más?  
*Se podría separar los alimentos en el interior depositados. Por eso es una característica atractiva que se tendrá en cuenta en los próximos procesos de valoración de alternativas.*

¿Y si modificamos el diseño cuadrado y basto por uno más ergonómico y atractivo?  
*Es una característica que nos llama la atención, pero no es posible ya que entra en conflicto con un objetivo, el correspondiente a tener una forma que posibilite el máximo número de neveras por viaje durante la fase de distribución para reducir el impacto ambiental del medio de transporte utilizado.*

¿Qué pasaría si modificásemos la forma en la que se depositan los elementos en el interior de la cámara?  
*Se necesitaría cambiar la forma interior de la cámara, cosa que otra vez, encarece el coste de fabricación.*

**Poner otro uso:**

¿Qué pasaría si la nevera también dispusiera de una batería para la carga de móviles y otros objetos electrónicos?

*En primer lugar, se produciría un aumento de la temperatura interior producido por la batería. En segundo lugar, aumentaría mucho el peso del producto.*

¿Y si la nevera además pudiera utilizarse como asiento?

*Normalmente las neveras portátiles en algún punto de su vida se utilizan como medio para sentarse. En este caso se indicará de forma clara y explícita la prohibición de este uso del objeto para evitar dañar el sistema de extracción de aire del interior.*

¿Qué pasaría si le incorporamos unos altavoces para poder emitir música?

*Para eso también necesitaría una batería, por tanto, no es factible.*

¿Qué pasaría si incorporamos una tercera cámara a modo de congelador para añadir la función de congelación y mantenimiento de hielo?

*No se podría hacer debido a razones ya expuestas anteriormente.*

¿Qué pasaría si incorporásemos una placa solar para la recarga de móviles y otros dispositivos electrónicos?

*No se puede realizar porque también requeriría de una batería para la acumulación de energía, esto trae muchas desventajas ya explicadas anteriormente. En caso de que se evitara la batería, no se podría hacer por una simple contradicción, y es que las neveras portátiles son objetos normalmente depositados en la sombra para evitar un aumento de temperatura de la cámara interior y por tanto de los productos en el interior de esta.*

#### **Eliminar:**

¿Qué pasaría si eliminásemos la unión afelpada como elemento que garantice la estanquidad del objeto?

*Se trata de una característica que se tendrá en cuenta en los próximos procesos de valoración de alternativas para ver que opción nos garantiza una mayor estanquidad de la cámara interior. Esta unión afelpada se puede sustituir por un cierre mediante juntas tóricas.*

¿y si eliminásemos la función de vaciado?

*Acabaríamos por tener un producto similar al ya existente en el mercado con la única diferencia de poseer unos materiales térmicamente aislantes que mejoraría levemente la condición de conservación*

¿y si eliminásemos los materiales térmicamente aislantes?

*Se produciría una mayor transferencia de calor por conducción entre el producto y el objeto en el interior depositado y por tanto disminuiría el tiempo de conservación.*

#### **Recolocar/Invertir:**

¿Qué pasaría si en lugar de extraer el aire, lo introducimos?

*No tendría mucho sentido en nuestro proyecto.*

Una vez llevado a cabo el método creativo SCAMPER, se obtienen nuevas propuestas o variaciones del diseño inicial. Estas se pueden resumir en:

- Elección entre bomba de vaciado manual o eléctrica.
- Variación entre volúmenes
- Única o doble cámara.
- Incorporación de ruedas.

Ahora, estas variaciones darán lugar a alternativas de diseño, las cuales se van a evaluar en los siguientes apartados para obtener la mejor solución posible.

## 2.7 Obtención sistemática de soluciones

Una vez llevado a cabo el método creativo SCAMPER, se obtienen nuevas propuestas o variaciones del diseño inicial. Estas se pueden resumir en:

- Para el método de vaciado de la cámara, habrá que elegir entre una bomba de vaciado manual o eléctrica.
- En cuanto al tamaño de la nevera portátil, se obtienen tres alternativas, un tamaño pequeño, mediano y grande.
- Además, la cámara de depositado, podrá ser única, o doble, para la separación de los productos en el interior depositados por clases.
- Finalmente, se tendrá que valorar si la nevera portátil dispondrá de ruedas o no.

### 2.7.1 Cuadros morfológicos

A continuación, para la obtención de forma sistemática de todas las posibles alternativas al producto base se va a hacer uso del método de Cuadros Morfológicos. Con este método vamos a obtener las posibles variantes combinando los componentes de los parámetros principales anteriormente determinados. Aunque se trate de un procedimiento que no es del todo útil en este caso ya que su uso supone una relación independiente ente todas las funciones, se utiliza para una inicial visualización de los parámetros y sus componentes.

#### Los parámetros:

- Método de vaciado.
- Volumen de la cámara de depositado.
- Organización interior.
- Sistema de transporte.

#### Las subsoluciones:

El método de vaciado puede ser:

- Manual.
- Eléctrico.

El tamaño de la nevera puede ser:

- Pequeño.
- Mediano.
- Grande.

La organización interior de la cámara puede ser:

- Monocámara.

- Multicámara.

El sistema de transporte puede ser:

- Con ruedas.
- Sin ruedas (manual).

A partir de los parámetros y los componentes anteriormente descritos se puede elaborar la matriz que define todas las posibles soluciones del producto.

Parámetros	Componentes		
Vaciado	Manual	Eléctrico	
Tamaño	Pequeño	Mediano	Grande
Organización	Monocámara	Multicámara	
Transporte	Con ruedas	Sin ruedas	

21. Matriz con las soluciones del producto.

El número total de posibles soluciones es igual al producto de los todos los parámetros, por eso, se extraen  $2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 2 = 24$  soluciones posibles.

Pero como ya hemos dicho anteriormente, este método requiere que todos los componentes sean independientes. En este caso, los componentes son interdependientes, es decir, la utilización de ciertos componentes compromete la utilización de otros con los cuales mantienen una relación de anulación.

Para obtener las posibles soluciones teniendo en cuenta las relaciones entre los distintos componentes, un método viable es el AIDA. Con este se obtienen aquellas soluciones que son compatibles, una vez eliminadas las incompatibles.

## 2.7.2 AIDA.

Al igual que en el método Cuadros Morfológicos, se definen unas áreas de decisión y unas subsoluciones, las cuales, van a ser las mismas que los parámetros y sus componentes respectivamente.

Las Áreas de decisión son:

- E) Método de vaciado.
- F) Organización interior.
- G) Tamaño de la nevera.
- H) Sistema de transporte.

Las subsoluciones son:

- E) Método de vaciado:
  - a<sub>1</sub>) Manual.
  - a<sub>2</sub>) Eléctrico.
- F) Organización interior:
  - b<sub>1</sub>) Monocámara.
  - b<sub>2</sub>) Multicámara.

- G) Tamaño de nevera:  
 c<sub>1</sub>) Grande.  
 c<sub>2</sub>) Mediano.  
 c<sub>3</sub>) Pequeño
- H) Sistema de transporte.  
 d<sub>1</sub>) Con ruedas.  
 d<sub>2</sub>) Sin ruedas.

Seguidamente se construye una matriz donde todas las subsoluciones aparecen en las filas y las columnas para analizar la compatibilidad entre cada par de subsoluciones. Si el par de subsoluciones es compatible se muestra esa compatibilidad mediante un 1, en caso contrario, mediante un 0.

	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>
a <sub>1</sub>	-	-	1	1	0	1	1	1	1
a <sub>2</sub>	-	-	1	1	1	0	0	1	1
b <sub>1</sub>			-	-	1	1	1	1	1
b <sub>2</sub>			-	-	1	1	0	1	1
c <sub>1</sub>					-	-	-	1	0
c <sub>2</sub>					-	-	-	0	1
c <sub>3</sub>					-	-	-	0	1
d <sub>1</sub>								-	-
d <sub>2</sub>								-	-

22. Matriz AIDA.

Los pares incompatibles son aquellos cuya relación se muestra por medio del número 0, estos son:

**a<sub>1</sub>c<sub>1</sub>**: para una cámara de depositado de tamaño grande, se prefiere un sistema de extracción del aire motorizado, es decir eléctrico, ya que de otra forma el esfuerzo hecho por el usuario sería mayor al necesario.

**a<sub>2</sub>c<sub>2</sub>**: para una cámara de depositado de tamaño mediano, se prefiere un sistema de extracción manual, ya que, a menor tamaño, menor será el esfuerzo requerido al usuario para sacar el aire del interior de la nevera portátil, consiguiendo así, eliminar los costes derivados de la implementación de un sistema de vaciado eléctrico.

**a<sub>2</sub>c<sub>3</sub>**: para una cámara de depositado de tamaño pequeño, se prefiere un sistema de extracción manual, ya que, a menor tamaño, menor será el esfuerzo requerido al usuario para sacar el aire del interior de la nevera portátil, consiguiendo así, eliminar los costes derivados de la implementación de un sistema de vaciado eléctrico.

**b<sub>2</sub>c<sub>3</sub>**: una configuración multicámara, ya sean dos cámaras o más, es incompatible con un tamaño de nevera pequeño, ya que, al dividir este tamaño entre el número de compartimentos deseado, las cámaras, resultarían ser muy pequeñas y por tanto inútiles para su función.

**c<sub>1</sub>d<sub>2</sub>**: un tamaño grande de nevera posibilita el depositado de un mayor número de objetos en su interior y por tanto un incremento del peso total considerable, debido a esto, habrá que provisionar la nevera con unas ruedas para facilitar el transporte de esta por parte del usuario y reducir así el esfuerzo necesario.

**c<sub>2</sub>d<sub>1</sub>**: un tamaño de nevera mediano no requiere la incorporación de unas ruedas para su transporte ya que el peso a soportar por el usuario no será excesivo.

**c<sub>3</sub>d<sub>1</sub>**: un tamaño de nevera pequeño no requiere la incorporación de unas ruedas para su transporte ya que el peso a soportar por el usuario no será excesivo.

Las soluciones compatibles extraíbles de la matriz son:

a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub> d <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub> d <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> d <sub>1</sub>
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub> d <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub> d <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> d <sub>2</sub>
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>3</sub> d <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>3</sub> d <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub> d <sub>1</sub>
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>3</sub> d <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>3</sub> d <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub> d <sub>2</sub>

De todas las soluciones hasta ahora extraídas, se eliminan las que incorporen algún par incompatible de los anteriormente expuestos.

<del>a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>c<sub>2</sub>d<sub>1</sub></del>	<del>a<sub>1</sub>b<sub>2</sub>c<sub>2</sub>d<sub>1</sub></del>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> d <sub>1</sub>
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub> d <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub> d <sub>2</sub>	<del>a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub>d<sub>2</sub></del>
<del>a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>c<sub>3</sub>d<sub>1</sub></del>	<del>a<sub>1</sub>b<sub>2</sub>c<sub>3</sub>d<sub>1</sub></del>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub> d <sub>1</sub>
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>3</sub> d <sub>2</sub>	<del>a<sub>1</sub>b<sub>2</sub>c<sub>3</sub>d<sub>2</sub></del>	<del>a<sub>2</sub>b<sub>2</sub>c<sub>1</sub>d<sub>2</sub></del>

Las opciones compatibles definitivas son:

**a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>c<sub>2</sub>d<sub>2</sub>**: nevera portátil con extracción de aire manual, una única cámara, de tamaño medio y sin ruedas

**a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>c<sub>3</sub>d<sub>2</sub>**: nevera portátil con extracción de aire manual, una única cámara, de tamaño pequeño y sin ruedas

**a<sub>1</sub>b<sub>2</sub>c<sub>2</sub>d<sub>2</sub>**: nevera portátil con extracción de aire manual, configuración multicámara, de tamaño medio y sin ruedas

**a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub>d<sub>1</sub>**: nevera con sistema de extracción de aire eléctrico, monocámara, de tamaño grande y con ruedas.

**a<sub>2</sub>b<sub>2</sub>c<sub>1</sub>d<sub>1</sub>**: nevera con sistema de extracción de aire eléctrico, con configuración multicámara, de tamaño grande y con ruedas.

## 2.8 Evaluación de objetivos

Para finalizar, se van a analizar las distintas soluciones obtenidas en función del grado de cumplimiento de los objetivos anteriormente propuestos. La solución con más puntuación será la que definitivamente se elegirá como final.

### 2.8.1 Datum

Una vez obtenidas las posibles soluciones, que en este caso son cinco, para obtener una primera aproximación de la mejor solución se empleará el Método Datum. Se trata de un método cualitativo el objetivo principal del cual es la clasificación de las diferentes soluciones alternativas en una escala ordinal que permite decir cuál es la óptima.

El procedimiento de este método es muy sencillo, en primer lugar, se sitúan las alternativas sobre una matriz. Una de ellas, la que parezca mejor a primera vista, se elige como DATUM, y servirá de punto de comparación para las otras soluciones en base a unos objetivos concretos. Seguidamente, se compara cada solución con la elegida DATUM, si la primera es mejor se pone un "+", en caso contrario un "-" y si son similares una "s". En penúltimo lugar se hace el sumatorio de las puntuaciones y para finalizar la que haya obtenido la mejor puntuación se determina como DATUM y se compara con la que había sido DATUM anteriormente.

Para comparar las distintas alternativas se han escogido los siguientes objetivos, estos, a criterio del diseñador, son los objetivos más importantes a tener en cuenta dentro del grupo de objetivos elaborado en el apartado de definición de objetivos:

- O<sub>1</sub>: Que el coste del producto final sea el menor posible.
- O<sub>2</sub>: Que tenga el mayor número posible de piezas hechas de un mismo material.
- O<sub>3</sub>: Que la vida útil del producto sea lo más larga posible.
- O<sub>4</sub>: Que sea lo más fácil y económico posible de fabricar.
- O<sub>5</sub>: Que tenga un diseño que sea lo más fácil posible de limpiar

Estos objetivos se seleccionan en primer lugar porque se desea obtener un producto lo más barato posible y que, por tanto, sea accesible al mayor número posible de clientes. Además, se



desea que tenga el mayor número posible de piezas hechas de un mismo material, un material reciclable, ya que esto ayudará a su posterior retirada una vez completado el ciclo de vida. También, cuando más larga sea la vida útil de este, mejor será su calidad y además tendrá un menor impacto medioambiental, dado que de esta forma se minimiza el efecto de la obsolescencia programada. Que sea fácil de limpiar ha sido una característica muy demandada por el público encuestado, por esta razón, se convierte en un objetivo indiscutible para nuestra solución. Finalmente, que sea un producto fácil de fabricar va a producir una masiva reducción de costes en todos los ámbitos y, además, de forma indirecta, también reducirá el impacto medioambiental.

Las soluciones son:

- A: nevera portátil con extracción de aire manual, una única cámara, de tamaño medio y sin ruedas
- B: nevera portátil con extracción de aire manual, una única cámara, de tamaño pequeño y sin ruedas
- C: nevera portátil con extracción de aire manual, configuración multicámara, de tamaño medio y sin ruedas
- D: nevera con Sistema de extracción de aire eléctrico, monocámara, de tamaño grande y con ruedas.
- E: nevera con Sistema de extracción de aire eléctrico, con configuración multicámara, de tamaño grande y con ruedas.

	A	B	C	D	E
O <sub>1</sub>	S	D	S	-	-
O <sub>2</sub>	+	A	-	S	-
O <sub>3</sub>	S	T	S	-	-
O <sub>4</sub>	S	U	-	-	-
O <sub>5</sub>	-	M	-	-	-
Σ (+)	1		0	0	0
Σ (-)	1		3	5	5
Σ (s)	3		2	0	0

23. Datum general.

La solución ganadora es la A. Ahora, esta se elige como DATUM y se compara con la B que había sido DATUM anteriormente.

	A	B
O <sub>1</sub>	D	S
O <sub>2</sub>	A	-
O <sub>3</sub>	T	S
O <sub>4</sub>	U	S
O <sub>5</sub>	M	+
Σ (+)		1
Σ (-)		1
Σ (s)		3

24. Datum final.

A partir de los resultados aquí extraídos se concluye que las soluciones A y B son muy similares entre sí, por eso habrá que recurrir a la utilización de métodos cuantitativos para evaluar cuál de las dos es la mejor opción.

### 2.8.3 Objetivos ponderados.

Este método nos va a permitir sacar una puntuación numérica de las alternativas, de modo que, se sabrá cuál de ellas es la mejor.

El procedimiento de este método también es sencillo. En primer lugar, se enuncian y definen los objetivos a cumplir por las alternativas que se comparan.

Los objetivos que se van a analizar, en este caso, son los mismos que en el caso anterior:

- O<sub>1</sub>: Que el coste del producto final sea el menor posible.
- O<sub>2</sub>: Que tenga el mayor número posible de piezas hechas de un mismo material.
- O<sub>3</sub>: Que la vida útil del producto sea lo más larga posible.
- O<sub>4</sub>: Que sea lo más fácil y económico posible de fabricar.
- O<sub>5</sub>: Que tenga un diseño que sea lo más fácil posible de limpiar

A continuación, se clasifican los objetivos en una matriz de preferencia, donde se compara uno por uno para ver cual tiene prioridad:

- 1 Si se prefiere el de la fila al de la columna.
- 0 Si se prefiere el de la columna al de la fila.

La matriz de preferencia quedaría de esta forma:

	O1	O2	O3	O4	O5	
O1	-	1	1	1	1	4
O2	0	-	0	0	1	1
O3	0	1	-	1	1	3
O4	0	1	0	-	1	2
O5	0	0	0	0	-	0

25. Matriz de preferencias.

Según el cálculo hecho anteriormente, el orden de importancia de los objetivos es el siguiente:

- O<sub>1</sub>: Que el coste del producto final sea el menor posible (4).
- O<sub>3</sub>: Que la vida útil del producto sea lo más larga posible (3).
- O<sub>4</sub>: Que sea lo más fácil y económico posible de fabricar (2).
- O<sub>2</sub>: Que tenga el mayor número posible de piezas hechas de un mismo material (1).
- O<sub>5</sub>: Que tenga un diseño que sea lo más fácil posible de limpiar (0).

Seguidamente, se ponderan los objetivos con un total de 100 puntos según la prioridad de cada uno.

- Coste: 45 puntos.
- Vida útil: 25 puntos.

- Fabricación: 15 puntos.
- Materiales: 10 puntos.
- Limpieza: 5 puntos.

La escala común de medición para cada objetivo sería:

Coste:

Muy elevado = 0. Definitivamente no satisfactorio  
 Elevado = 1. Probablemente no satisfactorio  
 Mediano = 2. Dudoso  
 Reducido = 3. Satisfactorio  
 Muy Reducido = 4. Definitivamente satisfactorio

Vida útil:

Muy corta = 0. Definitivamente no satisfactorio  
 Corta = 1. Probablemente no satisfactorio  
 Mediana = 2. Dudoso  
 Larga = 3. Satisfactorio  
 Muy Larga = 4. Definitivamente satisfactorio

Facilidad de fabricación:

Muy difícil de fabricar = 0. Definitivamente no satisfactorio  
 Difícil de fabricar = 1. Probablemente no satisfactorio  
 Normal = 2. Dudoso  
 Fácil de fabricar = 3. Satisfactorio  
 Muy fácil de fabricar = 4. Definitivamente satisfactorio

Piezas hechas de un mismo material:

Todas las piezas diferentes = 0. Definitivamente no satisfactorio  
 Muchas piezas diferentes = 1. Probablemente no satisfactorio  
 Algunas piezas diferentes = 2. Dudoso  
 Pocas piezas diferentes = 3. Satisfactorio  
 1 o 2 piezas diferentes = 4. Definitivamente satisfactorio

Limpieza:

Mucho tiempo en limpiar = 0. Definitivamente no  
 Bastante tiempo en limpiar = 1. Probablemente no satisfactorio  
 Intermedio = 2. Dudoso  
 Poco tiempo en limpiar = 3. Satisfactorio  
 Muy poco tiempo en limpiar = 4. Definitivamente satisfactorio

En penúltimo lugar, se establece una medición utilizando una escala común del grado en que cada solución satisface cada uno de los objetivos y se reflejan los objetivos sobre la matriz.

	Coste	Vida útil	Fabricación	Materiales	Limpieza
<b>4</b>	A B	A	A B	A B B	B
<b>3</b>		B	C		A

<b>2</b>	C	C	D		D
<b>1</b>	D	D			D
	E	E			
<b>0</b>			E	D E	E

26. Matriz de medición de las distintas soluciones.

Cada valoración supone un porcentaje que posteriormente se tendrá en cuenta para el cálculo de la media ponderada. Estos porcentajes pueden verse aquí reflejados:

Definitivamente satisfactorio: 4 → 100%

Probablemente satisfactorio 3 → 75%

Dudoso 2 → 50%

Probablemente no satisfactorio 1 → 25%

Definitivamente no satisfactorio 0 → 0%

Para finalizar, se calcula la media ponderada.

$$O_1 = 45 \frac{100}{100} + 25 \frac{100}{100} + 15 \frac{100}{100} + 10 \frac{100}{100} + 5 \frac{75}{100} = 98,75.$$

$$O_3 = 45 \frac{100}{100} + 25 \frac{75}{100} + 15 \frac{100}{100} + 10 \frac{100}{100} + 5 \frac{75}{100} = 93,75.$$

$$O_4 = 45 \frac{50}{100} + 25 \frac{50}{100} + 15 \frac{75}{100} + 10 \frac{100}{100} + 5 \frac{50}{100} = 58,75.$$

$$O_2 = 45 \frac{25}{100} + 25 \frac{25}{100} + 15 \frac{50}{100} + 10 \frac{0}{100} + 5 \frac{25}{100} = 26,25.$$

$$O_5 = 45 \frac{25}{100} + 25 \frac{25}{100} + 15 \frac{0}{100} + 10 \frac{0}{100} + 5 \frac{0}{100} = 17,5.$$

Tras el análisis realizado concluimos, que la mejor alternativa es la opción A: nevera portátil con mecanismo de vaciado manual, una única cámara, tamaño mediano y sin ruedas.

## 2.9 Cuestionarios utilizados.

Se muestra los cuestionarios empleados en la fase de obtención de información a nivel personal.

### 2.9.1 Cuestionario simple.

*¡Buenas!*

*Aquí te dejo un cuestionario que te agradecería muchísimo que lo contestases para ayudarme a llevar la labor de investigación en mi trabajo de final de grado.*

*Se trata de un cuestionario corto de 13 preguntas y relativamente rápido de contestar.*

*Ante todo, te pido que seas sincero y que no contestes a las preguntas de forma arbitraria ya que esto me supondría dificultades en mi proyecto, contesta con tranquilidad y honradez a estas preguntas.*

*Quiero darte de antemano las gracias por tu ayuda, y que tengas mucha suerte.*

*Ciao!*

- 1) *¿Posee algún tipo de nevera portátil de playa o “camping”?*
  - a) *Si*
  - b) *No, pero he utilizado neveras portátiles ajenas en muchas ocasiones.*
  - c) *No, y no las suelo utilizar.*

*Si a la anterior pregunta ha contestado de forma afirmativa proceda con las siguientes cuestiones. En caso contrario, no es necesario que lo haga si no lo desea, aunque, puedes continuar.*

- 2) *¿Con que frecuencia utiliza las neveras portátiles?*
  - a) *De 1 a 5*
  - b) *De 5 a 10 veces al año*
  - c) *Más de 10 veces al año*
- 3) *¿Cuándo la utiliza, durante que intervalo de tiempo la hace?*
  - a) *Menos de 1 día*
  - b) *Entre 1 y 3 días*
  - c) *Más de 3 días.*
- 4) *¿Que suele depositar en su interior?*
  - a) *Refrescos y otros tipos de bebidas generalmente.*
  - b) *Comida de distinta clase.*
  - c) *Hielo y otros elementos de refrigeración.*
- 5) *¿Le resulta cómodo utilizar los geles congelados?*
  - a) *Sí que me resulta cómoda su utilización.*
  - b) *No me resulta cómoda su utilización.*

- c) *Me es indiferente*
- 6) *¿Está conforme con el tamaño actual de este tipo de productos?*  
a) *Si*  
b) *No, me gustaría que fuesen más pequeñas*  
c) *No, me gustaría que fuesen más grandes*
- 7) *¿Y la estética?*  
a) *Sí, creo que su aspecto es adecuado*  
b) *No, creo que deberían de ser más atractivos estéticamente.*
- 8) *¿Cuánto pago por su nevera portátil?*  
a) *De 1 a 20 euros.*  
b) *De 20 a 50 euros.*  
c) *Más de 50 euros.*  
d) *No me acuerdo*
- 9) *¿Le parece este un producto caro para su función?*  
a) *Creo que el precio es adecuado*  
b) *Creo que deberían ser más baratos.*
- 10) *¿Cree que es un producto que pueda utilizar para estancias en “camping”, un festival de conciertos de 2 ó 3 días o un viaje de la misma duración?*  
a) *Si*  
b) *No, lo he probado y no es suficiente.*  
c) *No, no creo que pueda mantener las cosas dentro depositadas en buen estado durante tanto tiempo.*
- 11) *¿Le gustaría poder disponer de una nevera portátil que le garantice la conservación óptima de productos perecederos como frutas, verduras, quesos, o embutidos durante dos, tres o más días?*  
a) *Si*  
b) *No*  
c) *Me es indiferente*
- 12) *¿Estaría dispuesto a afrontar un incremento relativamente corto en el precio por un producto así?*  
a) *Si, si cumple con su función.*  
b) *Si, si el incremento es bajo*  
c) *No*
- 13) *¿Le gustaría poder disponer de una doble cámara en la nevera para la separación de las distintas clases de comida?*

- a) *Si*
- b) *No, no lo veo necesario*
- c) *Me es indiferente*

## 2.9.2 Cuestionario de forma y asociación.

En el siguiente cuestionario se van a mostrar tres tipos diferentes de neveras. Se va a pedir a los encuestados que observen dichas neveras y contesten a las cuestiones posteriormente planteadas.

Se trata de un cuestionario muy corto relacionado con la familiaridad hacia el usuario, forma y precio de cada uno de los productos. Se pretende entonces sacar conclusiones en base a estos atributos.

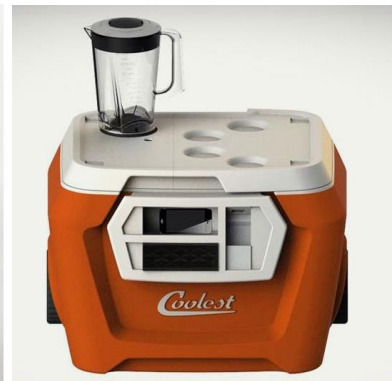
Cuestionario:



39. Imagen 1 cuestionario 2



40. Imagen 2 cuestionario 2.



41. Imagen 3 cuestionario 2.

*En la primera imagen se puede observar una nevera tradicional. Su precio es de 23,90 euros.*

*En la segunda imagen se puede ver una nevera portátil que permite conservar los productos en el interior depositados a una temperatura reducida ya que tiene un cable de alimentación que se puede conectar a la toma de corriente del coche, casa...etc. Su precio es de 74,30 euros*

*En la tercera imagen se presenta una nevera portátil que además de permitirá mantener los productos a una temperatura reducida también lleva incorporada una batidora para hacer cócteles, un cargador para móviles, así como dos altavoces incorporados en la parte posterior para la reproducción de música. No tiene precio todavía ya que está en fase conceptual, pero, lo que está claro, es que será más cara que las propuestas anteriores.*

*En base a las imágenes y las descripciones adjuntadas, conteste por favor a las siguientes cuestiones:*

1. *¿Cuál de las tres neveras portátiles le resulta más familiar?*
  - a) *Nevera portátil 1*

- b) Nevera portátil 2
  - c) Nevera portátil 3
2. ¿Cuál de las tres opina que tiene un diseño más atractivo?
- a) Nevera portátil 1
  - b) Nevera portátil 2
  - c) Nevera portátil 3
3. ¿Cuál de las tres neveras se compraría teniendo en cuenta su precio?
- a) Nevera portátil 1
  - b) Nevera portátil 2
  - c) Nevera portátil 3

#### Observaciones:

A lo largo del desarrollo de proyecto ha habido objetivos preestablecidos en la fase de definición de objetivos que se han tenido que despreciar por distintas razones. Se explica a continuación los motivos por cada uno de los objetivos:

- **Que no tenga aristas vivas o tornillos salientes (restricción).**  
Esta restricción no ha podido cumplirse debido a que hay 8 tornillos utilizados para unir las piezas marca: 3 y 5 que sobresalen hacia el exterior. La única forma posible de unir estas dos piezas es mediante las pestañas salientes específicamente dedicadas a ello. No ha habido una manera viable de esconder dichos tornillos debido a que el espesor de las paredes debe ser de tan solo 2 milímetros.
- **Que sea desmontable (restricción).**  
El producto es desmontable únicamente por subensamblajes. Estos subensamblajes se pueden ver con mayor detalle en el documento: **planos**.  
El inconveniente es que los subensamblajes tienen una unión por adhesivos y por tanto indismontable. Los adhesivos son necesarios en las interfaces de las piezas para simular en la medida de lo posible las características de un panel tipo sándwich indispensable para soportar las tensiones a las que se expone la nevera.
- **Evitar las uniones que sean adhesivas o no desmontables (restricción).**  
Se ha utilizado adhesivos por las razones anteriormente expuestas.
- **Que la mayor superficie exterior posible sea reflectante:** aunque es un detalle muy importante que ayuda a aislar térmicamente, no se van a hacer las superficies reflectantes para conservar el aspecto típico y familiar de este tipo de productos.
- **Utilizar el mínimo número posible de materiales diferentes (especificación).**  
Se ha utilizado tres tipos de materiales distintos y todos termoplásticos.



## Anexo 3: Consideraciones ergonómicas.

Para obtener las dimensiones generales del producto, tales como la altura, longitud y grosor, habrá que realizar un pequeño estudio ergonómico, es decir, un estudio de las condiciones o medidas necesarias para la adaptación correcta del objeto a las características físicas del cuerpo humano.

Por esto, el principal objetivo será obtener las dimensiones básicas para que el producto se acople de la forma más natural y adecuada posible al cuerpo humano.

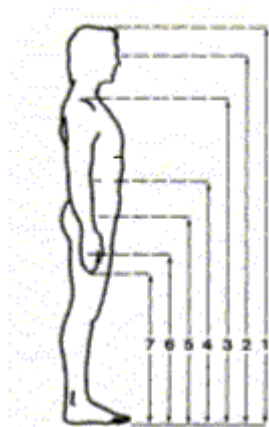
### 3.1 Aspectos antropométricos a atender.

En este caso, se dará importancia en primer lugar a la altura total de la nevera. La intención es que esta no toque el suelo cuando sea transportada por el usuario. Es decir, el usuario tiene que tener el brazo libremente extendido durante el transporte de la nevera, de esta manera, se evitará hacer tensión muscular con la parte del brazo superior o con el hombro para que la base de la nevera no toque el suelo cuando esté sujeta por el usuario.

Otra dimensión a atender, también de mucha importancia, es el grosor del tirador o asa de la nevera. El grosor total tiene que ser igual o inferior al perímetro que puede marcar una mano cerrada. Es decir, cuando el usuario coja la nevera por el asa para su transporte, su mano tiene que estar totalmente cerrada alrededor de la sección de esa asa. Una mano ligeramente abierta en posición de sujeción supondría la necesidad de un mayor esfuerzo muscular por parte de los dedos para poder mantener la nevera.

Finalmente, una dimensión de menor importancia, la correspondiente a la zona entrante entre el cuerpo principal y tapa por donde el usuario introduce los dedos para poder levantarla. Aquí el objetivo principal es asegurar que el tamaño de este entrante es suficiente para que los dedos del usuario quepan dentro. Para esto se tendrá que tener en cuenta el grosor del dedo índice, así como su anchura.

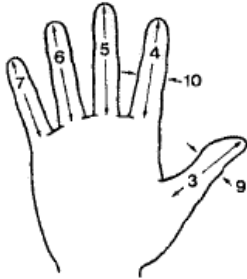
Después de lo expuesto anteriormente, para el dimensionado del objeto según las necesidades mencionadas habrá que tener en cuenta los siguientes datos antropométricos:



**Altura de los nudillos:** nivel de referencia para agarrar objetos con la mano y levantarlos. El agarre de los objetos para ser transportados debe de estar por debajo de este nivel.

Dimensión antropométrica de las principales marcas anatómicas número: 6

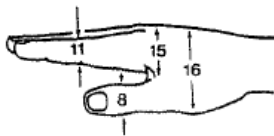
42. *Altura de las principales marcas antropométricas.*



**Anchura del dedo índice:** dimensión de referencia en este caso para una aplicación en la que se tienen que introducir los dedos dentro de un entrante de dimensiones justas.

Dimensión antropométrica de la mano número: 10.

43. *Dimensiones antropométricas mano 1.*



**Grosor del dedo índice:** dimensión de referencia en este caso para una aplicación en la que se tienen que introducir los dedos dentro de un entrante de dimensiones justas.

Dimensión antropométrica de la mano número: 11.

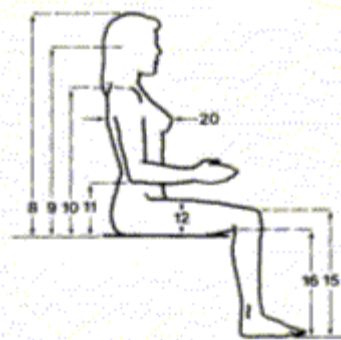
44. *Dimensiones antropométricas mano 2.*



**Máximo diámetro de agarre:** dimensión que se tiene en cuenta para el dimensionado del grosor o diámetro de piezas que tengan que ser agarradas con la palma de la mano para ser transportados, movidos...etc.

Dimensión antropométrica de la mano número: 17.

45. *Dimensiones antropométricas mano 3.*



**Altura poplítea:** altura del hueso poplíteo (parte trasera de la rodilla) desde el suelo. Define la altura máxima aceptable de un asiento. La altura óptima de un asiento esta entre 25 y 50 milímetros por encima.

Dimensión antropométrica de las principales marcas anatómicas: 16.

46. *Principales dimensiones antropométricas sentado.*

**Tablas de antropometría:**

Los datos numéricos de las distintas medidas antropométricas corresponden a una población española estructurada por grupos de edades y sexo. Todas las medidas están expresadas en milímetros.

Para nuestro estudio, el grupo de edad más indicado es el de los 19 a los 65 años. Los datos que se extraen a partir de estas tablas para cada una de las dimensiones anteriormente mencionadas son:

Altura de las principales marcas anatómicas a tener en cuenta en los siguientes cálculos:

19 -65	Hombres				Mujeres			
	5%	50%	95%	DT	5%	50%	95%	DT
<b>Dimensión 6.</b>	678	748	819	42,7	652	715	778	38,6
<b>Dimensión 16.</b>	387	436	486	30,2	350	397	445	28,9

27. Altura de las principales marcas anatómicas.

Dimensiones antropométricas de la mano:

	Hombres				Mujeres			
	5%	50%	95%	DT	5%	50%	95%	DT
<b>Dimensión 10.</b>	19	21	23	1	16	18	20	1
<b>Dimensión 11.</b>	17	19	21	1	14	16	18	1
<b>Dimensión 17</b>	45	52	59	4	43	48	53	3

28. Dimensiones antropométricas de la mano.

**Cotas principales del objeto:**

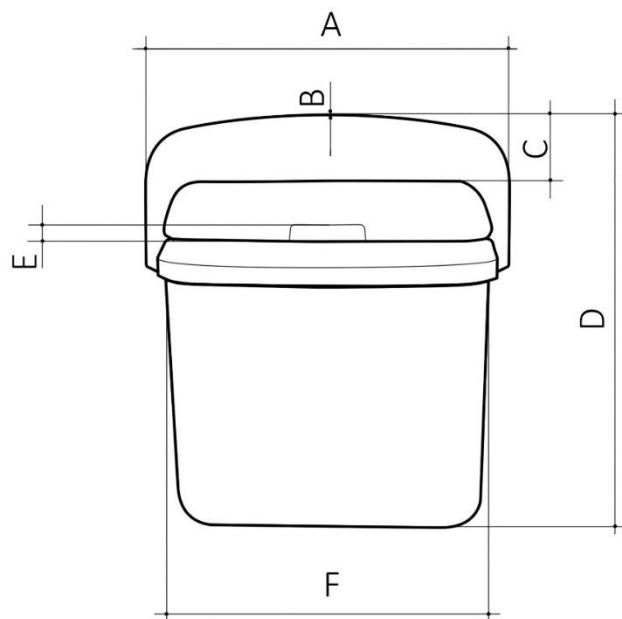


Ilustración 47. Principales medidas producto.

## 3.2 Dimensionado del objeto.

### Cálculo de la cota D:

Para el correcto dimensionado de la cota D hay que tener en cuenta que se desea que el usuario pueda llevar libremente el producto con el brazo extendido y sin tener que hacer una fuerza adicional con los músculos de la parte superior del brazo o con los del hombro.

El cálculo se va a realizar para el 98% de la población, aunque se presupone que una parte reducida de la población por debajo de la media no se va a poder satisfacer con las dimensiones finales del producto.

Por esto, se va a calcular el percentil  $X_1$  de la población de las mujeres y el percentil  $X_{99}$  de la población de los hombres. De esta manera, se obtendrá una dimensión mínima que será suficiente para que la mujer con la medida más pequeña pueda transportar el producto sin un esfuerzo adicional, así como una dimensión máxima para que el hombre con la medida más grande también pueda transportarlo sin realizar ningún esfuerzo adicional:

$$X_{1M} = m - z_p \cdot s = 715 - 2,33 \cdot 38,6 = 625,062 \text{ milímetros.}$$

$$X_{99H} = m + z_p \cdot s = 748 + 2,33 \cdot 42,7 = 847,491 \text{ milímetros.}$$

Se obtiene que la dimensión adecuada ronda entre los 625,062 y 847,491 milímetros.

Pero, se va a tomar como referencia la dimensión mínima, es decir, aquella obtenida a partir del percentil  $X_{1H}$  ya que, esta dimensión acomoda al resto de la población con medidas superiores.

Algunos detalles como el calzado son elementos que se debe tener en cuenta a la hora de hacer el dimensionado de los productos. Por esto, al resultado anteriormente obtenido se le suma una corrección de 15 milímetros correspondiente al grosor de la suela de la pieza de calzado empleada.

$$D = 625,062 + 15 = 640,062$$

La Cota D definitiva tendrá que tener una dimensión inferior a: 64 centímetros

### Cálculo de la cota E:

En este caso, hay que asegurarse del que el espacio entrante en el cuerpo principal y tapa es suficiente para que quepan los dedos de los usuarios tanto en grosor como en anchura.

Por esto, para realizar el cálculo se va a tomar el percentil  $X_{95}$  de la población de los hombres, ya que es el mayor tamaño de dedos tanto en grosor como anchura, por esto, todos los demás tamaños inferiores quedarán acomodados.

$$X_{95H} = 21 \text{ mm}$$

$$E_{\text{grosor}} = 21$$

Para la anchura total tomaremos la anchura del dedo índice y la multiplicaremos por cuatro para obtener un resultado aproximado a la anchura total de los cuatro dedos juntos.

$$X_{95H} = 23 \text{ mm}$$

$$E_{\text{anchura}} = 23 \cdot 4 = 92 \text{ mm}$$

La cota E tendrá que tener un grosor de 21 milímetros y una anchura de 92 como mínimo.

#### **Cálculo de la cota B:**

Para el correcto dimensionado de la cota B hay que tener en cuenta que se desea que el usuario coja el asa con la mano totalmente cerrada para evitar así hacer un esfuerzo adicional con los músculos de los dedos si la mano queda ligeramente abierta.

Por esta razón, se va a tomar el percentil  $X_5$  de la población de las mujeres. Esta dimensión es la mínima necesaria y por esto, los perímetros descritos por manos de mayor tamaño quedaran acomodados a esta.

$$X_{5M} = 43 \text{ mm}$$

$$B = 43 \text{ mm}$$

La cota B tendrá un grosor como máximo de 43 milímetros.

#### **Calculo de la cota D-C:**

Finalmente, una cota a dimensionar es la D – C. Esta dimensión corresponde a la altura del cuerpo principal de la nevera. La razón de la intención de cálculo de esta cota se debe a que las neveras muchas veces se utilizan como un asiento.

Por esto, se van a tomar los percentiles  $X_1$  de la población de las mujeres y  $X_{99}$  de la población de los hombres, es decir, se va a realizar un cálculo para 98% de la población. Una vez obtenidas estas dos dimensiones se va a sacar la media. La dimensión antropométrica a tener en cuenta: altura poplítea:

$$X_{1M} = m - z_p \cdot s = 397 - 2,33 \cdot 28,9 = 329,663 \text{ milímetros.}$$

$$X_{99H} = m + z_p \cdot s = 436 + 2,33 \cdot 30,2 = 506,366 \text{ milímetros.}$$

La media entre las dos dimensiones:

$$(329,663 + 506,336) / 2 = 418,0145$$

La cota D – C tendría un tamaño de: 41,8 centímetros.

Esta cota no se va a tener en cuenta ya que el uso de este producto no contempla la función de asiento, además, quedará explícitamente indicado que no se utilice para tal fin. Pero, podría ser un dato a tener en cuenta a la hora del dimensionado del producto final.

#### **Dimensiones finales:**

La Cota D definitiva tendrá que tener una dimensión inferior a: 64 centímetros.

La cota E tendrá que tener un grosor de 21 milímetros y una anchura de 92 como mínimo.

La cota B tendrá un grosor como máximo de 43 milímetros.

Estas no son unas medidas definitivas, sino que, unas medidas orientativas que se tomarán en cuenta a la hora del dimensionado del producto final. Porque, también se tienen que tener en cuenta aspectos relacionados con la fabricación, transporte, ensamblaje...etc. del producto, que también tendrán su influencia en el dimensionado del producto en mayor o menor grado y, por tanto, pueden comprometer dimensiones aquí calculadas.

**Observaciones:**

Como se puede ver en el diseño final de la nevera, la dimensión E no se tiene en cuenta.

A lo largo del desarrollo del proyecto se ha llegado a la conclusión de que la tapa que permite la deposición y extracción de productos perecederos del interior de la nevera tiene que incorporar una rosca que presione la junta NBR a lo largo de toda su periferia para garantizar una estanqueidad óptima. Por esto, para incorporar dicha rosca, la forma de la tapa tiene que ser redonda, eliminando de esta manera la necesidad de un espacio como el que describe la cota E y sustituyéndolo por unas pestañas salientes donde apoyar las manos para enroscar y desenroscar la tapa.

## Anexo 4. Cálculos estructurales.

Se van a llevar a cabo un conjunto de cálculos estructurales con el fin de validar distintas características del producto, así como dimensionar las partes de mayor importancia.

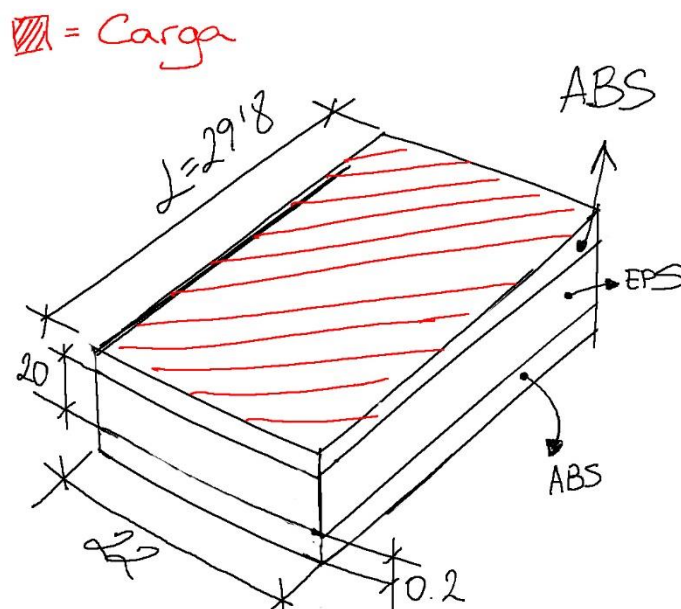
### 4.1 Determinación de la cantidad de nervios a utilizar en la pared frontal.

Uno de los cálculos principales a tener en cuenta es la cantidad de nervios a utilizar en las paredes que forman el producto. Esto es necesario por dos razones. En primer lugar, durante el proceso de fabricación las superficies grandes tenderán a combarse en la fase del enfriamiento. La disposición correcta de la cantidad necesaria de nervios prácticamente elimina este problema. En segundo lugar, cuando se extraiga el aire del interior de la nevera las paredes de esta también se combarán hacia el interior debido a la presión atmosférica ejercida sobre estas. Es por eso que se necesitara una cantidad determinada de nervios que reduzcan la deformación.

Los parámetros que se van a tener en cuenta para este cálculo son:

Las paredes de mayor superficie de la nevera: las paredes de mayor superficie van a ser las más perjudicadas a la hora de extraer el aire del interior de la nevera. Será necesario determinar la cantidad de nervios óptima para reducir en la medida de lo posible dicha curvatura.

Este primer cálculo se va a realizar sobre la pared de mayor superficie:



48. Pared sándwich grande.

La presión atmosférica: es la tensión o carga expresada en Newton por metro cuadrado que suporta la superficie debido a la ausencia del aire en el interior de la cámara.

Ya que el vacío total no es realizable y además el usuario conseguirá reducciones ligeramente inferiores a la mitad de la presión atmosférica, el valor de la presión atmosférica que se tendrá en cuenta es de:  $0,7 \cdot \text{Atm}$ . Es decir, se considera que el usuario conseguirá reducir la atmósfera en el interior de la cámara hasta  $0,3 \text{ Atm}$ .

$$1 \text{ Atm} = 101300 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ Atm} \cdot 0,7 = 70910 \text{ N/m}^2$$

El límite elástico de los materiales empleados. Para realizar correctamente los cálculos se deben escoger los parámetros mecánicos adecuados. En este caso se va a tener en cuenta el límite elástico del ABS y la resistencia a tracción del EPS.

$$\text{Límite elástico ABS} = \sigma_y = 6180 \text{ psi} = 42,61 \text{ MPa}$$

$$\text{Resistencia a tracción EPS} = \sigma_u = 340 \text{ kPa} = 0,340 \text{ MPa}$$

Se calcula el volumen de los materiales que compone la pared:

$$V_{ABS} = 2(\text{uds}) \cdot 22(\text{cm}) \cdot 29,8(\text{cm}) \cdot 0,2(\text{cm}) = 262,2 \text{ cm}^3$$

$$V_{EPS} = 2(\text{cm}) \cdot 22(\text{cm}) \cdot 29,8(\text{cm}) = 1311,2 \text{ cm}^3$$

$$V_t = V_{ABS} + V_{EPS} = 1573,4 \text{ cm}^3$$

El porcentaje en volumen de cada material respecto al volumen total es de:

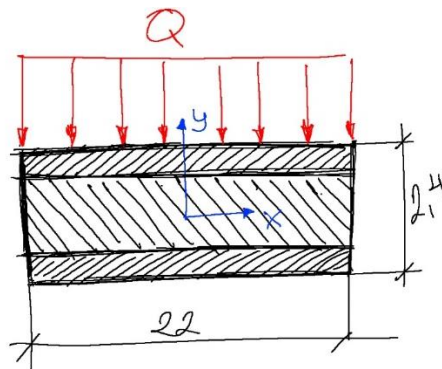
$$\%V_{ABS} = \frac{262,24}{1573,4} = 0,167 = 17\%$$

$$\%V_{EPS} = 1 - 0,167 = 0,834 = 83\%$$

Teniendo en cuenta el volumen y las propiedades mecánicas anteriormente mencionadas, podemos sacar la resistencia del panel sándwich que tenemos. De ahora en adelante esta propiedad la llamaremos tensión admisible y será esta la tensión máxima que permitiremos que el material soporte:

$$\sigma_{adm} = 0,17 \cdot 42,61(\text{MPa}) + 0,83 \cdot 0,34(\text{MPa}) = 7,526 \text{ MPa}$$

El momento de inercia que crea la sección transversal de la pared es:



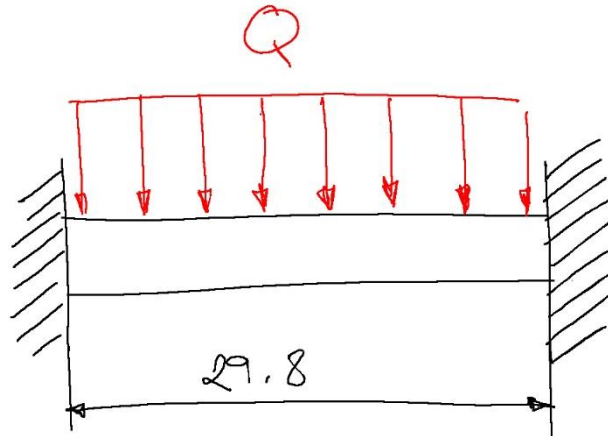
49. Sección transversal pared grande.



$$I_{x'} = \frac{1}{12} 22 \cdot 2.4^3 = 25,34 \text{ cm}^3$$

A continuación, se hace un análisis a flexión de la pared para ver cuál es el punto que más sufre y cuál será el momento flector máximo.

La configuración a utilizar será la de una viga biempotrada ya que es la que más se acerca a nuestro modelo.



50. Viga biempotrada pared grande.

La carga a soportar por el panel/viga es:

$$1 \text{ atm} = 101300 \text{ N/m}^2$$

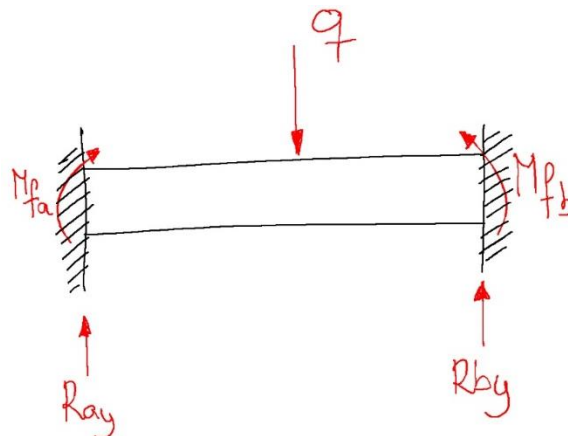
$$Q = 101300 \text{ (N/m}^2) \cdot 0,22 \text{ (m)} = 22286 \text{ (N/m)}$$

$$Q \cdot 0,7 = 15600,2 \text{ (N/m)}$$

La carga puntualizada:

$$q = 101300 \text{ (N/m}^2) \cdot 0,22 \text{ (m)} \cdot 0,298 \text{ (m)} = 6641,23 \text{ (N)}$$

$$q \cdot 0,7 = 4648,86 \text{ (N)}$$



51. Viga biempotrada con reacciones pared grande.

Obtención del valor de los momentos flectores laterales y las fuerzas de reacción en los puntos de empotramiento:

$$M_2 = M_1 = \frac{1}{12} Q \cdot L^2 = 15600,2 \text{ (N/m)} \cdot 0,298^2 \text{ (m)} = 115,44 \text{ (Nm)}$$

Fuerzas de reacción:

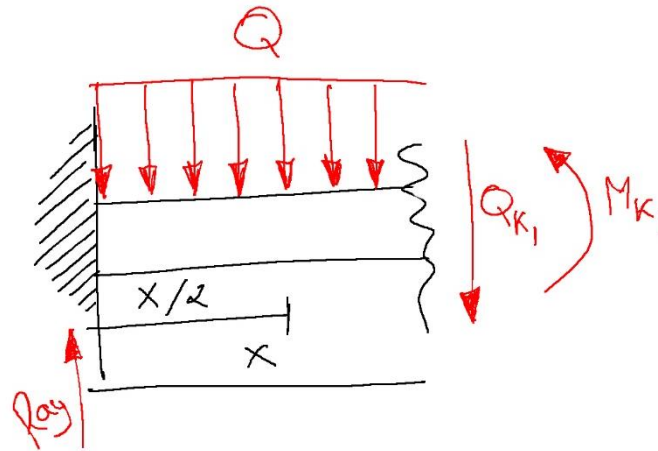
$$\sum M_{fa} = 0; -M_1 + M_2 + q \cdot d - R_{by} \cdot d = 4648,86 \text{ (N)} \cdot \frac{29,8}{2} \text{ (cm)} - R_{by} \cdot 29,8 \text{ (cm)}$$

$$R_{by} = \frac{4648,8 \text{ (N)} \cdot \frac{29,8}{2} \text{ (cm)}}{29,8 \text{ (cm)}} = 2324,4 \text{ (N)}$$

$$\sum F_y = 0; R_{ay} + R_{by} - q = 0; 2324,43 \text{ (N)} + R_{ay} - 4648,8 \text{ (N)} = 0;$$

$$R_{ay} = 4684,861 \text{ (N)} - 2324,431 \text{ (N)} = 2324,4 \text{ (N)}$$

Una vez obtenidas las reacciones se procede al estudio del esfuerzo cortante y momento flector máximos:



52. Corte viga pared grande.

$$\sum F_y = 0; R_{ay} - 15600,2 \left( \frac{N}{m} \right) x - K$$

La ecuación que define los esfuerzos cortantes es:

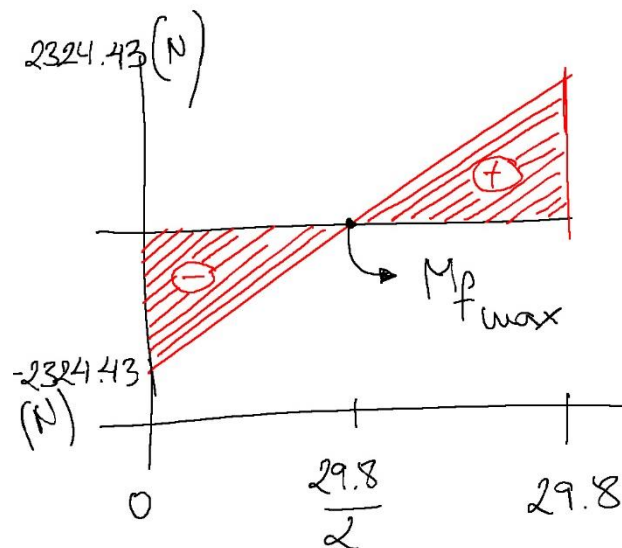
$$K = -2324,43 + 15600,2 \left( \frac{N}{m} \right) x$$

Intervalo de  $x$ :

$$0(m) \leq x \leq 0,298(m)$$

$$x \begin{cases} x = 0(m); K = -2324,43(N) \\ x = \frac{0,298}{2}(m); K = 0(N) \\ x = 0,298(m); K = 2324,43(N) \end{cases}$$

Como es lógico, los esfuerzos cortantes máximos se presentan en los extremos y su magnitud es equivalente a la carga total a soportar repartida entre estos dos. El momento flector máximo se da justo en el centro donde el esfuerzo cortante equivale a cero.



53. Diagrama cortes pared grande.

Análisis del momento flector:

$$\sum Mf = 0; Mk - 115,44(Nm) - 2324,43x + 15600,2 \frac{x^2}{2} = 0$$

La ecuación del momento flector es:

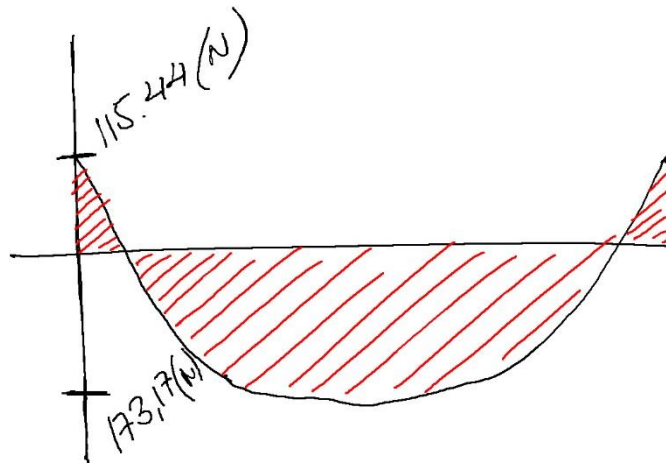
$$Mk = 115,44(Nm) + 2324,43x - 15600,2 \frac{x^2}{2}$$

$$x \begin{cases} x = 0(\text{cm}); Mf = 115,44(\text{Nm}) \\ x = \frac{29,8}{2}(\text{cm}); Mf = 173,17(\text{Nm}) \\ x = 29,8(\text{cm}); Mf = 115,44(\text{Nm}) \end{cases}$$

Si tenemos en cuenta también la fórmula del momento flector máximo para una viga biempotrada, se confirma el resultado anteriormente obtenido:

$$Mf_{max} = \frac{qL^2}{8} = \frac{15006,2 \left(\frac{\text{N}}{\text{m}}\right) \cdot 0,298^2(\text{m})}{8} = 173,17(\text{Nm})$$

El diagrama de los momentos flectores quedaría de esta manera:



54. Diagrama momentos flectores pared grande.

Los datos obtenidos hasta el momento son:

$$\sigma_{adm} = 7,5 \text{ MPa}; Mf_{max} = 173,17(\text{Nm}); I_x = 25,34 \text{ cm}^3$$

Para determinar si la pared sándwich va a ser capaz de soportar las solicitaciones externas se va a hacer un cálculo utilizando el módulo resistente.

El módulo resistente necesario para que la pared soporte la tensión deberá ser de:

$$W_b = \frac{M_f}{\sigma_{adm}}; \frac{173170(\text{Nmm})}{7,41\left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right)} = 23369,77 \text{ mm}^3$$

El módulo resistente obtenido es de:

$$W_b = \frac{I_x}{y_{m\acute{a}x}}; \frac{253440(\text{mm}^4)}{12(\text{mm})} = 21120 \text{ mm}^3$$

A partir del cálculo realizado se llega a la conclusión de que el módulo resistente creado por nuestra sección transversal debería de aumentar en:

$$23369,77 (mm^3) - 21120 (mm^3) = 2249,77(mm^3)$$

Otra solución es hacer que el módulo resistente necesario baje hasta el valor del módulo resistente creado por dicha sección transversal. La manera de conseguirlo es aumentando la tensión máxima del panel sándwich que compone la pared de la nevera.

Una forma de aumentar esta tensión máxima es aumentando el volumen del material de ABS ya que es este principalmente el que da mayor resistencia al panel. Un pequeño aumento del volumen de ABS equivale a un aumento mucho mayor del volumen del EPS.

Este aumento de volumen se va a manifestar en forma de nervios que se colocarán perpendicularmente a la superficie de la pared y sentido longitudinal respecto al largo de esta. Las dimensiones de los nervios quedan predeterminadas por las consideraciones de diseño y fabricación de los materiales plásticos. Para un grosor de pared de dos milímetros utilizaremos unos nervios de 2 milímetros de grosor y 5 de altura.

La tensión admisible necesaria:

$$W_b = \frac{M_f}{\sigma_{adm}}; \frac{173170(Nmm)}{x} = 21120mm^3$$

$$\sigma_{adm} = 8,2 MPa$$

Hacemos incógnita el volumen del ABS y despejamos para averiguar el nuevo volumen necesario:

$$x \cdot 42,61(MPa) + 0,34(MPa)(1 - x) = 8,2 MPa$$

$$42,61x + 0,34 - 0,34x = 8,2 MPa$$

$$42,27x = 7,86 MPa$$

$$x = \frac{7,86(MPa)}{42,27(MPa)} = 0,1859 = 0,19$$

Como el diseño siempre debe de estar al lado de la seguridad, se sobredimensiona el volumen de ABS hasta 0,2 para asegurar una deformación mínima en la pared del objeto

Por tanto, el volumen del ABS debe aumentar su presencia en el panel sándwich desde el 17% hasta el 20%.

Este aumento en centímetros cúbicos supone:

$$0,2 = \frac{V_{abs}}{1573,4(cm^3)}$$

$$V_{abs} = 1573,4(cm^3) \cdot 0,2 = 314,6 (cm^3)$$

El aumento del volumen respecto al volumen inicial es de:

$$314,68(cm^3) - 262,24 (cm^3) = 52,44 (cm^3)$$

Este aumento de material corresponde tanto al panel de ABS superior como inferior. Por eso, el aumento de material correspondiente a un único panel es de:

$$\frac{52,44}{2} = 26,22 (cm^3)$$

Si tenemos en cuenta que un nervio tiene un volumen de:

$$0,5 \cdot 0,2 \cdot 29,8 = 2,98(cm^3)$$

La cantidad de nervios necesaria será de:

$$\frac{26,22(cm^3)}{2,98(cm^3)} = 8,8$$

Comprobación del resultado obtenido:

$$\%V_{ABS} = 20\%$$

$$\%V_{EPS} = 1 - 0,2 = 80\%$$

Nueva tensión admisible:

$$\sigma_m = 0,2 \cdot 42,61 + 0,8 \cdot 0,34 = 8,8MPa$$

Debido al sobredimensionado anterior superamos el valor de tensión admisible inicialmente propuesto.

El momento resistente necesario para que la pared soporte la carga deber ser superior a:

$$W_b = \frac{M_f}{\sigma_{adm}}; \frac{173170(Nmm)}{8,8(\frac{N}{mm^2})} = 19678,41 mm^3$$

El momento resistente creado es de:

$$W_b = \frac{I_x}{y_{m\acute{a}x}}; \frac{253440(mm^4)}{12(mm)} = 21120 mm^3$$

Se cumple que:

$$21120 mm^3 > 19678mm^3$$

**Deformación experimentada.**



$$2,3GPa = 2300MPa = 2300 \frac{N}{mm^2} \cdot \frac{100(mm^2)}{1(cm^2)} = 230000 \frac{N}{cm^2}$$

$$\frac{7,091 \frac{N}{cm} \cdot 29,8^4 cm^4}{384 \cdot 230000 \frac{N}{cm^2} \cdot 0,602 cm^4} = 0,105 cm = 1,05 mm$$

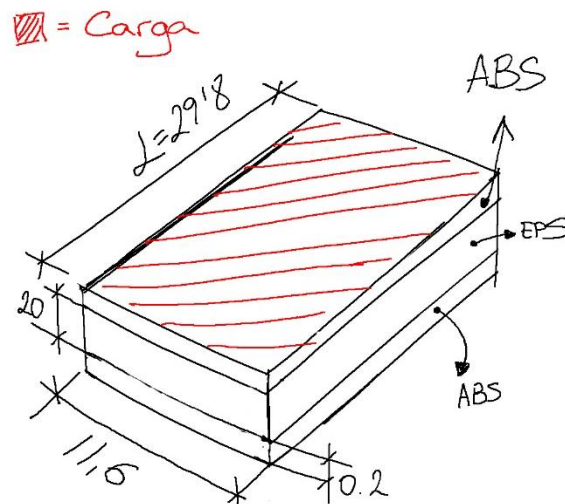
La deformación que experimentará la pared frontal es de 1,05 milímetros.



## 4.2 Determinación de la cantidad de nervios a utilizar en la pared lateral.

Se procede a realizar el mismo cálculo de forma más resumida para la pared lateral, la cual tiene unas dimensiones más reducidas.

Las dimensiones de esta pared son de: 11,6 · 29,8 · 2,4 centímetros.



56. Pared sándwich pequeña.

$$V_{ABS} = 2(uds) \cdot 11,6(cm) \cdot 29,8(cm) \cdot 0,2(cm) = 138,2 \text{ cm}^3$$

$$V_{EPS} = 2(cm) \cdot 11,6(cm) \cdot 29,8(cm) = 691,3 \text{ cm}^3$$

$$V_t = V_{ABS} + V_{EPS} = 829,6 \text{ cm}^3$$

El porcentaje en volumen de cada material respecto al volumen total es de:

$$\%V_{ABS} = \frac{138,27}{829,63} = 0,167 = 17\%$$

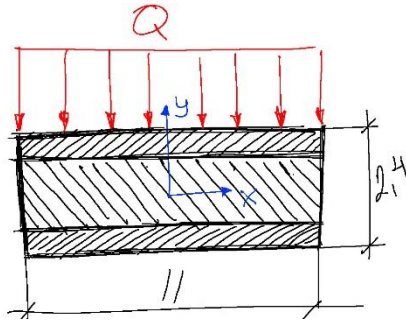
$$\%V_{EPS} = 1 - 0,167 = 0,834 = 83\%$$

Tensión máxima:

$$\sigma_m = 0,17 \cdot 42,61(MPa) + 0,83 \cdot 0,34(MPa) = 7,5MPa$$

Lógicamente la resistencia del material no varía, se mantiene constante a cualquier dimensión del panel.

Momento de inercia:



57. Sección transversal pared pequeña.

$$I_{x'} = \frac{1}{12} 11,6 \cdot 2,4^3 = 13,36 \text{ cm}^3$$

Análisis a flexión de una viga biempotrada con las dimensiones de nuestro panel sándwich.

La carga a soportar por el panel/viga es:

$$1 \text{ atm} = 101300 \text{ N/m}^2$$

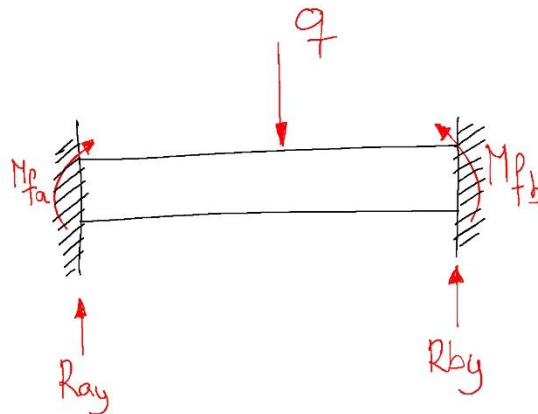
$$Q = 101300 \text{ (N/m}^2) \cdot 0,116 \text{ (m)} = 11750,8 \text{ (N/m)}$$

$$Q \cdot 0,7 = 8225,56 \text{ (N/m)}$$

Carga puntualizada:

$$q = 101300 \text{ (N/m}^2) \cdot 0,116 \text{ (m)} \cdot 0,298 \text{ (m)} = 3501,74 \text{ (N)}$$

$$q \cdot 0,7 = 2451,22 \text{ (N)}$$



58. Viga empotrada con reacciones pared pequeña.

Se obtiene el valor de los momentos flectores y las fuerzas de reacción:

$$M_2 = M_1 = \frac{1}{12} Q \cdot L^2 = 8225,56 \text{ (N/m)} \cdot 0,29^2 \text{ (m)} = 60,87 \text{ (Nm)}$$

Fuerzas de reacción:

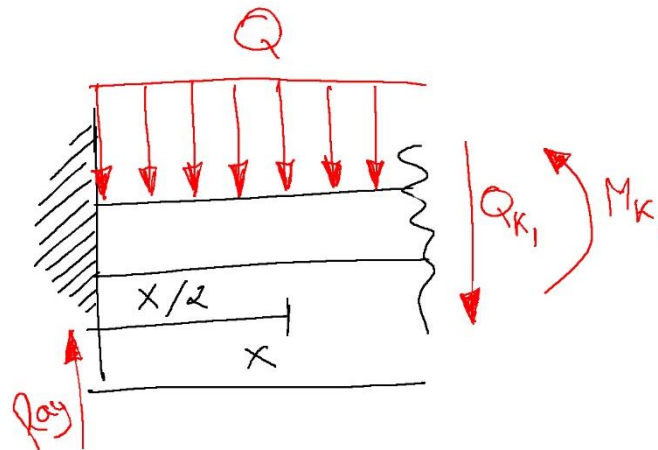
$$\sum M_{f_a} = 0; -M_1 + M_2 + q \cdot d - R_{b_y} \cdot d = 2451,22(N) \cdot \frac{29,8}{2}(cm) - R_{b_y} \cdot 29,8(cm)$$

$$R_{b_y} = \frac{2451,22(N) \cdot \frac{29,8}{2}(cm)}{29,8(cm)} = 1225,61(N)$$

$$\sum F_y = 0; R_{a_y} + R_{b_y} - q = 0; 1225,61(N) + R_{a_y} - 2451,22(N) = 0;$$

$$R_{a_y} = 2451,22(N) - 1225,61(N) = 1225,61(N)$$

Una vez obtenidas las reacciones se procede al estudio del esfuerzo cortante y momento flector máximos:



59. Corte pared pequeña.

$$\sum F_y = 0; 1225,61 - 8225,56 \left( \frac{N}{m} \right) x - K$$

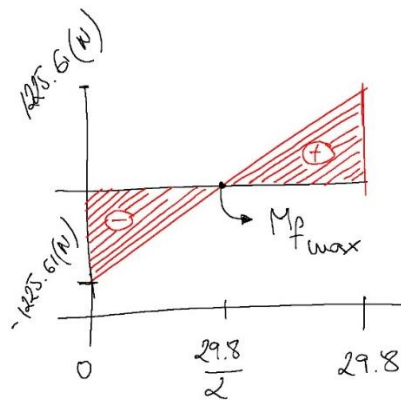
La ecuación que define los esfuerzos cortantes es:

$$K = -1225,61 + 8225,56 \left( \frac{N}{m} \right) x$$

Intervalo de \$x\$:

$$0(cm) \leq x \leq 0,298(m)$$

$$x \begin{cases} x = 0(m); K = -1225,61(N) \\ x = \frac{0,298}{2}(m); K = 0(N) \\ x = 0,298(m); K = 1225,61(N) \end{cases}$$



60. Diagrama esfuerzos cortantes pared pequeña.

Estudio de los momentos flectores:

$$\sum Mf = 0; Mk - 60,87(Nm) - 1225,61x + 8225,56 \frac{x^2}{2} = 0$$

La ecuación del momento flector es:

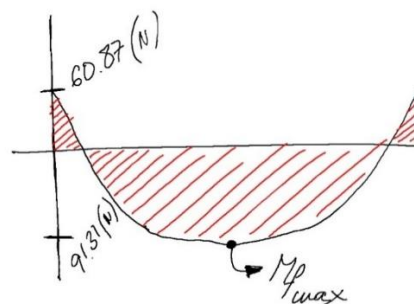
$$Mk = 60,87 (Nm) + 1225,61x - 8225,56 \frac{x^2}{2}$$

$$x \begin{cases} x = 0(cm); Mf = 60,87(Nm) \\ x = \frac{29,8}{2}(cm); Mf = 91,31(Nm) \\ x = 29,8(cm); Mf = 60,87(Nm) \end{cases}$$

Se confirma el resultado anteriormente obtenido:

$$Mf_{max} = \frac{qL^2}{8} = \frac{8225,56 \left(\frac{N}{m}\right) \cdot 0,298^2(m)}{8} = 91,31(Nm)$$

El diagrama de los momentos flectores quedaría de esta manera:



61. Diagrama esfuerzo flector pared pequeña.

Los datos obtenidos hasta el momento son:

$$\sigma_m = 7,5 \text{ MPa} ; M_{f_{max}} = 91,31 \text{ (Nm)} ; I_x = 13,36 \text{ cm}^4$$

Cálculo utilizando el módulo resistente.

El módulo resistente necesario para que la pared soporte la tensión deberá ser de:

$$W_b = \frac{M_f}{\sigma_{adm}} ; \frac{91310 \text{ (Nmm)}}{7,41 \left( \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)} = 12322,54 \text{ mm}^3$$

El módulo resistente obtenido es de:

$$W_b = \frac{I_x}{y_{\max}} ; \frac{133600 \text{ (mm}^4\text{)}}{12 \text{ (mm)}} = 11133,34 \text{ mm}^3$$

Con los cálculos realizados hasta el momento podemos observar que la disminución de todos los valores es proporcional a la disminución de la superficie del panel sándwich que estamos analizando y por eso, seguramente también lo sea la disminución del número de nervios necesarios.

La tensión admisible necesaria:

$$W_b = \frac{M_f}{\sigma_{adm}} ; \frac{91310 \text{ (Nmm)}}{x} = 11200 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{adm} = 8,2 \text{ Mpa}$$

Lógicamente, al igual que en el caso anterior, la tensión admisible necesaria no varía y es igual para ambos casos.

Averiguamos el nuevo volumen necesario:

$$x \cdot 42,61 \text{ (MPa)} + 0,34 \text{ (MPa)}(1 - x) = 8,2 \text{ MPa}$$

$$42,61x + 0,34 - 0,34x = 7,8 \text{ MPa}$$

$$42,27x = 7,8 \text{ MPa}$$

$$x = \frac{7,86 \text{ (MPa)}}{42,27 \text{ (MPa)}} = 0,1859 = 0,19$$

Al igual que en el caso anterior, sobredimensionamos hasta 0,2 para lograr una mayor resistencia.

Este aumento en centímetros cúbicos supone:

$$0,2 = \frac{V_{abs}}{829,63(cm^3)}$$

$$V_{abs} = 829,63(cm^3) \cdot 0,2 = 165,93 (cm^3)$$

El aumento del volumen respecto al volumen inicial es de:

$$165,93(cm^3) - 138,272 (cm^3) = 27,658 (cm^3)$$

El aumento de material correspondiente a un único panel es de:

$$\frac{27,658}{2} = 13,83 (cm^3)$$

La cantidad de nervios necesaria será de:

$$\frac{13,83(cm^3)}{2,98(cm^3)} = 4,64$$

Después de los cálculos realizados se llega a la conclusión de que la cantidad de nervios aumenta o disminuye proporcionalmente a la variación en el tamaño de la superficie a nervar. En este caso, la cantidad de nervios a utilizar será de 5.

Comprobación del resultado obtenido:

El momento resistente necesario para que la pared soporte la carga deber ser superior a:

$$W_b = \frac{M_f}{\sigma_{adm}}; \frac{91310(Nmm)}{8,8(\frac{N}{mm^2})} = 10376,14 mm^3$$

El módulo resistente obtenido es de:

$$W_b = \frac{I_x}{y_{máx}}; \frac{133600(mm^4)}{12(mm)} = 11133,34 mm^3$$

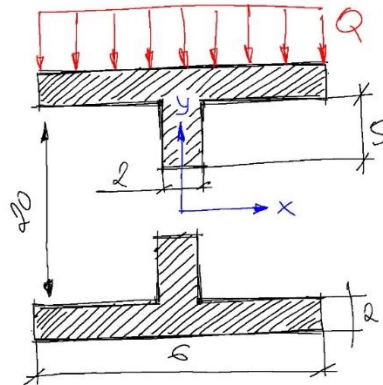
Se cumple que:

$$11133,34 mm^3 > 10376,14 mm^3$$

#### Deformación experimentada.

Al igual que anteriormente, se utiliza una tira en forma de viga tipo T, y se desprecia el material EPS. Ya que se ha producido una reducción en la amplitud del panel, se va a transmitir esta

reducción de forma proporcional a la viga que se va a analizar, pasando de utilizar una amplitud de 1cm a una amplitud de 0,6 cm.



62. Sección transversal viga pared pequeña .

El momento de inercia creado en este caso es de:

$$\frac{1}{12} 0,6(\text{cm}) \cdot 0,2(\text{cm})^3 + (0,6(\text{cm}) \cdot 0,2(\text{cm})) \cdot (1,2(\text{cm}) - 0,1(\text{cm}))^2 = 0,1456 \text{cm}^4$$

$$\frac{1}{12} 0,2(\text{cm}) \cdot 0,5(\text{cm})^3 + (0,2(\text{cm}) \cdot 0,5(\text{cm})) \cdot (1,2(\text{cm}) - 0,45(\text{cm}))^2 = 0,0583 \text{cm}^4$$

$$I_1 + I_2 = 0,204(\text{cm}^4)$$

Momento de inercia de toda la sección transversal:

$$I_T = 2 \cdot 0,302 = 0,408(\text{cm}^4)$$

La carga a soportar:

$$101300 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \frac{1(\text{m}^2)}{10000(\text{cm}^2)} = 10,13 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$$

$$q = 10,13 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \cdot 0,6 \text{cm} = 6,078 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$$

$$6,078 \frac{\text{N}}{\text{cm}} \cdot 0,7 = 4,25 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$$

El módulo de elasticidad del material:

$$2,3 \text{GPa} = 2300 \text{MPa} = 2300 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot \frac{100(\text{mm}^2)}{1(\text{cm}^2)} = 230000 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$$

$$\frac{4,25 \frac{N}{cm} \cdot 29,8^4 cm^4}{384 \cdot 230000 \frac{N}{cm^2} \cdot 0,408 cm^4} = 0,0930 cm = 0,93 mm$$

Como es lógico, el panel lateral debido a sus dimensiones inferiores va a deformarse menos que la pared frontal que tiene unas dimensiones en cuanto a amplitud más grandes.



### 4.3 Cálculo de la fuerza necesaria para cerrar la tapa.

Otro cálculo de gran relevancia a tener en cuenta en este proyecto es el correspondiente a la tapa que incorpora la rosca. Esta rosca se utiliza para conseguir apretar la junta en casi todos los puntos y garantizar la estanqueidad del producto. Pero para poder presionarla, el usuario antes tiene que conseguir cerrar esa tapa enroscándola. Durante el proceso de cierre se llegará a un punto en el cual la junta entrará en contacto con la superficie tope, y una mayor fuerza será necesaria para seguir girando la tapa, deformar la junta y cerrarla definitivamente.

Este punto de contacto se alcanza dando 2,875 vueltas, el 0,125 restante corresponde a la vuelta que se debe dar para deformar la junta un 10% y llegar al final de la rosca que correspondería con 3 vueltas de tapa.

Se desea saber qué momento de torsión será necesario aplicar para poder reducir la sección transversal de la junta en un 10%. A partir de este se obtendrá la fuerza final necesaria que tenga que hacer el usuario.

El método utilizado para realizar este cálculo será el de tornillo de potencia.

El ángulo de inclinación del plano sobre el cual se sitúa la rosca es de:

$$\alpha = \operatorname{tg}^{-1}\left(\frac{\rho}{\phi p}\right)$$

$$\alpha = \operatorname{tg}^{-1}\left(\frac{0,25}{19,5}\right) = 0,82$$

Coefficiente de fricción ABS:

$$\mu_{ABS} = 0,48$$

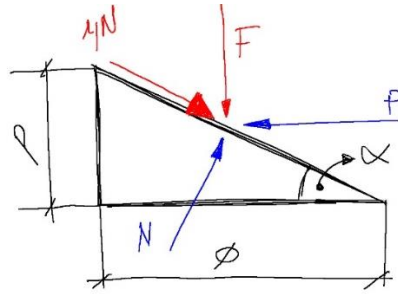
Según las gráficas ofrecidas por el fabricante, la junta empleada produce una fuerza en dirección contraria a la compresión de 25N por centímetro. Teniendo en cuenta el perímetro de nuestra junta podemos sacar la fuerza de rechazo.

Fuerza en oposición creada por la junta:

$$F \cdot 2\pi r = Q$$

$$25\left(\frac{N}{cm}\right) \cdot 2\pi \cdot 10(cm) = 1570,79(N)$$

Se establecen las ecuaciones de equilibrio, según las dos direcciones del plano:



63. Plano de la inclinación de la rosca.

Horizontalmente, el esfuerzo P representa la fuerza necesaria que habrá que aplicar a la tapa/rosca para hacerla girar y producir la deformación de la junta:

$$P - N \operatorname{sen} \alpha - \mu N \operatorname{cos} \alpha = 0$$

$$P = N(\operatorname{sen} \alpha + \mu \operatorname{cos} \alpha)$$

Verticalmente, el esfuerzo normal N es el que actúa en dirección normal al plano de la hélice del tornillo:

$$F + \mu N \operatorname{sen} \alpha - N \operatorname{cos} \alpha = 0$$

$$F = -\mu N \operatorname{sen} \alpha + \operatorname{cos} \alpha N$$

$$F = N(\operatorname{cos} \alpha - \mu \operatorname{sen} \alpha)$$

$$N = \frac{F}{(\operatorname{cos} \alpha - \mu \operatorname{sen} \alpha)} = 0$$

Sustituyendo N en P:

$$P = \frac{F(\operatorname{sen} \alpha + \mu \operatorname{cos} \alpha)}{(\operatorname{cos} \alpha - \mu \operatorname{sen} \alpha)}$$

El par o momento de torsión que es necesario aplicar para deformar la junta es igual al producto del esfuerzo P por el radio primitivo.

$$Mt = P \cdot \frac{\phi}{2}$$

Sustituyendo el valor de P, resulta un momento torsional de:

$$Mt = \frac{F\phi}{2} \cdot \frac{(\operatorname{sen} \alpha + \mu \operatorname{cos} \alpha)}{(\operatorname{cos} \alpha - \mu \operatorname{sen} \alpha)}$$

Teniendo en cuenta la inclinación de los filetes de 30°.

$$Mt = \frac{F\phi}{2} \cdot \frac{(\operatorname{sen}\alpha + \mu\operatorname{cos}\alpha) \left(\frac{1}{\operatorname{cos}\alpha}\right)}{(\operatorname{cos}\alpha - \mu\operatorname{sen}\alpha) \left(\frac{1}{\operatorname{cos}\alpha}\right)}$$

De forma simplificada:

$$Mt = \frac{F\phi}{2} \cdot \frac{\rho + \mu\phi \cdot \operatorname{sec}\alpha}{\phi - \mu\rho \cdot \operatorname{sec}\alpha}$$

$$Mt = \frac{1570,79(N) \cdot 19,5(\operatorname{cm})}{2} \cdot \frac{0,25(\operatorname{cm}) + 0,48 \cdot 20(\operatorname{cm}) \cdot \operatorname{sec}30}{20(\operatorname{cm}) - 0,48 \cdot 0,25(\operatorname{cm}) \cdot \operatorname{sec}30}$$

$$Mt = 15315,26(N\operatorname{cm}) \cdot 0,55 = 8423,39(N\operatorname{cm})$$

La fuerza se aplicará a una distancia de 10 centímetros aproximadamente.

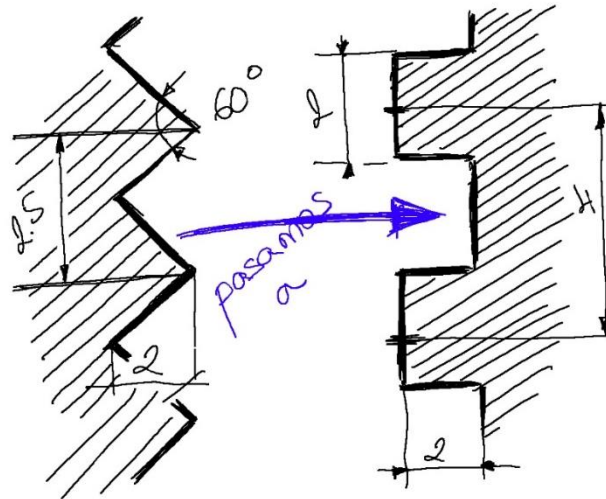
$$F = \frac{Mt}{d} = \frac{8423,39(N\operatorname{cm})}{10(\operatorname{cm})} = 842,33(N)$$

Esta es la fuerza a aplicar en un único extremo del plato roscante, ya que el usuario aplicará la fuerza con las dos manos, una mano en cada extremo, esta se divide entre 2. La fuerza final que el usuario debe hacer es de:

$$\frac{F}{2} = \frac{842,33(N\operatorname{cm})}{2} = 421,16(N) = 42,94\operatorname{Kgf}$$

El usuario, debería de aplicar una fuerza de 42,94 Kg con cada mano para poder cerrar la tapa. Obviamente, este resultado es muy grande y no nos sirve.

Como medidas a tomar, vamos a utilizar una rosca cuadrada en vez de una rosca con filetes inclinados un ángulo de 30°. El efecto del ángulo incrementa la fricción entre la rosca, debido a la acción de acuñamiento de dichos filetes y por tanto dificulta el movimiento de esta.



64. Cambio de tipo de rosca.

Pero, hay que tener en cuenta que si utilizamos una rosca cuadrada habrá que aumentar el paso de esta hasta 0,4 cm como mínimo. A mayor paso, más grande es también la fuerza a aplicar.

El esfuerzo a aplicar por el usuario con una rosca cuadrada se obtiene a partir de los siguientes cálculos.

El nuevo ángulo de inclinación del plano de la rosca es de:

$$\alpha = \operatorname{tg}^{-1}\left(\frac{p}{\phi}\right)$$

$$\alpha = \operatorname{tg}^{-1}\left(\frac{0,4}{19,5}\right) = 1,3$$

La fuerza de oposición creada por la junta se mantiene igual:

$$F \cdot 2\pi r = Q$$

$$25 \left(\frac{N}{cm}\right) \cdot 2\pi \cdot 10(cm) = 1570,79(N)$$

Se establecen las nuevas ecuaciones de equilibrio, según las dos direcciones del plano y esta vez sin tener en cuenta el ángulo de los filetes de rosca porque se trata de una rosca cuadrada.

Horizontalmente:

$$P - N \operatorname{sen} \alpha - \mu N \operatorname{cos} \alpha = 0$$

$$P = N(\operatorname{sen} \alpha + \mu \operatorname{cos} \alpha)$$

Verticalmente:

$$F + \mu N \operatorname{sen} \alpha - N \operatorname{cos} \alpha = 0$$

$$F = -\mu N \operatorname{sen} \alpha + \operatorname{cos} \alpha N$$

$$F = N(\operatorname{cos} \alpha - \mu \operatorname{sen} \alpha)$$

$$N = \frac{F}{(\operatorname{cos} \alpha - \mu \operatorname{sen} \alpha)} = 0$$

Sustituyendo N en P:

$$P = \frac{F(\operatorname{sen} \alpha + \mu \operatorname{cos} \alpha)}{(\operatorname{cos} \alpha - \mu \operatorname{sen} \alpha)}$$

El par o momento torsional que es necesario aplicar para deformar la junta es el mismo que en el caso anterior:

$$Mt = P \cdot \frac{\emptyset}{2}$$

Sustituyendo el valor de P, resulta un momento torsional de:

$$Mt = \frac{F\emptyset}{2} \cdot \frac{(\operatorname{sen} \alpha + \mu \operatorname{cos} \alpha)}{(\operatorname{cos} \alpha - \mu \operatorname{sen} \alpha)}$$

De forma simplificada:

$$Mt = \frac{F\emptyset}{2} \cdot \frac{\rho + \mu\emptyset}{\emptyset - \mu\rho}$$

$$Mt = \frac{1570,79(N) \cdot 19,5(cm)}{2} \cdot \frac{0,4(cm) + 0,48 \cdot 19,5(cm)}{19,5(cm) - 0,48 \cdot 0,4(cm)}$$

$$Mt = 15315,26(Ncm) \cdot 0,5 = 7657,32(Ncm)$$

La fuerza a aplicar por parte del usuario será a una distancia de 10 centímetros aproximadamente.

$$F = \frac{Mt}{d} = \frac{7657,32(Ncm)}{10(cm)} = 765,73(N)$$

La fuerza final por extremo:

$$\frac{F}{2} = \frac{765,73(Ncm)}{2} = 382,86(N) = 39,04Kgf$$

El esfuerzo que tiene que hacer el usuario para cerrar la tapa utilizando una rosca con filetes cuadradas se ha reducido en un 10% hasta alcanzar los 39,04Kg.

Este valor sigue siendo muy grande, y por esto, la única alternativa posible es incorporar un nuevo material con un coeficiente de fricción más pequeño.

Dado que la fuerza a realizar por el usuario es muy grande, se opta directamente por el polímero con un coeficiente de fricción lo más reducido posible. El PTFE, muestra un valor de: 0,08

#### **Determinación del coeficiente de fricción entre el PTFE y el ABS.**

Ya que no se ha podido encontrar el coeficiente de fricción concreto entre el PTFE y el ABS, se procede a hacer una aproximación de este basándose en otros coeficientes de fricción como PTFE-Acero.

Coeficiente de fricción de PTFE-PTFE:

$$\mu = 0,08.$$

Coeficiente de fricción de Acero-Acero:

$$\mu = 0,65$$

Coeficiente de fricción PTFE-Acero:

$$\mu = 0,125$$

Reducción del coeficiente de fricción inicial con el acero por el uso del PTFE:

$$0,65 \rightarrow 100\%$$

$$0,125 \rightarrow x$$

$$\frac{0,125 \cdot 100}{0,65} = 19,23\%$$

$$100\% - 19,23\% = 80,76\%$$

Vemos que, al utilizar el PTFE, se ha producido una reducción del coeficiente de fricción inicial con acero en un poco más del 80%.

Aplicamos a continuación la misma reducción al coeficiente de fricción con el ABS.

$$0,48 \cdot 0,2 = 0,096$$

Redondeando este valor, se quedaría en 0,1.

Por tanto, el coeficiente final entre PTFE-ABS sería de 0,1. Este dato es tan solo orientativo, y nos servirá de aproximación para poder proseguir con nuestros cálculos estructurales.

Volvemos a calcular la fuerza que debería de aplicar el usuario utilizando una rosca hembra fabricada con un material como el ABS y la rosca macho con un material como el PTFE.

Recordamos la ecuación del momento torsor a aplicar sobre la tapa roscada:

$$Mt = \frac{F\phi}{2} \cdot \frac{(\operatorname{sen}\alpha + \mu\operatorname{cos}\alpha)}{(\operatorname{cos}\alpha - \mu\operatorname{sen}\alpha)}$$

De forma simplificada:

$$Mt = \frac{F\phi}{2} \cdot \frac{\rho + \mu\phi}{\phi - \mu\rho}$$

$$Mt = \frac{1570,79(N) \cdot 19,5(cm)}{2} \cdot \frac{0,4(cm) + 0,1 \cdot 19,5(cm)}{19,5(cm) - 0,1 \cdot 0,4(cm)}$$

$$Mt = 15315,2(Ncm) \cdot 0,12 = 1837,82(Ncm)$$

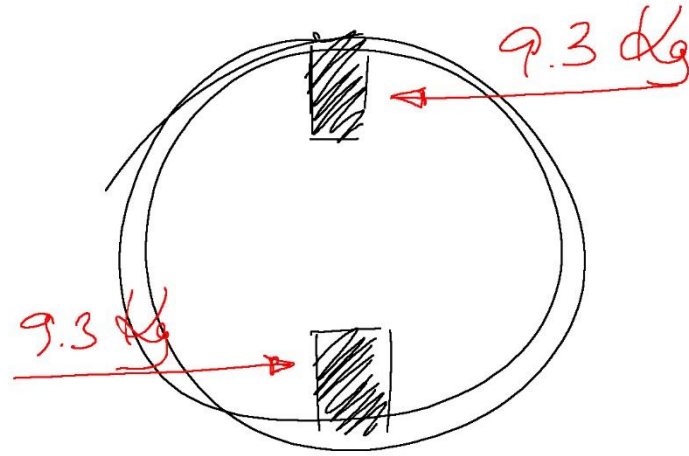
La fuerza a aplicar a una distancia de 10 centímetros:

$$F = \frac{Mt}{d} = \frac{1848,54(Ncm)}{10(cm)} = 183,78(N)$$

La fuerza a aplicar en un único extremo del plato roscaste:

$$\frac{F}{2} = \frac{183,78(Ncm)}{2} = 91,89(N) = 9,3Kgf$$

La fuerza final que el usuario tendrá que aplicar en cada extremo de la tapa para poder cerrarla es de 9,3 Kg. Se trata de un resultado más que aceptable ya que esta al abasto de la mayoría de la población.



65. Fuerza a aplicar sobre cada extremo de la tapa.

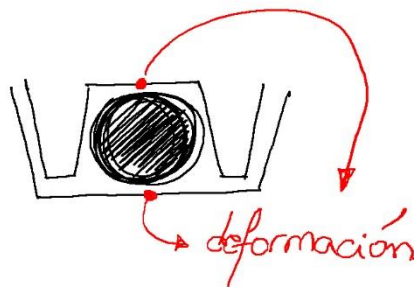


## 4.4 Aseguramiento de la hermeticidad.

Las juntas son los elementos deformables que posibilitarán la estanqueidad de nuestro producto, es decir, la creación de una cámara para el depositado de productos perecederos que, una vez sacado el aire de su interior, evitará posibles fugas o en este caso, entradas de aire.

Para posibilitar esta estanqueidad parte de la junta se deforma al entrar en contacto con la superficie tope. Esta deformación da lugar a un área de contacto que es justamente, la que no permite el paso de la entrada y salida del aire.

Para asegurarse de que se produce esta área de contacto hay que ver cómo reacciona la superficie tope frente a la presión de la junta. Obviamente lo que se produce es una deformación debido a la presión ejercida por parte de la junta. Dicha deformación junto a los errores superficiales de planitud inevitables por los procesos de fabricación podrían dar lugar a zonas donde la deformación de la junta es muy reducida o incluso, en zonas puntuales, que no se produzca deformación de la junta en absoluto, cosa que daría lugar a fugas y, por tanto, a un producto no viable.



66. Junta en ranura.

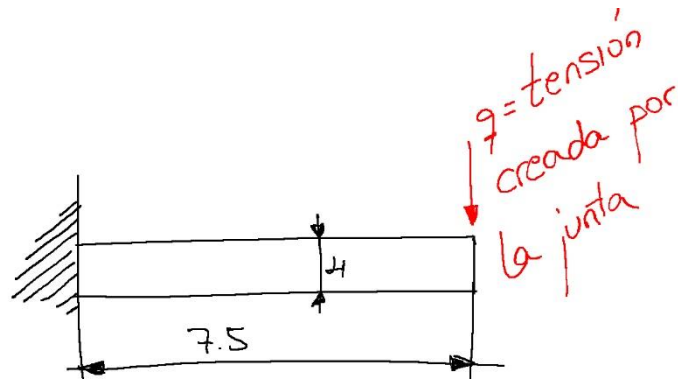
Por esto, a través del cálculo que se va a realizar a continuación, se quiere ver la deformación máxima de la superficie en contacto con la junta para asegurarse de que esta es mínima y por tanto no afecta en manera alguna a la estanqueidad del producto.

Se toma como modelo una viga empotrada de longitud 7,5 milímetros, espesor 4 milímetros y amplitud de 10 milímetros. Estas son las dimensiones de la zona sobre la cual apoya la junta.

$$L = 7,5mm$$

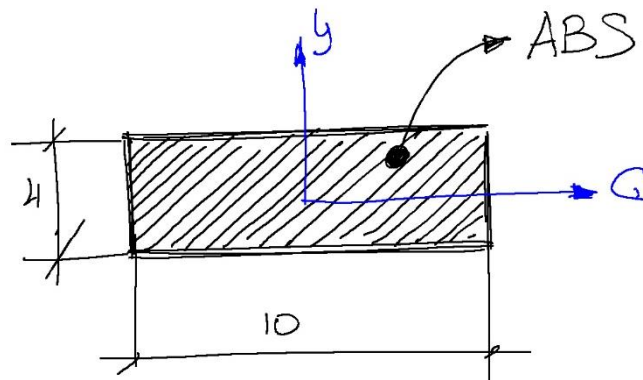
$$e = 4mm$$

$$a = 10mm$$



67. Viga empotrada de la junta.

El momento de inercia creado por la sección transversal:



68. Sección transversal.

$$I = \frac{1}{12} 1 \cdot 0,4^3 = 5,334 \cdot 10^{-3} (\text{cm}^4)$$

La carga creada por 1 centímetro de longitud de la junta seleccionada:

$$q = 25 \left( \frac{\text{N}}{\text{cm}} \right) \cdot 1 (\text{cm}) = 25 (\text{N})$$

El módulo de elasticidad del ABS:

$$E = 2300 \left( \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right) \cdot \frac{100 \text{mm}^2}{1 \text{cm}^2} = 230000 \left( \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \right) = 230 \cdot 10^3 \left( \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \right)$$

La flecha o deformación máxima producida sería:

$$f = \frac{25(N) \cdot 0,75(cm)^3}{3 \cdot 230 \cdot 10^3 \left(\frac{N}{cm^2}\right) \cdot 5,334 \cdot 10^{-3}(cm^4)} = 2,86 \cdot 10^{-3}(cm)$$

$$2,86 \cdot 10^{-3}(cm) = 0,028(mm)$$

La deformación producida en el material polimérico ABS como resultado de la presión ejercida por la junta al ser comprimida es de 0,028 milímetros.

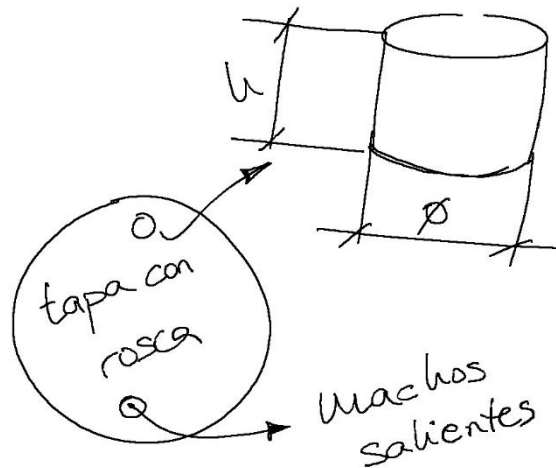
Se pretende deformar la junta un 10%. Si la junta tiene un diámetro de 5 milímetros, la fracción deformada resultará ser:

$$0,1 \cdot 5 = 0,5(mm)$$

Es decir, los errores de planitud, los cuales son del orden de milésimas de milímetro, junto a la deformación del material, no van a superar de ninguna manera en tamaño la zona deformada de la junta. Por eso, el contacto entre junta y la superficie tope siempre estará garantizado además de la deformación de la propia junta, cosa que da lugar a una cámara herméticamente cerrada.

## 4.5 Dimensionado de los entrantes de la tapa roscada.

La pieza a la que se le aplica el momento de torsión para abrir la tapa está separada de la pieza que incorpora la rosca macho fabricada en PTFE, o sea, la que tiene que recibir este momento de torsión. Son dos piezas distintas. Entre pieza y pieza, para poder transferir el momento, además de haber una unión mediante adhesivo, se pretende también crear una especie de macho o saliente en una pieza que acople en los orificios destinados a él en la otra pieza para asegurar una mayor eficacia a la hora de transferir el par.



69. Representación de los salientes de la tapa.

Este sistema, es decir, los machos, trabajan bajo una tensión cortante. Teniendo en cuenta el momento de torsión aplicado, ya calculado en apartados anteriores, se pretende averiguar cuál será este esfuerzo cortante que deberán soportar estos machos y dimensionar el diámetro de estos de forma que no cedan ni experimenten deformaciones.

Momento de torsión aplicado sobre la tapa:

$$Mt = 1837,82(Ncm)$$

La tensión aplicada sobre cada uno de los dos salientes ubicados a 10 centímetros cada un respecto al punto/centro de la tapa donde se aplica el momento:

$$T = \frac{Mt}{2d} = \frac{1837,82(Ncm)}{2 \cdot 10(cm)} = 91,89(N)$$

El esfuerzo cortante sobre cada uno de los machos:

$$\varphi_t = \frac{91,89(N)}{2A} = \frac{91,89(N)}{2\left(\frac{\pi\phi^2}{4}\right)} = \frac{91,89(N)}{\left(\frac{\pi\phi^2}{2}\right)}$$

La tensión admisible para el ABS:

$$\varphi_{adm} = 42,6(MPa)$$

Teniendo en cuenta un coeficiente de seguridad de  $n_s = 2$ :

$$\varphi_{adm} = 21,3(MPa)$$

Para soportar los esfuerzos cortantes se debe cumplir:

$$\varphi_t < \varphi_{adm}$$

$$\frac{91,89(N)}{\frac{\pi\varphi^2}{2}} < 21,3\left(\frac{N}{mm^2}\right)$$

$$\frac{91,89(N) \cdot 2}{21,3 \cdot \pi} < \varphi^2\left(\frac{N}{mm^2}\right)$$

$$\sqrt{\frac{91,89(N) \cdot 2}{21,3 \cdot \pi}} < \varphi = 1,66(mm)$$

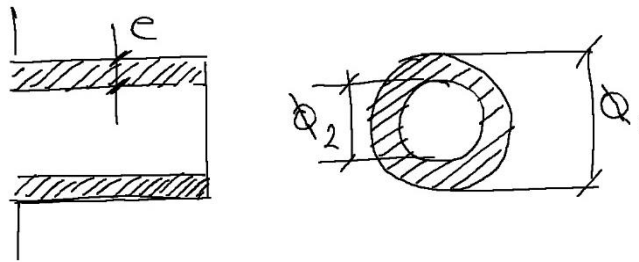
El diámetro mínimo de los dos salientes, para poder soportar los esfuerzos cortantes, debe ser superior a 1,66 milímetros.

Se sobredimensiona este diámetro hasta los 3 milímetros por conveniencia respecto a las consideraciones de diseño para la fabricación empleando materiales poliméricos.

## 4.6 Dimensionado del grosor de las paredes de los salientes de apoyo para el asa.

El asa que servirá para el transporte y manipulación de la nevera se unirá, mediante una unión móvil, sobre dos salientes ubicados en las paredes laterales de la carcasa exterior sobre los cuales tiene un movimiento de rotación.

Estos salientes serán huecos por dentro, cosa que significa que tendrán un grosor de pared.



70. Representación de los salientes para el asa.

Durante el transporte de la nevera, suponiendo un peso en su interior, estos salientes van a estar sometidos a esfuerzos cortantes. Se desea averiguar con el siguiente cálculo el grosor de pared mínimo necesario para soportar dichos esfuerzos.

El método utilizado para el cálculo será similar al del caso anterior.

Se establece un peso arbitrario de 40Kg en función del volumen de la cámara interior de la nevera, peso muy superior al que se llegará a depositar en la cámara en realidad.

Con un peso de 40Kg, se estima una tensión de:

$$T = 40(Kg) \cdot 9,81 \left( \frac{N}{Kg} \right) = 392,4(N)$$

La tensión admisible del material teniendo en cuenta un coeficiente de seguridad de 2, será la misma que en el caso anterior.

$$\varphi_{adm} = 21,3(MPa)$$

Para soportar los esfuerzos cortantes se debe cumplir:

$$\varphi_t < \varphi_{adm}$$

$$\frac{392,4(N)}{2 \cdot A} < 21,3 \left( \frac{N}{mm^2} \right)$$

$$\frac{392,4(N)}{2 \cdot 21,3 \left( \frac{N}{mm^2} \right)} < A = 9,22(mm^2)$$

Se supone que con un área de 9,22 mm<sup>2</sup> del material empleado en la construcción de cada uno de los machos será suficiente para soportar el peso. Restando el área interior del saliente al

área exterior, lo que conseguimos es una repartición de los  $9,22 \text{ mm}^2$  por el anillo que dicha resta describe, es decir, por el anillo que resulta ser del grosor de pared del saliente analizado.

Teniendo en cuenta que se parte de un saliente con diámetro exterior de 20 milímetros, se calculará a continuación el diámetro interior en base al área obtenido anteriormente.

$$\text{Área}_{\text{exterior}} - \text{Área}_{\text{interior}} = 9,22(\text{mm}^2)$$

$$\frac{\pi\phi^2}{4} - \text{Área}_{\text{interior}} = 9,22(\text{mm}^2); 314,16(\text{mm}^2) - \text{Área}_{\text{interior}} = 9,22(\text{mm}^2)$$

El área interior a restar al área exterior debería de ser:

$$314,16(\text{mm}^2) - 9,22(\text{mm}^2) = 304,93(\text{mm}^2)$$

Un área interior de  $304,93 \text{ mm}^2$  supone un diámetro de:

$$\frac{\pi\phi^2}{4} = 304,93\text{mm}^2$$

$$\phi = 19,7 \text{ mm}$$

Finalmente, el grosor de la pared del saliente sería de:

$$20 - 19,7 = 0,3\text{mm}$$

Con un grosor de pared de 0,3 milímetros, dos machos huecos por dentro soportarían las tensiones anteriormente descritas.

Dado que es un espesor muy pequeño se sobredimensiona hasta los 2 milímetros por conveniencia respecto a las consideraciones de diseño para la fabricación empleando los materiales poliméricos seleccionados.

## 4.7 Calculo del área de esfuerzo a tensión de los tornillos de la unión fija desmontable.

Además de la tapa con rosca que permite la apertura y cierre de la nevera para el depositado y extracción de productos, se dispondrá también de otro método de apertura de mayor tamaño que se cerrará mediante tornillos.

Se trata concretamente de la unión entre la cámara interior y la tapa fija del producto. Entre estas dos piezas se depositará una junta del mismo diámetro que en la tapa con rosca. Para garantizar la hermeticidad en esta parte, se van a apretar las dos piezas mediante 6 tornillos equidistantes.

Se quiere conocer la métrica de los tornillos a utilizar, por eso se procede con el siguiente cálculo:

La longitud de la junta:

$$2 \cdot 11,6 + 2 \cdot 22 + \left(\frac{2\pi \cdot 6}{4}\right) \cdot 4 = 104,9(cm)$$

La fuerza total que crea la junta y la que habrá que vencer por medio de los tornillos es:

$$F = 25 \left(\frac{N}{cm}\right) \cdot 104,9(cm) = 2622,5(N)$$

La tensión sobre cada uno de los tornillos será:

$$\sigma = \frac{F}{n \cdot A_t} = \frac{2622,5}{8 \cdot A_t}$$

La tensión admisible de los tornillos de acero teniendo en cuenta un coeficiente de seguridad de 2 y el criterio de Tresca:

$$\sigma_{adm} = \frac{345Mpa}{2 \cdot 2} = 86,25 \left(\frac{N}{mm^2}\right)$$

Se debe cumplir que:

$$\sigma < \sigma_{adm}$$

$$\frac{2622,5}{8 \cdot A_t} < 86,25 \left(\frac{N}{mm^2}\right)$$

$$A_t > \frac{2622,5(N)}{8 \cdot 86,25 \left(\frac{N}{mm^2}\right)}$$

$$A_t > 3,8(mm^2)$$



A partir de la tabla de *Dimensiones principales de las roscas para tornillo métrico estándar ISO*, se selecciona un tornillo que tenga un área de esfuerzo a tensión superior al resultado obtenido.

En este caso se seleccionaría un tornillo M3:

Diámetro mayor D(mm)	Paso p(mm)	Diámetro menor d(mm)	Área de esfuerzo a tensión $A_t$ (mm <sup>2</sup> )
3	0,5	2,39	5,03

29. Características tornillo de métrica 3.

## 4.8 Calculo del área de esfuerzo a tensión de los tornillos que unen la rosca PTFE al cuerpo principal.

En este caso hay que asegurar una unión adecuada entre el anillo que posee la rosca PTFE y el cuerpo sobre el cual se coloca. El PTFE es un material con un coeficiente de fricción muy reducido, por eso, aplicado el momento de torsión calculado anteriormente la pieza no lo transmitiría debido a un deslizamiento en la interfase.

Para conseguir la transmisión de dicho momento entre las dos piezas se utilizará una unión atornillada. En este caso los tornillos a utilizar deben ser avellanados para evitar interferir en el espacio destinado a la transición de la rosca macho sobre la rosca hembra.

Se realizan los siguientes cálculos para determinar la métrica a utilizar.

El momento torsor a transmitir:

$$Mt = 1837,82(Ncm)$$

Los tornillos son equidistantes al centro y el esfuerzo de torsión se reparte de forma igual entre los dos.

$$Mt = 2d_i T$$

$$T = \frac{Mt}{2d_i} = \frac{1837,82(Ncm)}{2 \cdot 9(cm)} = 102,1(N)$$

La tensión tangencial a soportar:

$$\tau = \frac{T}{A_t} = \frac{102,1(N)}{A_t}$$

La tensión aplicada sobre cada uno de los dos salientes ubicados a 10 centímetros cada uno respecto al punto/centro de la tapa donde se aplica el momento:

$$T = \frac{Mt}{2d} = \frac{1837,82(Ncm)}{2 \cdot 10(cm)} = 91,89(N)$$

A la hora de comprobar la resistencia del tornillo, se debe cumplir que:

$$\sigma_c < \sigma_{adm} = \frac{S_p}{n_s} = \frac{S_p}{2} = 155 MPa$$

La tensión de comparación utilizando el criterio de tensión tangencial máxima equivalente será de:

$$\sigma_c = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} = \sqrt{0 + 4\tau^2} = 4\tau$$

Substituyendo:

$$4 \frac{T}{A_t} < \frac{S_p}{n_s}$$

$$\frac{408,4(N)}{A_t} < 155 \left( \frac{N}{mm^2} \right)$$

$$\frac{408,4(N)}{155 \left( \frac{N}{mm^2} \right)} < A_t$$

$$2.63 (mm^2) < A_t$$

A partir de la tabla de *Dimensiones principales de las roscas para tornillo métrico estándar ISO*, se selecciona un tornillo que tenga un área de esfuerzo a tensión superior al resultado obtenido.

En este caso se seleccionaría un tornillo M3:

Diámetro mayor D(mm)	Paso p(mm)	Diámetro menor d(mm)	Área de esfuerzo a tensión $A_t(mm^2)$
3	0,5	2,39	5,03

Tabla 30. Características tornillos avellanados M3.

## Anexo 5. Hojas de cálculo.

El cálculo del coste unitario de las piezas inyectadas y el coste de los moldes se ha sacado con la ayuda de una hoja de cálculo.

El precio final unitario, así como el precio de cada uno de los moldes se puede consultar en el documento: **presupuesto**, apartados: **coste de los moldes** y **coste unitario de las piezas fabricadas en base al precio del molde**.

A continuación, se explica el procedimiento para la obtención del precio unitario de cada una de las piezas inyectadas. Después de la determinación de las características de la máquina inyectora y de los tiempos de llenado, enfriamiento y recuperación, se procede a realizar los cálculos que indican los incrementos de tiempo en la elaboración del molde.

Los tiempos de llenado, enfriamiento y recuperación se pueden conocer en el documento: **estado de mediciones**, apartado: **tiempo de fabricación de las piezas inyectadas**.

La mayor parte del coste final de la pieza inyectada es resultado de incrementos que se calculan separadamente en base a cada característica de las piezas que lo requiera. Estos incrementos son:

**Incremento debido al tamaño de la pieza y el número de expulsos necesarios:**

$$M_{po} = 5 + 0,085 \cdot A_p^{1,2}$$

$$M_e = 2,5 \cdot A_p^{0,5}$$

**Incremento debido a la complejidad geométrica de las piezas.**

$$M_x = 45 \cdot (X_i + X_o)^{1,27}$$

- Complejidad geométrica en la superficie interior:

$$X_i = 0,01 \cdot N_{sp} + 0,04 \cdot N_{hd}$$

- Complejidad geométrica en la superficie exterior:

$$X_o = 0,01 \cdot N_{sp} \cdot 0,04 \cdot N_{hd}$$

**Incremento debido a extracciones laterales, retractores o mecanismos automáticos de extracción de roscas.**

- Por cada extracción lateral: 65 horas.
- Por cada extracción retráctil: 150 horas.
- Por cada mecanismo automático de extracción de roscas: 250 horas.

**Incremento por el acabado, tolerancias, textura y línea de partición:**

- Apariencia: el tiempo adicional según el acabado de la pieza se consulta en una tabla específicamente destinada a ello:

$$M_{as} = (M_x + M_{po}) * \Delta a$$

Apariencia	$\Delta a\%$
------------	--------------

Acabado mínimo exigido	10
Opaco	15
Transparente	20
Opaco, alto brillo	25
Transparente, alta calidad	30
Transparente, calidad óptica	40

Tabla 31. Incremento según la apariencia de la pieza.

- Tolerancias: el incremento por las tolerancias deseadas se consulta en una tabla específicamente dedicado a ello:

$$M_t = M_x \cdot \Delta t$$

Nivel de tolerancia	Descripción (mm)	Incremento%
0	Dotas mayores de $\pm 0,5$	0
1	Mayoría Aprox. $\pm 0,35$	2
2	Algunas Aprox. $\pm 0,25$	5
3	Mayoría Aprox. $\pm 0,25$	10
4	Algunas Aprox. $\pm 0,05$	20
5	Algunas menores de $\pm 0,05$	30

Tabla 32. Incremento según las tolerancias de las piezas.

- Textura: si se especifica una textura determinada en alguna parte de la pieza, incrementar en 5% los valores  $M_e$ ,  $M_{po}$  y  $M_x$ .

$$M_{text} = (M_e + M_{po} + M_x) \cdot \Delta_{text}.$$

- Línea de partición: según la complejidad de la línea hay que añadir un incremento de horas que se puede consultar en la tabla correspondiente.

$$M_{fp} = fp \cdot A_p^{0.5}$$

Tipo de línea de partición	Factor(fp)
Plana	0
Un escalón	1,25
De 2 a 4 escalones	2
Más de 4 escalones	2,5
Superficie cueva compleja	3
Superficie curva compleja con escalones	4

Tabla 33. Incremento por la línea de partición.

Una vez calculados todos los incrementos, se obtiene el precio total de la preparación del molde:

$$M_{total} = M_e + M_{po} + M_x + M_{as} + M_t + M_{text}.$$

Además, se obtiene los costes de los materiales empleados en la construcción del molde:

$$C_b = 1200 + 0,41 * A_c * h_p^{0,4}$$

Donde:

$A_c$ : área proyectada de los platos. El largo de la pieza más 7,5 centímetros de margen en ambos lados multiplicado por el ancho de la pieza más 7,5 centímetros de margen en ambos lados.

$h_p$ : espesor combinado de los platos. La dimensión que se tiene en cuenta más 7,5 centímetros de margen en ambos lados.

Finalmente, se saca el coste total y el coste unitario de la fabricación de las piezas:

Coste de preparación del molde:

$$C_{preparación\ molde} = M_{total} \cdot \text{coste del operario.}$$

Coste del molde: será el coste de molde más el coste de preparación del molde:

$$C_{molde} = C_b + C_{preparación\ molde}$$

El coste de fabricación: equivale a los tiempos de llenado, enfriamiento y recuperación multiplicado por las unidades que se desean fabricar y el coste horario que supone la máquina.

$$(t_c + t_r + t_f) \cdot uds \cdot \text{coste horario de la máquina.}$$

A partir de todo lo calculado anteriormente se saca el coste total y se divide entre el número de piezas para sacar el precio de una única pieza.

$$\frac{C_{molde} + C_{fabricación}}{N^{\circ} piezas}$$

Este es el procedimiento utilizado en las hojas de cálculo y se repite para cada una de las piezas inyectadas.

### 6.7.1 Hojas de cálculo Excel de la pieza marca: 1.

<b>Área proyectada</b>						
929						
<b>Volumen de inyección(material bruto)</b>						
1019,04						
<b>Recorrido inyectora</b>						
Profundidad D						
30,8						
Recorrido	66,6					
<b>Fuerza de cierre</b>						
4645						
<b>Coste horario máquina.</b>						
66,75						
<b>Tiempo de llenado</b>						
3,23						
<b>Tiempo de enfriamiento</b>						
6,97						
<b>Tiempo de recuperación</b>						
11,41						
<b>Incremento del molde por tamaño (horas)</b>						
Mpo=	314,7688778					
<b>Incremento del molde por numero de expulsores</b>						
Me=	76,19875327					
<b>Incremento coste del molde por complejidad geometrica</b>						
Mx=	162,9171156					
<b>Superficie interior.</b>						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Interior	Pared nominal	Superficie	1	17	100%	17
Interior	Nervios frontales 1	Protusión	9	3	60%	17,4
Interior	Nervios frontales 2	Protusión	9	3	60%	17,4
Interior	Nervios laterales	Protusión	5	3	60%	10,2
Interior	Nervios laterales 2	Protusión	5	3	60%	10,2
Interior	Nervios planta fro.	Protusión	9	3	60%	17,4
Interior	Nervios planta lat.	Protusión	5	3	60%	10,2
Interior	Nervios pl. cuadros	Protusión	32	4	60%	78,4
Interior	Ner. cantos front.	Protusión	9	3	60%	17,4
Interior	Ner. cantos front.2	Protusión	9	3	60%	17,4
Interior	Ner. cantos lat.	Protusión	5	3	60%	10,2
Interior	Ner. cantos lat. 2	Protusión	5	3	60%	10,2
<b>Nsp</b>						
233,4						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
			0	1	100%	0
<b>Nhd</b>						
0						
<b>Dificultad geométrica interior(Xi)</b>						
2,334						
<b>Superficie exterior</b>						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Exterior	Pared nominal	Superficie	1	18	100%	18
Exterior	Saliente grueso	Superficie	2	2	100%	4
Exterior	Saliente largo	Superficie	2	2	100%	4
<b>Nsp</b>						
26						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Interior	Agujero	Agujero	2	2	100%	4

Ilustración 71. Hoja Excel pieza marca: 1

Nhd	4	Dificultad geométrica exterior(Xo)	0,42
<b>Incremento del coste del molde por acabado (horas)</b>			
Mas	71,65289902		
<b>Incremento del coste del molde por tolerancias (horas)</b>			
Mt	8,145855779		
<b>Incremento del coste del molde por texturas(horas)</b>			
Mtex	27,69423734		
<b>Incremento del coste del molde por líneas de partición (horas)</b>			
Mfp	0		
<b>Tiempo adicional por Extractores laterales</b>			
Número de extractores	2	Tiempo por extractor	65
Mal	130		
<b>Tiempo adicional por mecanismo automáticos de extracción de roscas</b>			
Número de mecanismos	0	Tiempo por mecanismo	250
Mae	0		
<b>Coste total de preparación de molde(horas)</b>			
Mtotal	791,3777388		
<b>Coste de materiales del molde</b>			
Largo	36,87	Ancho	26,48
		Altura	30,8
Ac	2151,568		
hp	45,8		
Cb	5272,724598		
<b>Coste total y coste unitario de fabricación de piezas</b>			
Costes de materiales del molde			
5272,724598			
Costes de preparación del molde			
28489,5986			
Coste del molde			
33762,3232			
<b>Coste de fabricación de las unidades deseadas</b>			
Unidades a fabricar			
200000			
Cf	80137,08333		
<b>Coste de fabricación de una pieza.</b>			
0,569497033			

Ilustración72. Hoja Excel pieza marca: 1.1



### 6.7.2 Hojas de cálculo Excel de la pieza marca: 2

<b>Área proyectada</b>						
	884,42					
<b>Recorrido</b>						
Profundidad D						
	32					
Recorrido	69					
<b>Incremento del molde por tamaño (horas)</b>						
Mpo=	297,0177106					
<b>Incremento del molde por numero de expulsores</b>						
Me=	74,3479993					
<b>Incremento coste del molde por complejidad geometrica</b>						
Mx=	1007,987537					
<b>Superficie interior.</b>						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Interior	Pared nominal	Superficie	1	17	100%	17
Nsp	17					
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Interior	Hueco Nervs Pared.	Depresión.	10	3	60%	19,2
Interior	Hueco Nervs Pared.	Depresión.	18	3	60%	33,6
Interior	Hueco Nervs Suelo.	Depresión.	5	3	60%	10,2
Interior	Hueco Nervs Suelo.	Depresión.	9	3	60%	17,4
Interior	Hueco Nervs Arco.	Depresión.	18	3	60%	33,6
Interior	Hueco Nervs Arco.	Depresión.	10	3	60%	19,2
Nhd	133,2					
				<b>Dificultad geométrica interior(Xi)</b>		
				5,498		
<b>Superficie exterior</b>						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Exterior	Pared nominal	Superficie	1	18	100%	18
Exterior	Saliente grueso	Superficie	1	16	100%	16
Exterior	Saliente largo	Superficie	1	24	100%	24
Exterior	Borde	Superficie	1	16	100%	16
Nsp	74					
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Exterior	Hueco Nervs Pared.	Depresión.	10	3	60%	19,2
Exterior	Hueco Nervs Pared.	Depresión.	18	3	60%	33,6
Exterior	Hueco Nervs Suelo.	Depresión.	5	3	60%	10,2
Exterior	Hueco Nervs Suelo.	Depresión.	9	3	60%	17,4
Exterior	Hueco Nervs Arco.	Depresión.	18	3	60%	33,6
Exterior	Hueco Nervs Arco.	Depresión.	10	3	60%	19,2
Nhd	133,2					
				<b>Dificultad geométrica exterior(Xo)</b>		
				6,068		
<b>Incremento del coste del molde por acabado (horas)</b>						
Mas	195,7507872					
<b>Incremento del coste del molde por tolerancias (horas)</b>						
Mt	50,39937686					
<b>Incremento del coste del molde por texturas(horas)</b>						
Mtex	68,96766235					
<b>Incremento del coste del molde por lineas de partición (horas)</b>						
Mfp	0					

Ilustración 73. Hoja Excel pieza marca: 2.

Tiempo adicional por Extractores laterales	
Número de extractores	Tiempo por extractor
0	65
Mai	0

Tiempo adicional por mecanismo automáticos de extracción de roscas	
Número de mecanismos	Tiempo por mecanismo
0	250
Mae	0

Coste total de preparación de molde(horas)	
Mtotal	1694,471073

Coste de materiales del molde		
Largo	Ancho	Altura
36,45	26,06	32
Ac	2112,537	
hp	47	
Cb	5240,427553	

Coste molde	
Costes de materiales del molde	5240,427553
Costes de preparación del molde	61000,95864
Coste del molde	66241,3862

Ilustración 74. Hoja Excel pieza marca: 2.1

### 6.7.3 Hojas de cálculo Excel de la pieza marca: 3

Área proyectada		929				
Volumen de inyección(material bruto)		1019,04				
Recorrido inyectora		Profundidad D		30,8		
		Recorrido		66,6		
Fuerza de cierre		4645		Coste horario máquina.		
				66,75		
Tiempo de llenado		3,23				
Tiempo de enfriamiento		6,97				
Tiempo de recuperación		11,41				
Incremento del molde por tamaño (horas)		Mpo=		314,7688778		
Incremento del molde por numero de expulsores		Me=		76,19875327		
Incremento coste del molde por complejidad geometrica		Mx=		162,9171156		
Superficie interior.						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Interior	Pared nominal	Superficie	1	17	100%	17
Interior	Nervios frontales 1	Protusión	9	3	60%	17,4
Interior	Nervios frontales 2	Protusión	9	3	60%	17,4
Interior	Nervios laterales	Protusión	5	3	60%	10,2
Interior	Nervios laterales 2	Protusión	5	3	60%	10,2
Interior	Nervios planta fro.	Protusión	9	3	60%	17,4
Interior	Nervios planta lat.	Protusión	5	3	60%	10,2
Interior	Nervios pl. cuadros	Protusión	32	4	60%	78,4
Interior	Ner. cantos front.	Protusión	9	3	60%	17,4
Interior	Ner. cantos front.2	Protusión	9	3	60%	17,4
Interior	Ner. cantos lat.	Protusión	5	3	60%	10,2
Interior	Ner. cantos lat. 2	Protusión	5	3	60%	10,2
Nsp						
233,4						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
			0	1	100%	0
Nhd						
0						
Dificultad geométrica interior(Xi)						
2,334						
Superficie exterior						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Exterior	Pared nominal	Superficie	1	18	100%	18
Exterior	Saliente grueso	Superficie	2	2	100%	4
Exterior	Saliente largo	Superficie	2	2	100%	4
Nsp						
26						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Interior	Agujero	Agujero	2	2	100%	4

Ilustración 75. Hoja Excel pieza marca: 3

Nhd	4	Dificultad geométrica exterior(Xo)	0,42
<b>Incremento del coste del molde por acabado (horas)</b>			
Mas	71,65289902		
<b>Incremento del coste del molde por tolerancias (horas)</b>			
Mt	8,145855779		
<b>Incremento del coste del molde por texturas(horas)</b>			
Mtex	27,69423734		
<b>Incremento del coste del molde por líneas de partición (horas)</b>			
Mfp	0		
<b>Tiempo adicional por Extractores laterales</b>			
Número de extractores	2	Tiempo por extractor	65
Mal	130		
<b>Tiempo adicional por mecanismo automáticos de extracción de roscas</b>			
Número de mecanismos	0	Tiempo por mecanismo	250
Mae	0		
<b>Coste total de preparación de molde(horas)</b>			
Mtotal	791,377388		
<b>Coste de materiales del molde</b>			
Largo	36,87	Ancho	26,48
		Altura	30,8
Ac	2151,568		
hp	45,8		
Cb	5272,724598		
<b>Coste total y coste unitario de fabricación de piezas</b>			
<b>Costes de materiales del molde</b>			
	5272,724598		
<b>Costes de preparación del molde</b>			
	28489,5986		
<b>Coste del molde</b>			
	33762,3232		
<b>Coste de fabricación de las unidades deseadas</b>			
<b>Unidades a fabricar</b>			
	200000		
Cf	80137,08333		
<b>Coste de fabricación de una pieza.</b>			
	0,569497033		

Ilustración 76. Hoja Excel pieza marca: 3.1

### 6.7.4 Hojas de cálculo Excel de la pieza marca: 5

<b>Área proyectada</b>		997,6				
<b>Volumen de inyección(material bruto)</b>		204,56				
<b>Recorrido inyectora</b>						
Profundidad D	1,2					
Recorrido	7,4					
<b>Fuerza de cierre</b>		4988				
<b>Coste horario máquina.</b>		66,75				
<b>Tiempo de llenado</b>		0,65				
<b>Tiempo de enfriamiento</b>		6,97				
<b>Tiempo de recuperación</b>		4,47				
<b>Incremento del molde por tamaño (horas)</b>						
Mpo=	342,4167627					
<b>Incremento del molde por numero de expulsores</b>						
Me=	78,96201618					
<b>Incremento coste del molde por complejidad geometrica</b>						
Mx=	40,70201568					
<b>Superficie interior.</b>						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Interior	Pared nominal	Superficie	1	1	100%	1
Interior	Pared Entrante	Superficie	1	24	100%	24
<b>Nsp</b>						
25						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Interior	Agujero grande	Agujero	1	1	100%	1
<b>Nhd</b>						
1						
				<b>Dificultad geométrica interior(Xi)</b>		
				0,29		
<b>Superficie exterior</b>						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Exterior	Pared nominal	Superficie	1	1	100%	1
Exterior	Pared Entrante	Superficie	1	24	100%	24
Exterior	Saliente exterior	Protusión	1	24	100%	24
<b>Nsp</b>						
49						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Interior	Agujeros periferia	Agujero	6	1	60%	3,6
<b>Nhd</b>						
3,6						
				<b>Dificultad geométrica exterior(Xo)</b>		
				0,634		
<b>Incremento del coste del molde por acabado (horas)</b>						
Mas	57,46781675					

Ilustración 77. Hoja Excel pieza marca: 5

Incremento del coste del molde por tolerancias (horas)	
Mt	2,035100784

Incremento del coste del molde por texturas(horas)	
Mtex	23,10403973

Incremento del coste del molde por líneas de partición (horas)	
Mfp	0

Tiempo adicional por Extractores laterales		
Número de extractores		Tiempo por extractor
0		65
Mal	0	

Tiempo adicional por mecanismo automáticos de extracción de roscas		
Número de mecanismos		Tiempo por mecanismo
6		250
Mae	1500	

Coste total de preparación de molde(horas)	
Mtotal	2044,687752

Coste de materiales del molde		
Largo	Ancho	Altura
38,04	27,66	1,2
Ac	2262,686	
hp	16,2	
Cb	4026,273777	

Coste total y coste unitario de fabricación de piezas	
Costes de materiales del molde	4026,273777
Costes de preparación del molde	73608,75906
Coste del molde	77635,03284

Coste de fabricación de las unidades deseadas	
Unidades a fabricar	200000
Cf	44833,75

Coste de fabricación de una pieza.	
	0,612343914

Ilustración 718. Hoja Excel pieza marca: 5.1

### 6.7.5 Hojas de cálculo Excel de la pieza marca: 6

<b>Área proyectada</b>						
903,05						
<b>Recorrido inyectora</b>						
Profundidad D	2,2					
Recorrido	9,4					
<b>Incremento del molde por tamaño (horas)</b>						
Mpo=	304,4146748					
<b>Incremento del molde por numero de expulsores</b>						
Me=	75,12697585					
<b>Incremento coste del molde por complejidad geometrica</b>						
Mx=	83,0417671					
<b>Superficie interior.</b>						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Interior	Pared nominal	Superficie	1	1	100%	1
Interior	Borde	Protursión	1	24	100%	24
Nsp	25					
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Interior	Pared Entrante	Depresión	1	24	100%	24
				<b>Dificultad geométrica interior(Xi)</b>		
				1,21		
<b>Superficie exterior</b>						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Exterior	Pared nominal	Superficie	1	17	100%	17
Nsp	17					
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Exterior	Pared Saliente	Depresión	1	2	100%	2
Exterior	Pared saliente	Depresión	1	2	100%	2
Exterior	Pared Saliente	Depresión	1	2	100%	2
				<b>Dificultad geométrica exterior(Xo)</b>		
				0,41		
<b>Incremento del coste del molde por acabado (horas)</b>						
Mas	58,11846629					
<b>Incremento del coste del molde por tolerancias (horas)</b>						
Mt	4,152088355					
<b>Incremento del coste del molde por texturas(horas)</b>						
Mtex	23,12917089					
<b>Incremento del coste del molde por lineas de partición (horas)</b>						
Mfp	0					
<b>Tiempo adicional por Extractores laterales</b>						
Número de extractores	Tiempo por extractor					
0	65					
Mal	0					
<b>Tiempo adicional por mecanismo automáticos de extracción de roscas</b>						
Número de mecanismos	Tiempo por mecanismo					
0	250					

Ilustración 79. Hoja Excel pieza marca: 6

Mae	0
<b>Coste total de preparación de molde(horas)</b>	
Mtotal	547,9831433
<b>Coste de materiales del molde</b>	
Largo	36,45
Ancho	26,06
Altura	2,2
Ac	2112,537
hp	17,2
Cb	3902,710691
<b>Coste molde</b>	
Costes de materiales del molde	3902,710691
Costes de preparación del molde	19727,39316
Coste del molde	23630,10385

Ilustración 80. Hoja Excel pieza marca: 6.1



### 6.7.6 Hojas de cálculo Excel de la pieza marca: 7

<b>Área proyectada</b>		927,33				
<b>Volumen de inyección(material bruto)</b>		249,25				
<b>Recorrido inyectora</b>						
Profundidad D	2,4					
Recorrido	9,8					
<b>Fuerza de cierre</b>		4636,65		<b>Coste horario máquina.</b>		
				66,75		
<b>Tiempo de llenado</b>		0,79				
<b>Tiempo de enfriamiento</b>		6,97				
<b>Tiempo de recuperación</b>		4,99				
<b>Incremento del molde por tamaño (horas)</b>						
Mpo=	314,1007775					
<b>Incremento del molde por numero de expulsores</b>						
Me=	76,13023381					
<b>Incremento coste del molde por complejidad geometrica</b>						
Mx=	26,03829102					
<b>Superficie interior.</b>						
<b>Clave</b>	<b>Nombre del rasgo</b>	<b>Rasgo tipo</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Superficies parche.</b>	<b>%</b>	<b>Total</b>
Interior	Pared nominal	Superficie	1	17	100%	17
Interior	Pared Saliente	Protusión	1	2	100%	2
Interior	Pared saliente	Protusión	1	2	100%	2
Interior	Pared Saliente	Protusión	1	2	100%	2
<b>Nsp</b>						
23						
<b>Clave</b>	<b>Nombre del rasgo</b>	<b>Rasgo tipo</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Superficies parche.</b>	<b>%</b>	<b>Total</b>
Interior	Agujero grande	Agujero	1	1	100%	1
<b>Nhd</b>						
1						
<b>Dificultad geométrica interior(Xi)</b>						
				0,27		
<b>Superficie exterior</b>						
<b>Clave</b>	<b>Nombre del rasgo</b>	<b>Rasgo tipo</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Superficies parche.</b>	<b>%</b>	<b>Total</b>
Exterior	Pared nominal	Superficie	1	17	100%	17
Exterior	Saliente grande	Superficie	1	3	100%	3
Exterior	Pared sal. Rosca	Protusión	1	2	100%	2
<b>Nsp</b>						
22						
<b>Clave</b>	<b>Nombre del rasgo</b>	<b>Rasgo tipo</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Superficies parche.</b>	<b>%</b>	<b>Total</b>
Interior	Entrante tapa	Depresión	1	2	100%	2
Interior	ranura junta	Depresión	1	2	100%	2
<b>Nhd</b>						
4						
<b>Dificultad geométrica exterior(Xo)</b>						
				0,38		
<b>Incremento del coste del molde por acabado (horas)</b>						

Ilustración 81. Hoja Excel pieza marca: 7

Mas	51,02086028	
<b>Incremento del coste del molde por tolerancias (horas)</b>		
Mt	1,301914551	
<b>Incremento del coste del molde por texturas(horas)</b>		
Mtex	20,81346512	
<b>Incremento del coste del molde por lineas de partición (horas)</b>		
Mfp	0	
<b>Tiempo adicional por Extractores lateriales</b>		
Número de extractores		Tiempo por extractor
0		65
Mal	0	
<b>Tiempo adicional por mecanismo automáticos de extracción de roscas</b>		
Número de mecanismos		Tiempo por mecanismo
1		250
Mae	250	
<b>Coste total de preparación de molde(horas)</b>		
Mtotal	739,4055423	
<b>Coste de materiales del molde</b>		
Largo	Ancho	Altura
36,84	26,46	2,4
Ac	2149,286	
hp	17,4	
Cb	3962,471758	
<b>Coste total y coste unitario de fabricación de piezas</b>		
Costes de materiales del molde		
3962,471758		
Costes de preparación del molde		
26618,59952		
Coste del molde		
30581,07128		
<b>Coste de fabricación de las unidades deseadas</b>		
Unidades a fabricar		
200000		
Cf	47281,25	
<b>Coste de fabricación de una pieza.</b>		
0,389311606		

Ilustración 82. Hoja Excel pieza marca: 7.1.

### 6.7.7 Hojas de cálculo Excel de la pieza marca: 9

<b>Área proyectada</b>						
433,74						
<b>Volumen de inyección(material bruto)</b>						
154,4						
<b>Recorrido inyectora</b>						
Profundidad D	2,4					
Recorrido	9,8					
<b>Fuerza de cierre</b>						
2165						
<b>Coste horario máquina.</b>						
66,75						
<b>Tiempo de llenado</b>						
0,49						
<b>Tiempo de enfriamiento</b>						
6,97						
<b>Tiempo de recuperación</b>						
4,99						
<b>Incremento del molde por tamaño (horas)</b>						
Mpo=	129,192193					
<b>Incremento del molde por numero de expulsores</b>						
Me=	52,0660638					
<b>Incremento coste del molde por complejidad geometrica</b>						
Mx=	28,08994307					
<b>Superficie interior.</b>						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Interior	Pared nominal	Superficie	1	5	100%	5
Interior	Saliente valv. Ret.	Protusión	1	2	100%	2
Interior	Sal. valv. Schrader.	Protusión	1	2	100%	2
Nsp						
9						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Interior	Agujeros val.ret	Agujero	1	1	100%	1
Interior	Aguj. valv. Schrader.	Agujero	1	3	100%	3
Interior	Agujeros periferia.	Agujero	1	4	100%	4
Interior	Agujeros roscados.	Agujero	1	2	100%	2
Nhd						
10						
				<b>Dificultad geométrica interior(Xi)</b>		
				0,49		
<b>Superficie exterior</b>						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Exterior	Pared nominal	Superficie	1	5	100%	5
Exterior	saliente junta	Protusión	1	3	100%	3
Nsp						
8						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Exterior	Ranura Junta	Depresión	1	3	60%	3
Nhd						
3						
				<b>Dificultad geométrica exterior(Xo)</b>		
				0,2		
<b>Incremento del coste del molde por acabado (horas)</b>						
Mas	23,59232041					

Ilustración 83. Hoja Excel pieza marca: 9

Incremento del coste del molde por tolerancias (horas)	
Mt	1,404497153

Incremento del coste del molde por texturas(horas)	
Mtex	10,46740999

Incremento del coste del molde por líneas de partición (horas)	
Mfp	0

Tiempo adicional por Extractores laterales	
Número de extractores	Tiempo por extractor
0	65
Mal	0

Tiempo adicional por mecanismo automáticos de extracción de roscas	
Número de mecanismos	Tiempo por mecanismo
3	250
Mae	750

Coste total de preparación de molde(horas)	
Mtotal	994,8124274

Coste de materiales del molde		
Largo	Ancho	Altura
23,5	23,5	2,4
Ac	1482,25	
hp	17,4	
Cb	3105,131751	

Coste total y coste unitario de fabricación de piezas	
Costes de materiales del molde	3105,131751
Costes de preparación del molde	35813,24739
Coste del molde	38918,37914

Coste de fabricación de las unidades deseadas	
Unidades a fabricar	200000
Cf	46168,75

Coste de fabricación de una pieza.	
	0,425435646

Ilustración 84. Hoja Excel pieza marca: 9.1

### 6.7.8 Hojas de cálculo Excel de la pieza marca: 10

<b>Área proyectada</b>						
292,55						
<b>Recorrido</b>						
Profundidad D	2,2					
Recorrido	9,4					
<b>Incremento del molde por tamaño (horas)</b>						
Mpo=	82,42104851					
<b>Incremento del molde por numero de expulsores</b>						
Me=	42,76023269					
<b>Incremento coste del molde por complejidad geométrica</b>						
Mx=	11,34845456					
<b>Superficie interior.</b>						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Interior	Pared nominal	Superficie	1	4	100%	4
Nsp						
4						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Interior	Agujero rosca	Agujero	2	2	60%	3,2
Nhd						
3,2						
						<b>Dificultad geométrica interior(Xi)</b>
						0,168
<b>Superficie exterior</b>						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Exterior	Pared nominal	Superficie	1	1	100%	1
Nsp						
1						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Exterior	Agujero pasante	Agujero	1	3	100%	3
Exterior	Agujero pasante	Ag. valv. Schrader	1	1	100%	1
Nhd						
4						
						<b>Dificultad geométrica exterior(Xo)</b>
						0,17
<b>Incremento del coste del molde por acabado (horas)</b>						
Mas	14,06542546					
<b>Incremento del coste del molde por tolerancias (horas)</b>						
Mt	0,567422728					
<b>Incremento del coste del molde por texturas(horas)</b>						
Mtex	6,826486788					
<b>Incremento del coste del molde por líneas de partición (horas)</b>						
Mfp	0					
<b>Tiempo adicional por Extractores laterales</b>						
Número de extractores		Tiempo por extractor				
2		65				
Mal	130					
<b>Tiempo adicional por mecanismo automáticos de extracción de roscas</b>						
Número de mecanismos		Tiempo por mecanismo				
0		250				
Mae	0					

Ilustración 85. Hoja Excel pieza marca: 10

Coste total de preparación de molde(horas)	
Mtotal	287,9890707

Coste de materiales del molde		
Largo	Ancho	Altura
19,3	19,3	2,2
Ac	1176,49	
hp	17,2	
Cb	2705,162798	

Coste molde	
Costes de materiales del molde	2705,162798
Costes de preparación del molde	10367,60655
Coste del molde	13072,76934

Ilustración 86. Hoja Excel pieza marca: 10.1

### 6.7.9 Hojas de cálculo Excel de la pieza marca: 12

<b>Área proyectada</b>						
433,74						
<b>Volumen de inyección(material bruto)</b>						
115,2						
<b>Recorrido inyectora</b>						
Profundidad D	3,2					
Recorrido	11,4					
<b>Fuerza de cierre</b>	2165					
<b>Coste horario máquina.</b>	66,75					
<b>Tiempo de llenado</b>	0,32					
<b>Tiempo de enfriamiento</b>	6,97					
<b>Tiempo de recuperación</b>	5,3					
<b>Incremento del molde por tamaño (horas)</b>						
Mpo=	129,192193					
<b>Incremento del molde por numero de expulsores</b>						
Me=	52,0660638					
<b>Incremento coste del molde por complejidad geometrica</b>						
Mx=	155,1439247					
<b>Superficie interior.</b>						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Interior	Pared nominal	Superficie	1	1	100%	1
Interior	Salientes periferia	Protusión	1	4	100%	4
Nsp	5					
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Interior	Agujeros val.ret	Agujero	1	1	100%	1
Interior	Agarre 1	Depresión	1	25	100%	25
Interior	Agarre 2	Depresión	1	25	100%	25
Interior	Aguj.val.Schrader	Agujero	1	1	100%	1
Nhd	52					
				<b>Dificultad geométrica interior(Xi)</b>		
				2,13		
<b>Superficie exterior</b>						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Exterior	Pared nominal	Superficie	1	1	100%	1
Exterior	Pared límite	Superficie	1	1	100%	1
Exterior	Agarre 1	Superficie	1	25	100%	25
Exterior	Agarre 2	Superficie	1	25	100%	25
Nsp	52					
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
			0			0
Nhd	0					
				<b>Dificultad geométrica exterior(Xo)</b>		
				0,52		
<b>Incremento del coste del molde por acabado (horas)</b>						
Mas	42,65041765					

Ilustración 87. Hoja Excel pieza marca: 12

Incremento del coste del molde por tolerancias (horas)	
Mt	7,757196235

Incremento del coste del molde por texturas(horas)	
Mtex	16,82010907

Incremento del coste del molde por líneas de partición (horas)	
Mfp	0

Tiempo adicional por Extractores laterales		
Número de extractores		Tiempo por extractor
0		65
Mal	0	

Tiempo adicional por mecanismo automáticos de extracción de roscas		
Número de mecanismos		Tiempo por mecanismo
0		250
Mae	0	

Coste total de preparación de molde(horas)	
Mtotal	403,6299044

Coste de materiales del molde			
Largo	Ancho	Altura	
23,5	23,5	3,2	
Ac	1482,25		
hp	18,2		
Cb	3139,696897		

Coste total y coste unitario de fabricación de piezas	
Costes de materiales del molde	3139,696897
Costes de preparación del molde	14530,67656
Coste del molde	17670,37346

Coste de fabricación de las unidades deseadas	
Unidades a fabricar	200000
Cf	46687,91667

Coste de fabricación de una pieza.	
	0,321791451

Ilustración 88. Hoja Excel pieza marca: 12.1



### 6.7.10 Hojas de cálculo Excel de la pieza marca: 13

<b>Área proyectada</b>						
	30,24					
<b>Recorrido</b>						
Profundidad D	1,5					
Recorrido	8					
<b>Incremento del molde por tamaño (horas)</b>						
Mpo=	10,08296442					
<b>Incremento del molde por numero de expulsores</b>						
Me=	13,74772708					
<b>Incremento coste del molde por complejidad geometrica</b>						
Mx=	3,046300181					
<b>Superficie interior.</b>						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Interior	Pared nominal	Superficie	1	1	100%	1
Nsp						
	1					
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Interior			0	0	100%	0
Nhd						
	0					
				<b>Dificultad geométrica interior(Xi)</b>		
				0,01		
<b>Superficie exterior</b>						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Exterior	Pared nominal	Superficie	1	3	100%	3
Nsp						
	3					
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Exterior	Orificios tornillos.	Agujero	2	1	100%	2
Nhd						
	2					
				<b>Dificultad geométrica exterior(Xo)</b>		
				0,11		
<b>Incremento del coste del molde por acabado (horas)</b>						
Mas	1,96938969					
<b>Incremento del coste del molde por tolerancias (horas)</b>						
Mt	0,152315009					
<b>Incremento del coste del molde por texturas(horas)</b>						
Mtex	1,343849584					
<b>Incremento del coste del molde por líneas de partición (horas)</b>						
Mfp	0					
<b>Tiempo adicional por Extractores laterales</b>						
Número de extractores			Tiempo por extractor			
2			65			
Mal						
130						
<b>Tiempo adicional por mecanismo automáticos de extracción de roscas</b>						
Número de mecanismos			Tiempo por mecanismo			
0			250			
Mae						
0						
<b>Coste total de preparación de molde(horas)</b>						

Ilustración 89. Hoja Excel pieza marca: 13

Mtotal	160,342546	
<b>Coste de materiales del molde</b>		
Largo	Ancho	Altura
19,75	19,75	1,5
Ac	1207,563	
hp	16,5	
Cb	2719,452235	
<b>Coste molde</b>		
Costes de materiales del molde		
2719,452235		
Costes de preparación del molde		
5772,331655		
Coste del molde		
8491,78389		

### 6.7.11 Hojas de cálculo Excel de la pieza marca: 14

<b>Área proyectada</b>						
107						
<b>Volumen de inyección(material bruto)</b>						
65						
<b>Recorrido inyectora</b>						
Profundidad D	2					
Recorrido	9					
<b>Fuerza de cierre</b>						
800						
<b>Coste horario máquina.</b>						
29,75						
<b>Tiempo de llenado</b>						
0,59						
<b>Tiempo de enfriamiento</b>						
6,97						
<b>Tiempo de recuperación</b>						
4,06						
<b>Incremento del molde por tamaño (horas)</b>						
Mpo=	28,15684874					
<b>Incremento del molde por numero de expulsores</b>						
Me=	25,86020108					
<b>Incremento coste del molde por complejidad geometrica</b>						
Mx=	36,60787749					
<b>Superficie interior.</b>						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Interior	Pared nominal	Superficie	1	15	100%	15
Interior	Agarre asa	Superficie	1	2	100%	2
Interior	Agarre asa	Superficie	1	2	100%	2
<b>Nsp</b>						
19						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Interior	Agujero agarre	Agujero	1	1	100%	1
Interior	Agujero agarre	Agujero	1	1	100%	1
<b>Nhd</b>				<b>Dificultad geométrica interior(Xi)</b>		
2				0,27		
<b>Superficie exterior</b>						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Exterior	Pared nominal	Superficie	1	7	100%	7
Exterior	Saliente nerv.	Nervio	5	3	60%	10,2
<b>Nsp</b>						
17,2						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Exterior	Entrante	Depresión	5	3	60%	10,2
<b>Nhd</b>				<b>Dificultad geométrica exterior(Xo)</b>		
10,2				0,58		
<b>Incremento del coste del molde por acabado (horas)</b>						
Mas	9,714708936					
<b>Incremento del coste del molde por tolerancias (horas)</b>						
Mt	1,830393875					

Ilustración 721. Hoja Excel pieza marca: 14

Incremento del coste del molde por texturas(horas)	
Mtex	4,531246366

Incremento del coste del molde por lineas de partición (horas)	
Mfp	0

Tiempo adicional por Extractores laterales			
Número de extractores		Tiempo por extractor	
2		65	
Mal	130		

Tiempo adicional por mecanismo automáticos de extracción de roscas			
Número de mecanismos		Tiempo por mecanismo	
0		250	
Mae	0		

Coste total de preparación de molde(horas)	
Mtotal	236,7012765

Coste de materiales del molde			
Largo	Ancho	Altura	
42,44	18,6	2	
Ac	1929,984		
hp	17		
Cb	3657,633588		

Coste total y coste unitario de fabricación de piezas	
Costes de materiales del molde	3657,633588
Costes de preparación del molde	8521,245954
Coste del molde	12178,87954

Coste de fabricación de las unidades deseadas	
Unidades a fabricar	200000
Cf	19205,27778

Coste de fabricación de una pieza.	
	0,156920787

Ilustración 92. Hoja Excel pieza marca: 14.1.

### 6.7.12 Hojas de cálculo Excel de la pieza marca: 15

Área proyectada		3,8				
Volumen de inyección(material bruto)		6,21				
Recorrido inyectora						
Profundidad D	0,6					
Recorrido	6,2					
Fuerza de cierre		300		Coste horario máquina.		
				22,25		
Tiempo de llenado		0,019				
Tiempo de enfriamiento		6,97				
Tiempo de recuperación		2,57				
Incremento del molde por tamaño (horas)		Mpo= 5,421851154				
Incremento del molde por numero de expulsores		Me= 4,873397172				
Incremento coste del molde por complejidad geometrica		Mx= 3,046300181				
Superficie interior.						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Interior	Pared nominal	Superficie	1	1	100%	1
Nsp		1				
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Interior	Agujero	Depresión	1	2	100%	2
Nhd		2		Dificultad geométrica interior(Xi)		
				0,09		
Superficie exterior						
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Exterior	Pared nominal	Superficie	1	3	100%	3
Nsp		3				
Clave	Nombre del rasgo	Rasgo tipo	Repeticiones	Superficies parche.	%	Total
Exterior			1	0	60%	0
Nhd		0		Dificultad geométrica exterior(Xo)		
				0,03		
Incremento del coste del molde por acabado (horas)		Mas 1,2702227				
Incremento del coste del molde por tolerancias (horas)		Mt 0,152315009				
Incremento del coste del molde por texturas(horas)		Mtex 0,667077425				

Ilustración 93. Hoja Excel pieza marca: 15.

Incremento del coste del molde por líneas de partición (horas)	
Mfp	0

Tiempo adicional por Extractores laterales	
Número de extractores	Tiempo por extractor
0	65
Mal	0

Tiempo adicional por mecanismo automáticos de extracción de roscas	
Número de mecanismos	Tiempo por mecanismo
0	250
Mae	0

Coste total de preparación de molde(horas)	
Mtotal	15,43116364

Coste de materiales del molde		
Largo	Ancho	Altura
2,2	2,2	0,6
Ac	295,84	
hp	15,6	
Cb	1563,990953	

Coste total y coste unitario de fabricación de piezas	
Costes de materiales del molde	1563,990953
Costes de preparación del molde	55,5218911
Coste del molde	2119,512845

Coste de fabricación de las unidades deseadas	
Unidades a fabricar	200000
Cf	11815,98611

Coste de fabricación de una pieza.	
	0,069677495

Ilustración 94. Hoja Excel pieza marca: 15.1

## Anexo 6. Abreviaturas

---

**AENOR:** Asociación Española de Normalización y Certificación

**ISO:** Organización Internacional de Normalización

**DIN:** Instituto Alemán de Normalización

**UNE:** Una Norma Española

**EN:** Norma Europea

**EPS:** poliestireno expandido

**ABS:** acrilonitrilo butadieno de estireno

**PTFE:** Politetrafluoroetileno / Teflón

**Uds:** unidades.

**W/ m·k:** coeficiente de transmisión de calor.

**Br:** Dureza Brinell

**m:** Metro

**m<sup>2</sup>:** Metro cuadrado

**m<sup>3</sup>:** Metro cúbico

**s:** Segundo

**h:** Hora

**PDF:** Formato de Documento Portátil

**mm:** Milímetro

**cm:** Centímetro

**min:** Minuto

**g:** Gramo

**PVP:** Precio de Venta al Público

**IVA:** Impuesto al Valor Añadido

**Brainstorming:** Lluvia de ideas

**C<sub>b</sub>:** coste de la base del molde.

**A<sub>c</sub>:** Área proyectada de los platos.

**IVA:** Impuesto al Valor Añadido

**kg:** Kilogramo

**L:** Litro

**N:** Newton

**MPa:** Megapascal

**GPa:** Gigapascal

**€:** Euro

**∅:** Diámetro

**°C:** Grado Celsius

**CD:** Costes directos

**CI:** Costes indirectos

**IVA:** Impuesto sobre el valor añadido.

**h<sub>p</sub>:** espesor combinado de los platos.

**N<sub>e</sub>:** número de expulsores.

**M<sub>e</sub>:** tiempo de fabricación para expulsores.

**M<sub>po</sub>:** tiempo en fabricar el molde de la pieza.

**M<sub>x</sub>:** incremento de horas por la complejidad geométrica de la pieza.

**X<sub>i</sub>:** superficies interiores

**X<sub>o</sub>:** superficies exteriores.

**N<sub>sp</sub>:** número de superficies parche.

**N<sub>hd</sub>:** número de agujeros y depresiones.

**M<sub>as</sub>:** incremento de horas por la apariencia de la pieza.

**M<sub>t</sub>:** incremento de horas por las tolerancias

**M<sub>fp</sub>:** incremento de horas por la línea de partición.

**$M_{\text{text}}$** : incremento de horas por la textura de la pieza.

**$V_i$** : volumen de inyección.

**$R$** : recorrido.

**$T_f$** : tiempo de llenado del molde.

**$P_w$** : potencia de la inyectora.

**$p$** : presión de inyección recomendada.

**$t_c$** : tiempo de enfriamiento.

**$h_{\text{max}}$** : espesor máximo de pared.

**$T_x$** : temperatura de expulsión de la pieza recomendada.

**$T_m$** : temperatura de molde recomendada.

**$T_i$** : temperatura de termoplástico recomendado.

**$\alpha$** : grados de inclinación/ coeficiente de conductividad térmica.

**$t_r$** : tiempo de recuperación de la pieza.

**$C_{\text{mat.molde}}$** : coste de los materiales empleados en la elaboración del molde.

**$C_{\text{preparación molde}}$** : coste monetario las horas empleadas en la preparación del molde.

**$C_{\text{molde}}$** : coste del molde. Suma entre el coste de los materiales del molde y el tiempo empleado en su elaboración.

**$C_{\text{fabricación}}$** : coste total de fabricar las piezas.

**$C_{\text{total}}$** : suma entre el coste del molde y el coste de fabricación.

**$C_{\text{unitario}}$** : coste de una pieza producida.



# Sistema portátil para la conservación de productos perecederos mediante vacío.

Trabajo de final de grado.

Septiembre 2016

## Planos

Autor: Ion Solonari

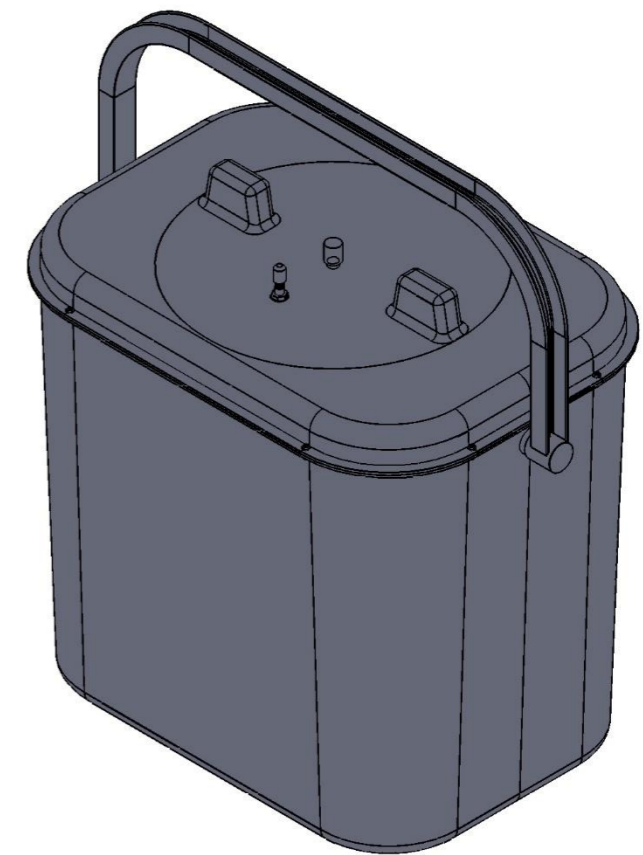
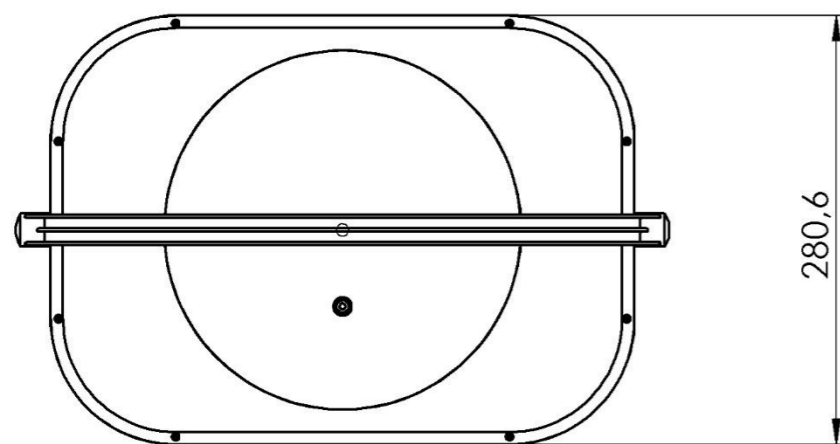
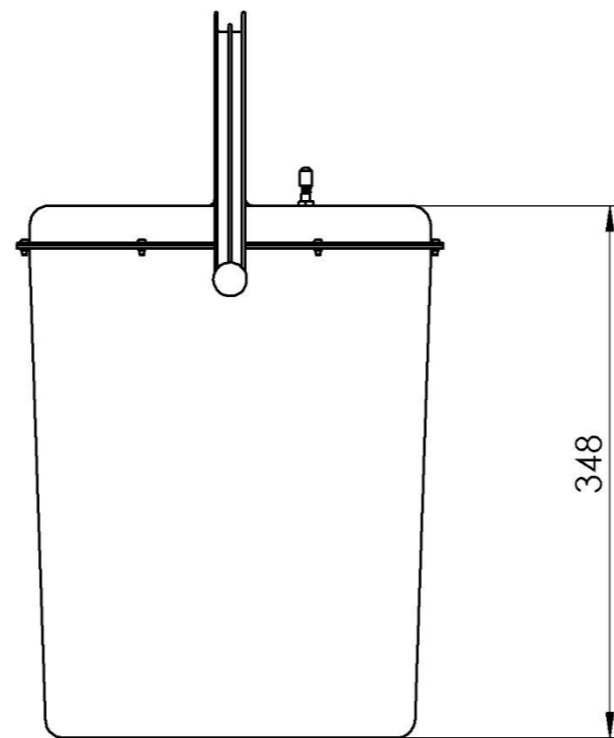
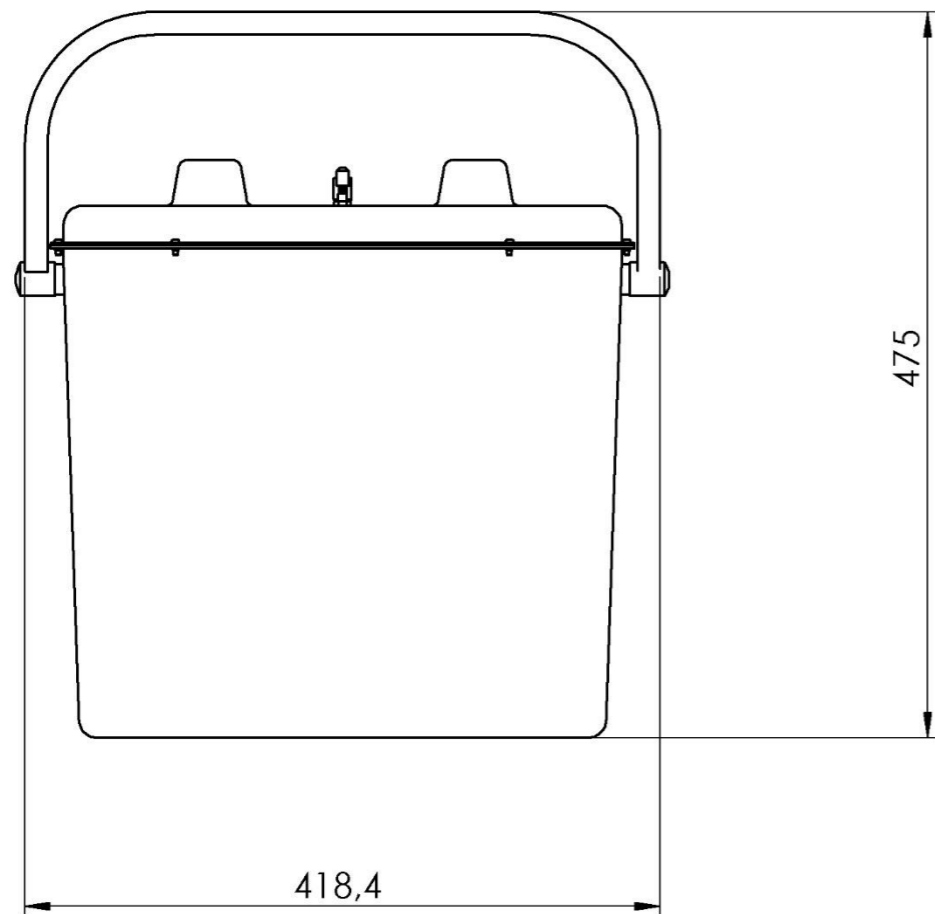
Tutor : Julio Serrano Mira

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

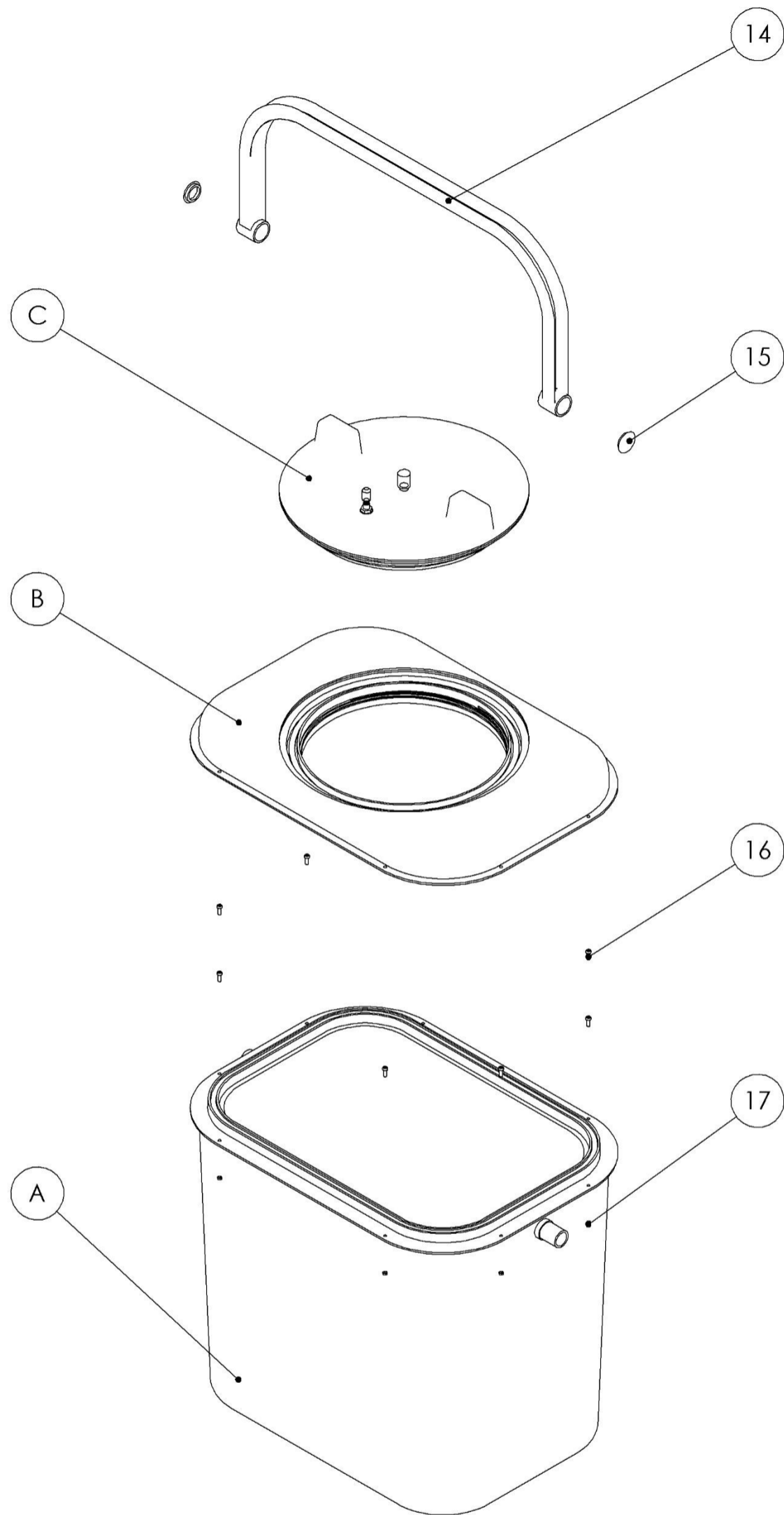


## Índice Planos.

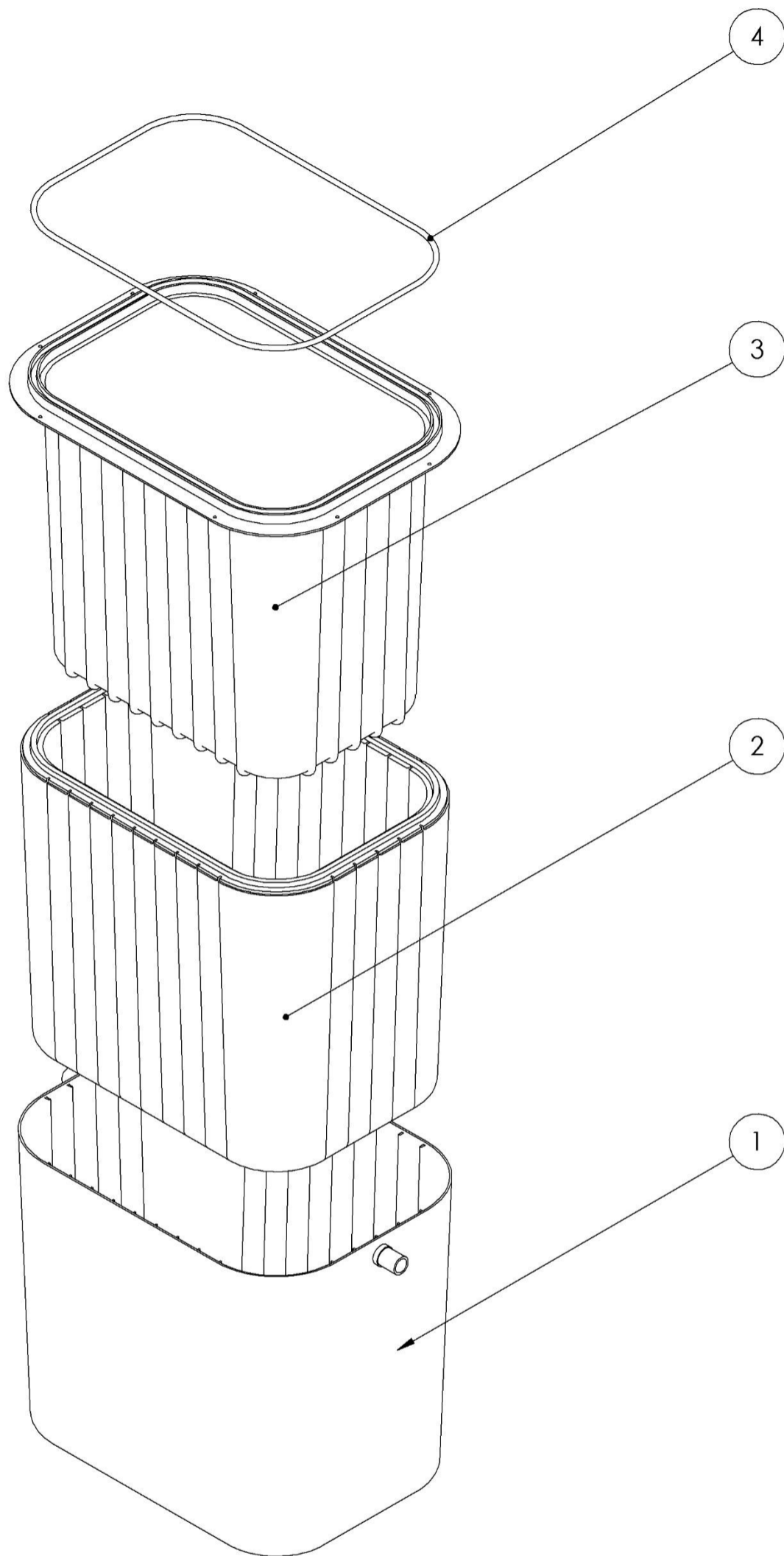
3.1 Plano de conjunto.....	167
3.2 Ensamblaje .....	168
3.3 Subensamblaje cámara.....	169
3.4 Subensamblaje tapa.....	170
3.5 Subensamblaje plato. ....	171
3.6 Carcasa .....	172
3.7 EPS cámara .....	173
3.8 Cámara.....	174
3.9 Tapa interior. ....	175
3.10 EPS tapa. ....	176
3.11 Carcasa tapa. ....	177
3.12 Plato.....	178
3.13 Eps plato. ....	179
3.14 Plato superior. ....	180
3.15 Rosca PTFE.....	181
3.16 Asa .....	182
3.17 Tapón.....	183


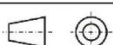


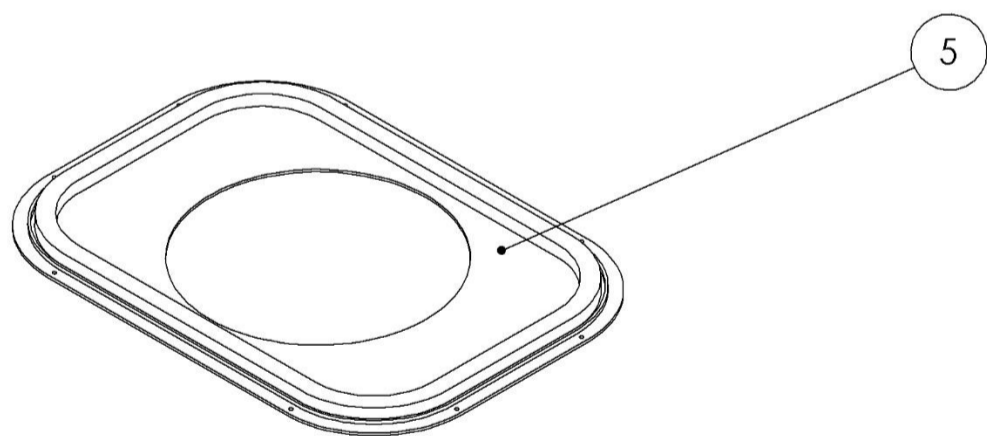
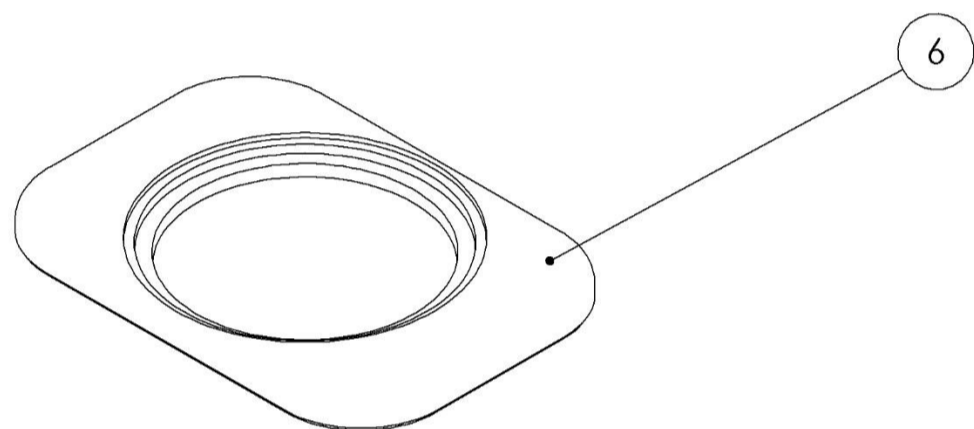
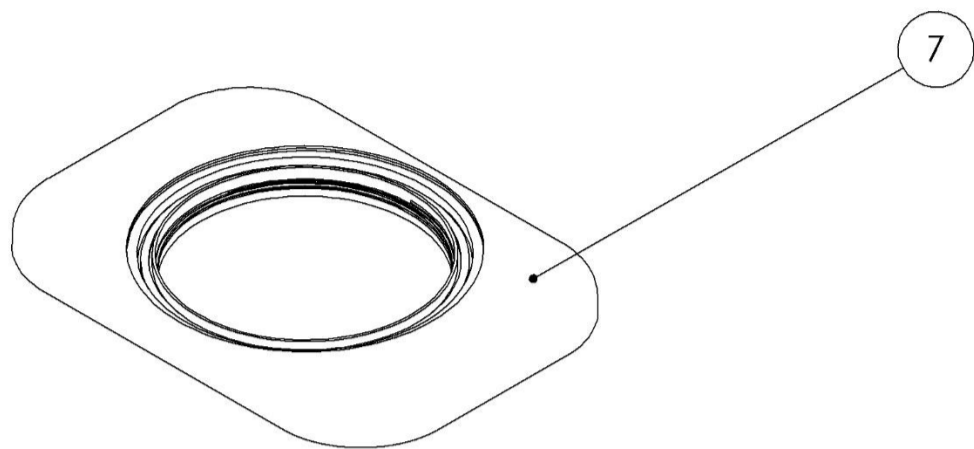
Observaciones		Título: Plano de conjunto		Plano nº: 1
				Hoja nº: 167
Escala 1:5	Un. dim. mm 	Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Ion Solonari	Fecha: 09-17
			Comprobado por: Julio Serrano Mira	Fecha: 09-17


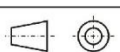


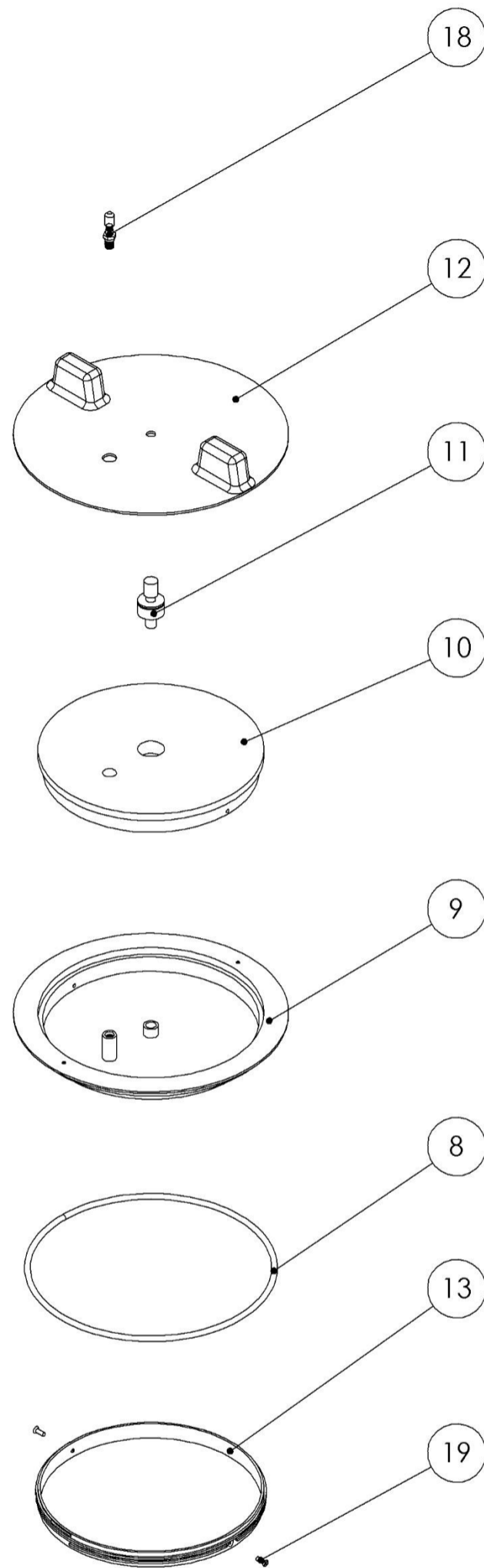
C	Subensamblaje plato	1	
B	Subensamblaje tapa	1	
A	Subensamblaje cámara	1	
17	Tuerca M3	8	
16	Tornillo M3	8	
15	Tapón	2	ABS
14	Asa	1	ABS
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	MATERIAL
Observaciones		Título: Ensamblaje	
		Plano nº: 2	
		Hoja nº: 168	
Escala 1:5	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Ion Solonari
			Comprobado por: Julio Serrano Mira
		Fecha: 09-17	
		Fecha: 09-17	



4	Junta tapa	1	NBR
3	Cámara	1	ABS
2	EPS Cámara	1	EPS
1	Carcasa	1	ABS
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	MATERIAL
Observaciones	Título: Subensamblaje Cámara		Plano nº: 3
			Hoja nº: 169
Escala 1:5	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Ion Solonari
			Comprobado por: Julio Serrano Mira
			Fecha: 09-17
			Fecha: 09-17

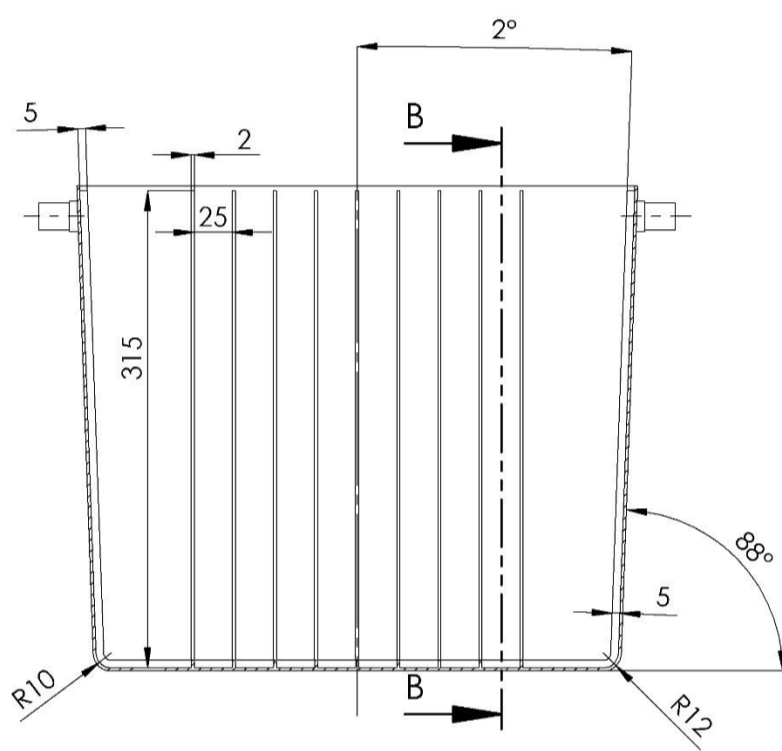
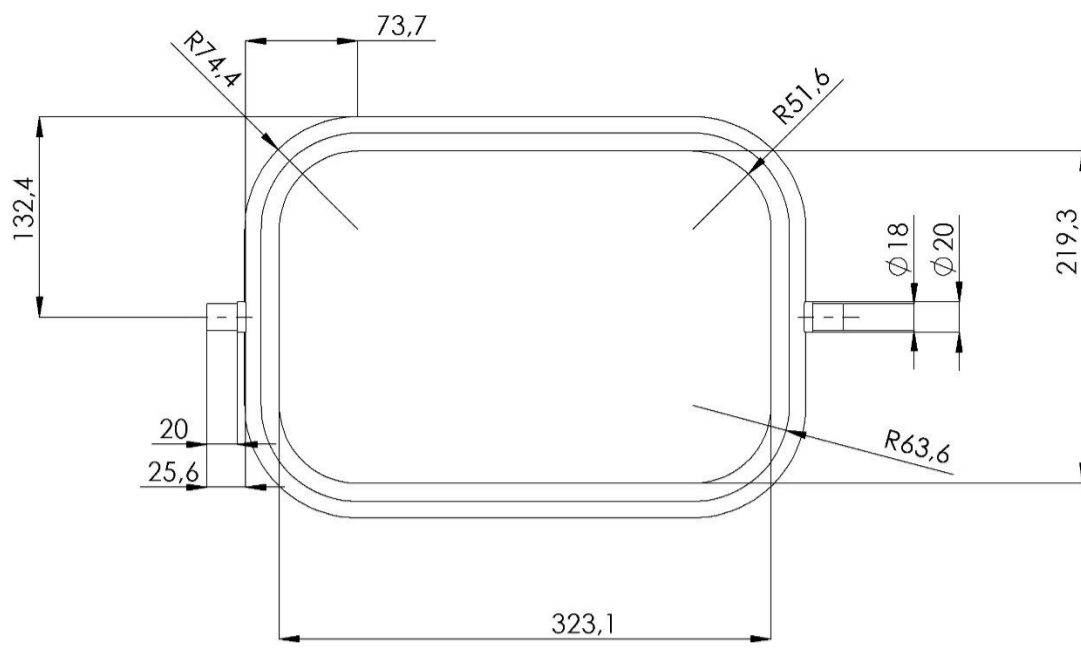


7	Carcasa tapa	1	ABS
6	EPS Tapa	1	EPS
5	Tapa interior	1	ABS
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	MATERIAL
Observaciones	Título: Subensamblaje tapa		Plano nº: 4
			Hoja nº: 170
Escala 1:5	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Ion Solonari
			Comprobado por: Julio Serrano Mira
			Fecha: 09-17
			Fecha: 09-17

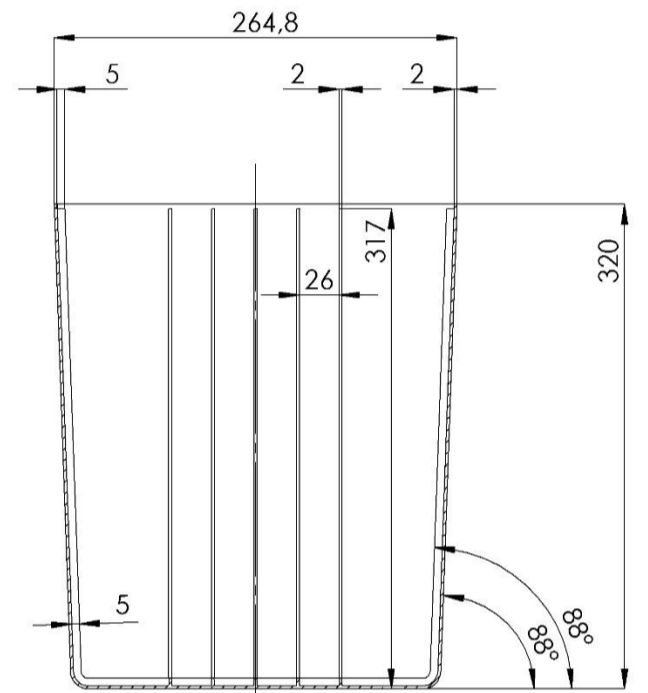


19	Tornillo Avellanado M3	2	
18	Válvula antirretorno Schrader	1	
13	Rosca PTFE	1	PTFE
12	Plato superior	1	ABS
11	Válvula antirretorno	1	
10	EPS plato	1	EPS
9	Plato	1	ABS
8	Junta plato	1	NBR
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	MATERIAL
Observaciones	Título: Subensamblaje Plato		Plano nº: 5
			Hoja nº: 171
Escala 1:5	Un. dim. mm 	Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Ion Solonari
			Fecha: 09-17
			Comprobado por: Julio Serrano Mira
			Fecha: 09-17

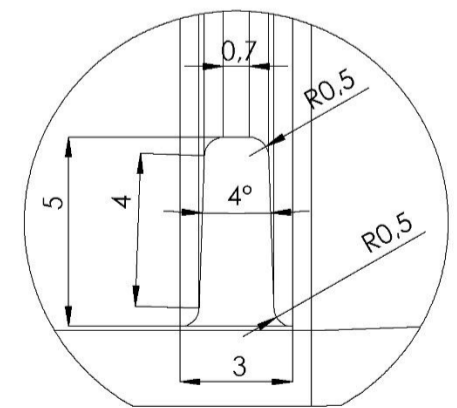
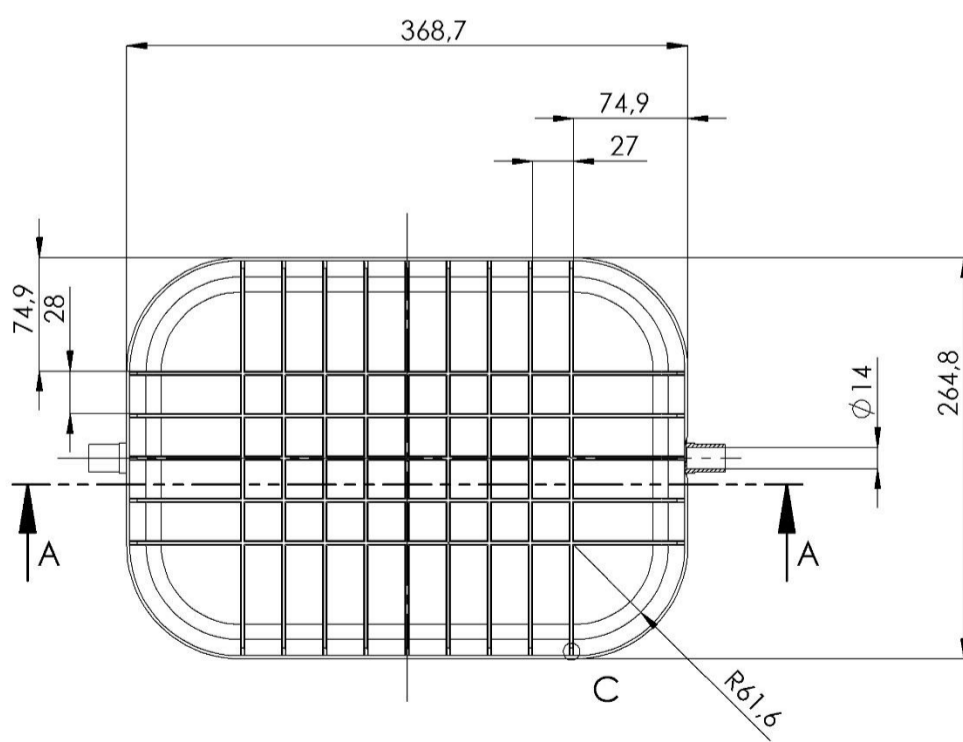




SECCIÓN A-A



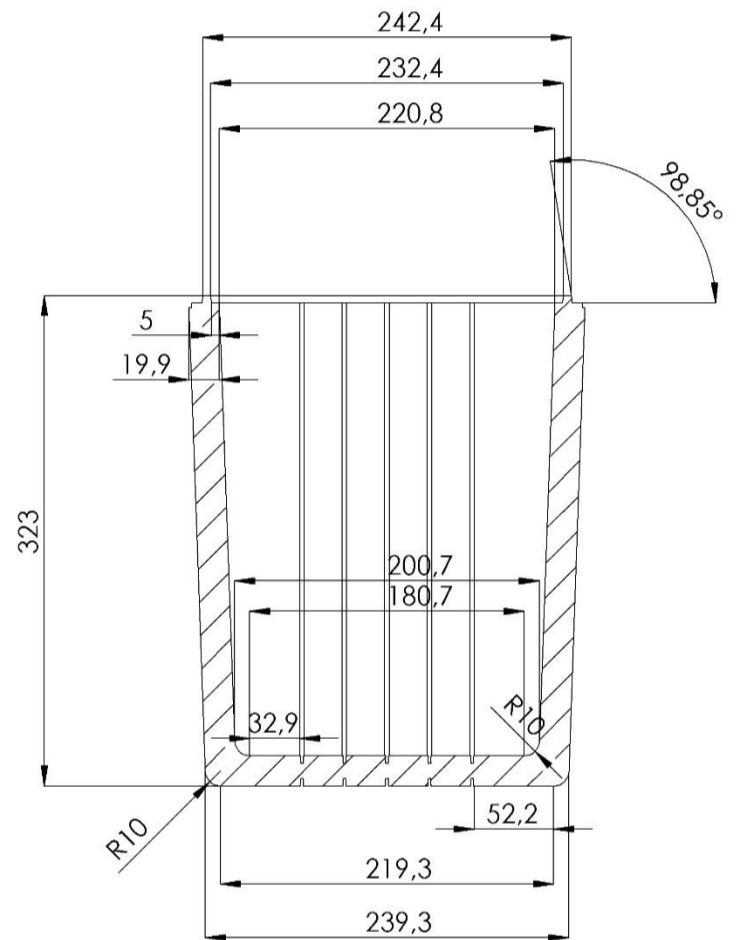
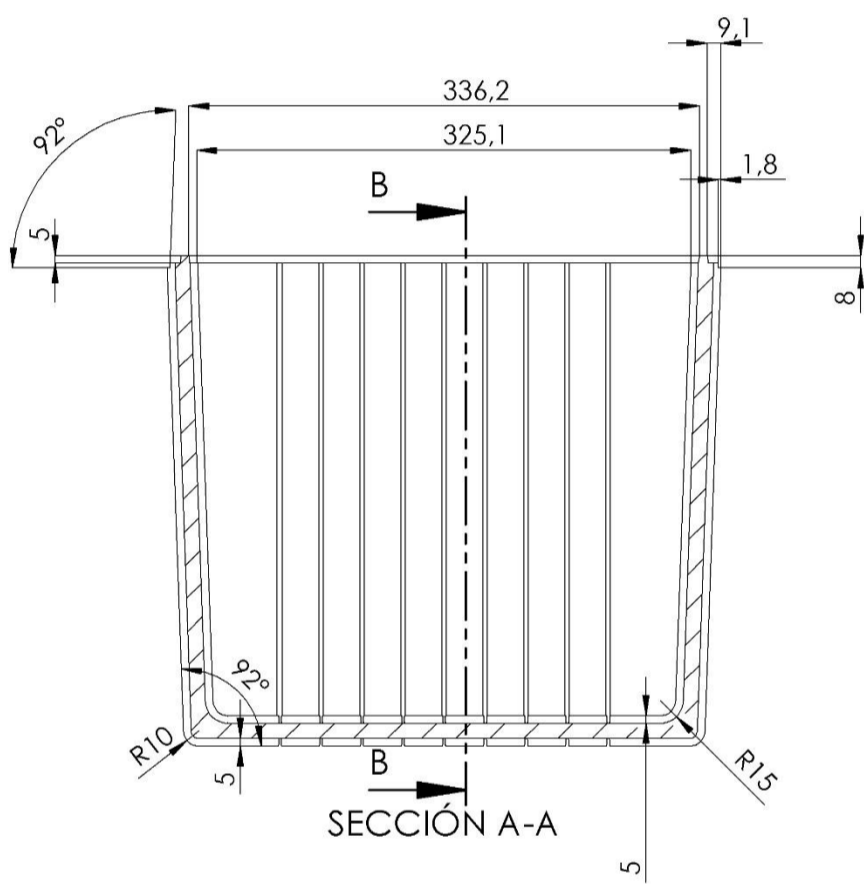
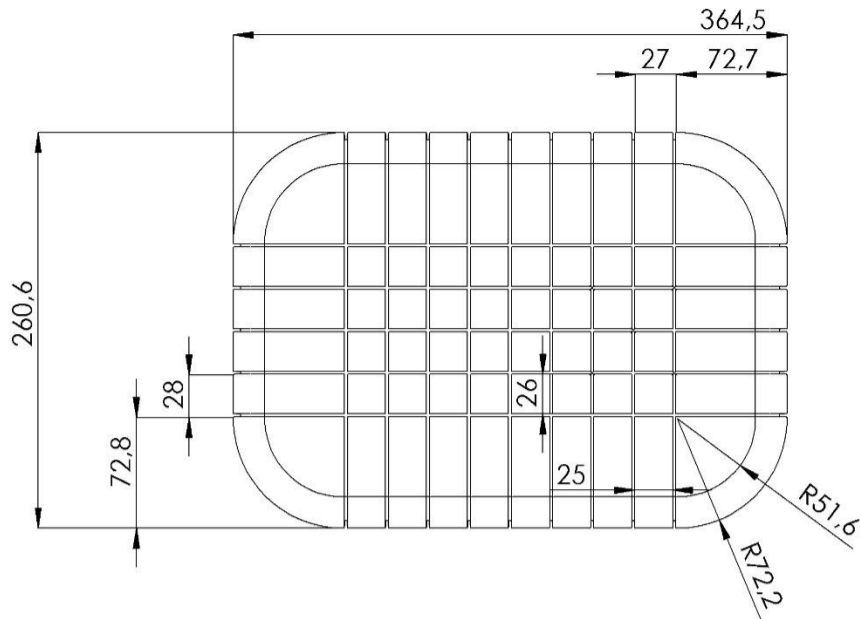
SECCIÓN B-B



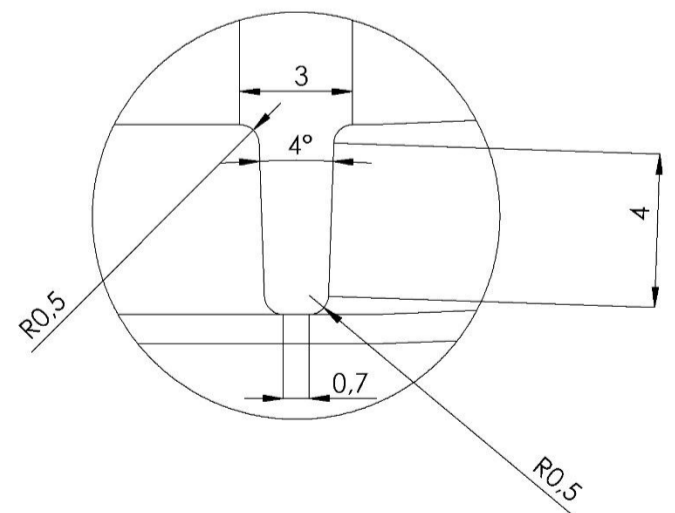
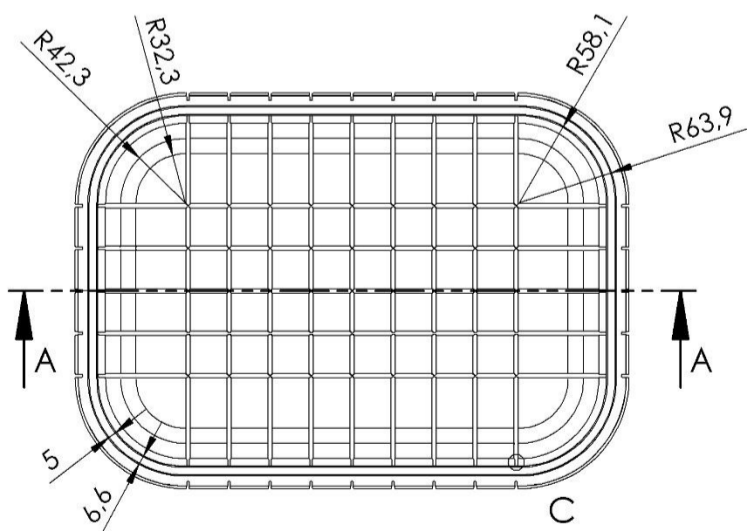
DETALLE C  
ESCALA 5 : 1

Observaciones: todos los radios no especificados son de 0,2 mm.		Título: Carcasa		Plano nº: 6
Escala 1:5		Un. dim. mm.		Hoja nº :172
		Escuela Superior de Tecnología		Dirigido por: Ion Solonari
		Comprobado por: Julio Serrano Mira		Fecha: 09-17
				Fecha: 09-17



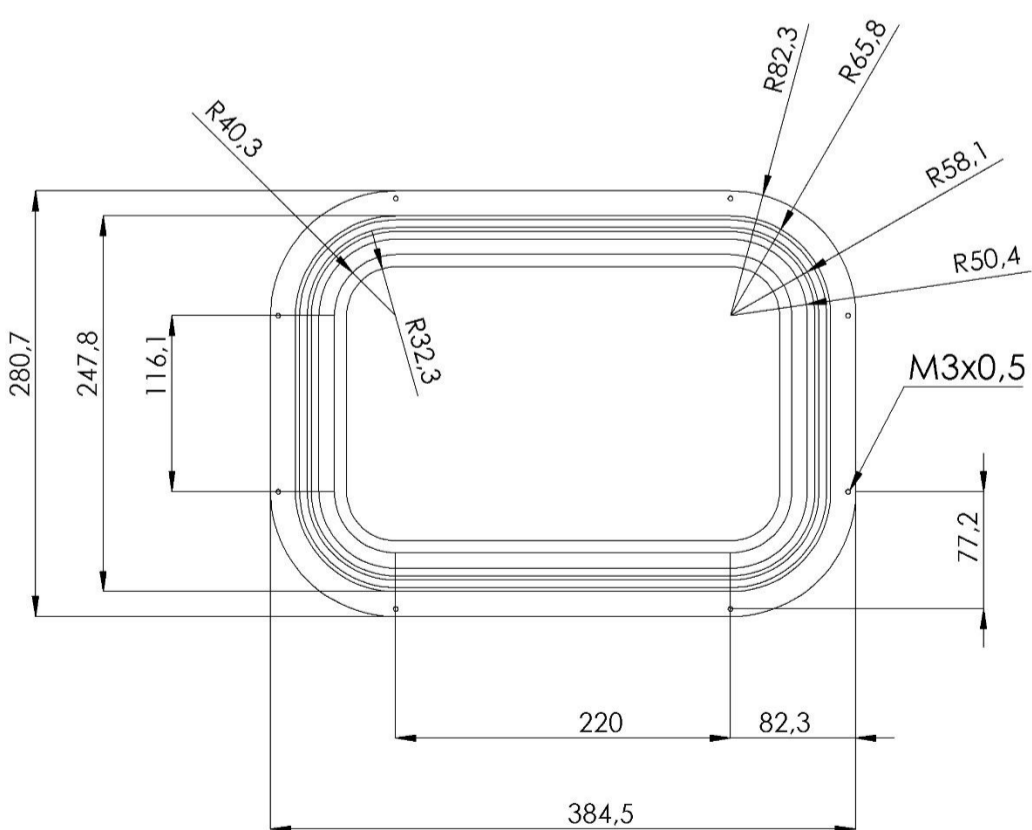
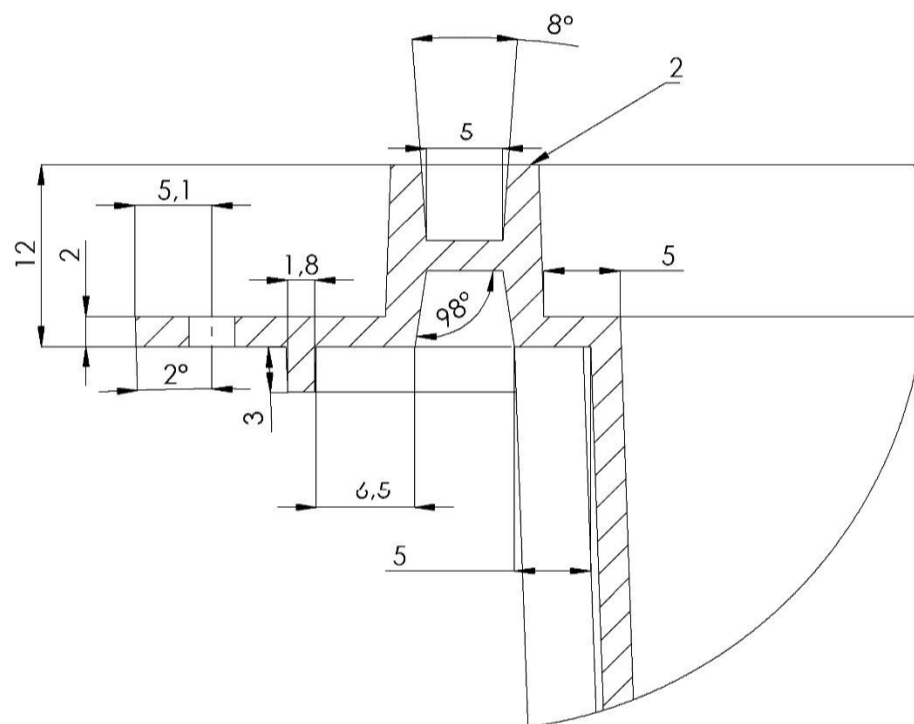
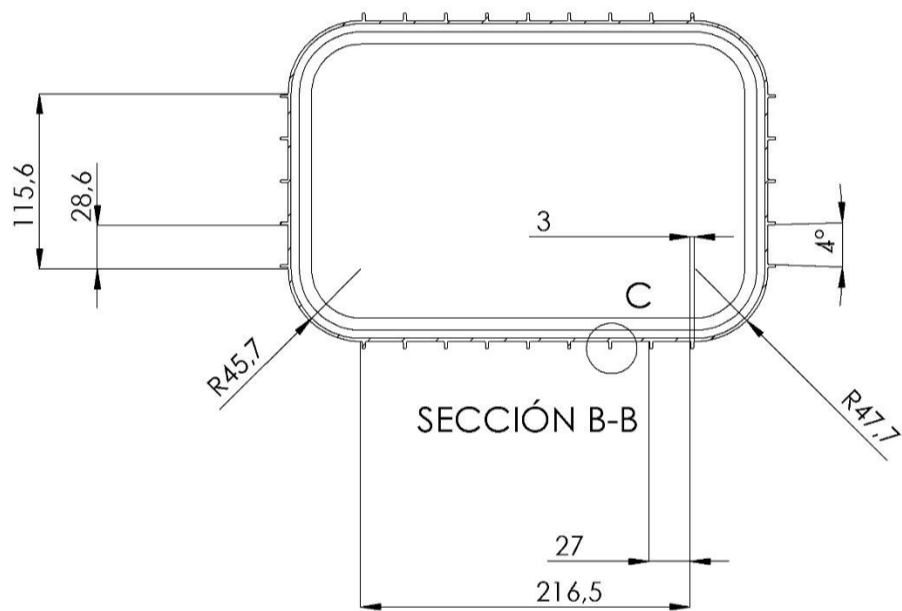
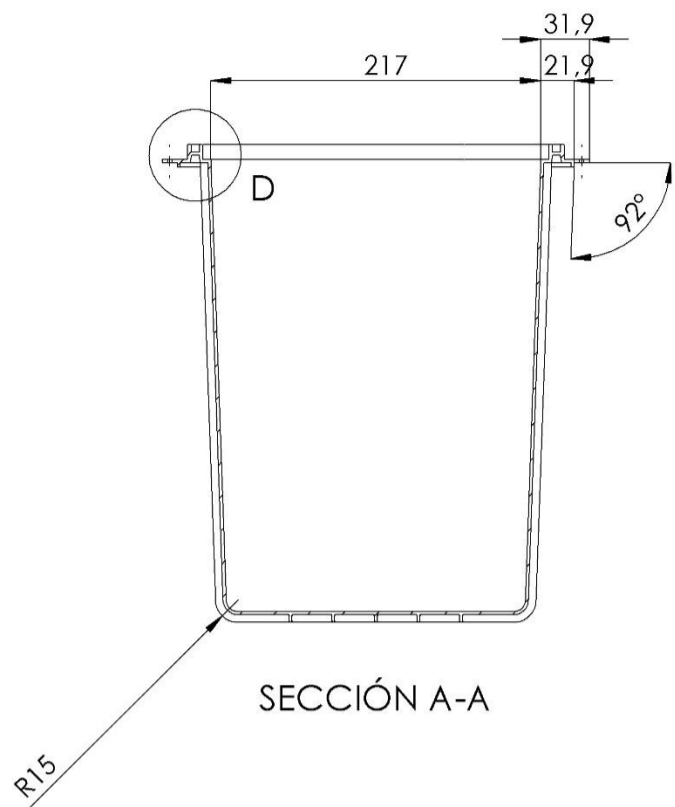
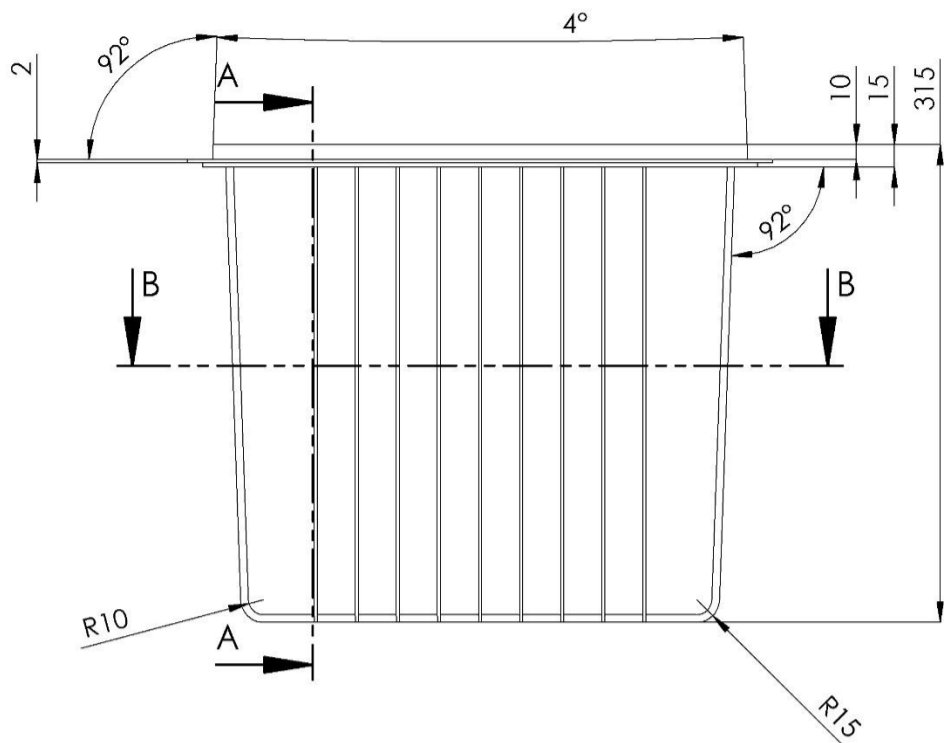


SECCIÓN B-B

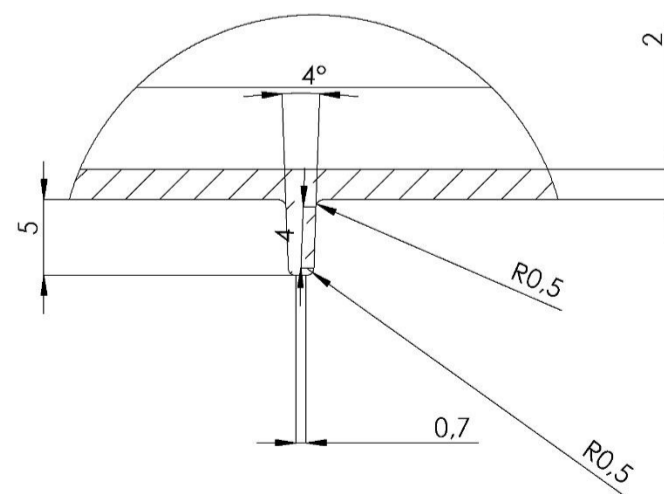


DETALLE C  
ESCALA 5 : 1

Observaciones: todos los radios no especificados son de 0,2 mm.		Título: EPS Cámara.		Plano nº: 7
Escala 1:5		Un. dim. mm.		Hoja nº : 173
				Dirigido por: Ion Solonari
		Comprobado por: Julio Serrano Mira		Fecha: 09-17
				Fecha: 09-17

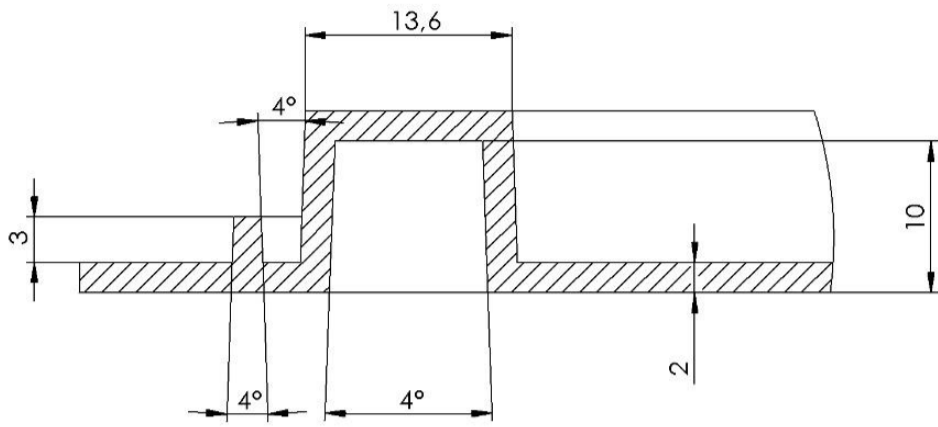


DETALLE D  
ESCALA 2 : 1

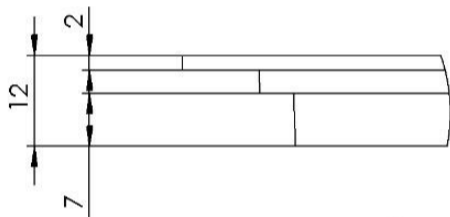


DETALLE C  
ESCALA 2 : 1

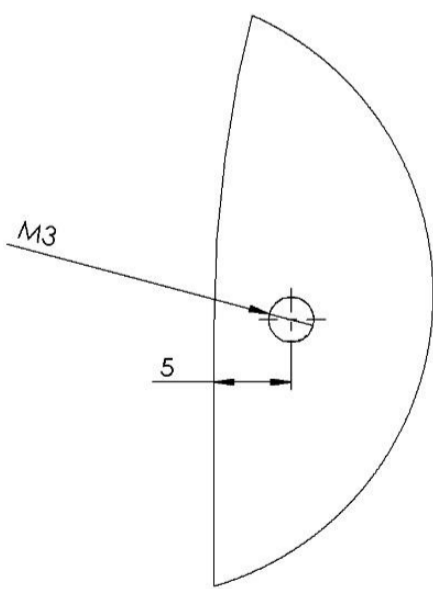
Observaciones: todos los radios no especificados son de 0,2 mm.		Título: Cámara.		Plano nº: 8
Escala 1:5		Un. dim. mm.		Hoja nº: 174
		Escuela Superior de Tecnología		Dirigido por: Ion Solonari
		Comprobado por: Julio Serrano Mira		Fecha: 09-17
				Fecha: 09-17



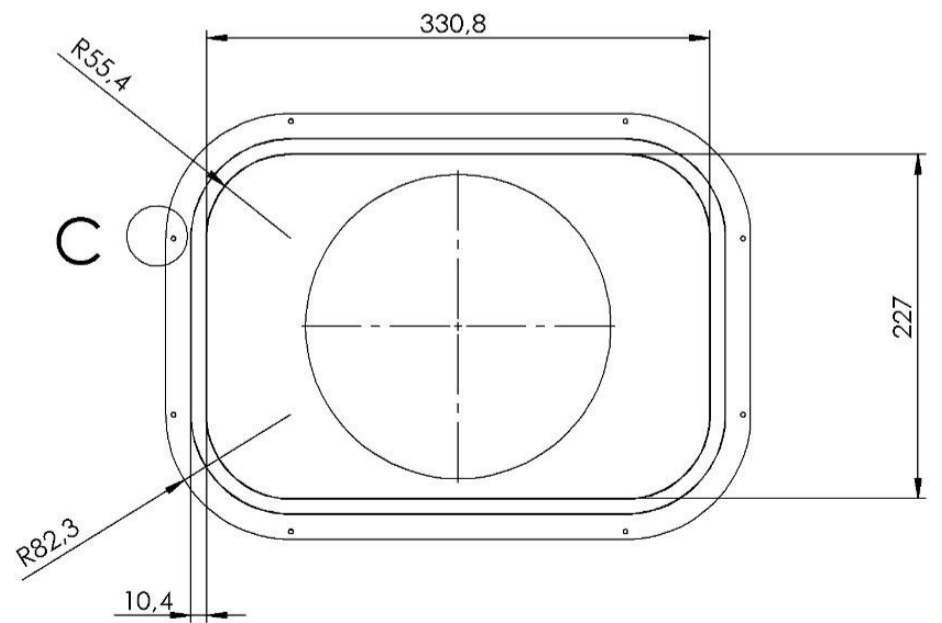
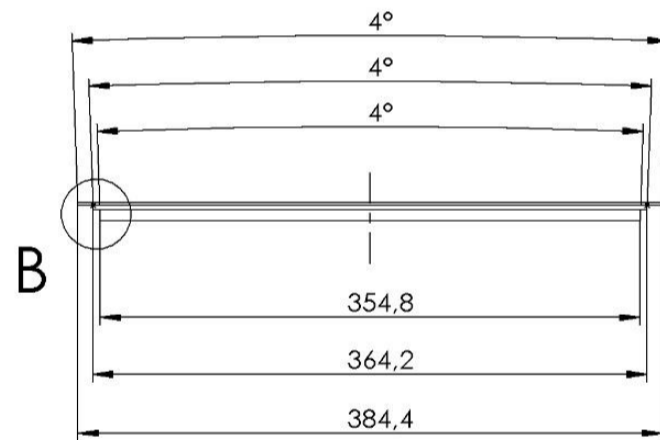
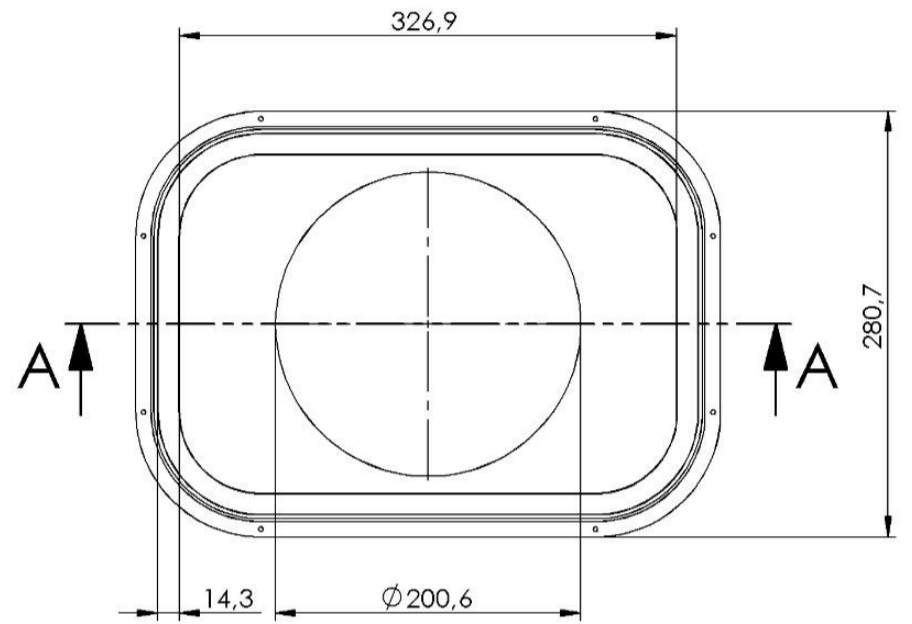
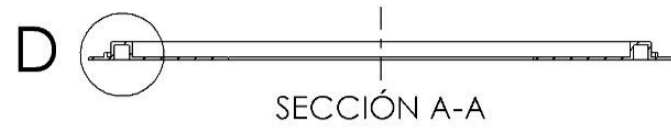
DETALLE D  
ESCALA 2 : 1



DETALLE B  
ESCALA 1 : 1



DETALLE C  
ESCALA 2 : 1



Observaciones: Todos los agujeros son pasantes.

Título: Tapa interior

Plano nº: 9

Hoja nº: 175

Escala  
1:5

Un. dim. mm



Escuela Superior de Tecnología

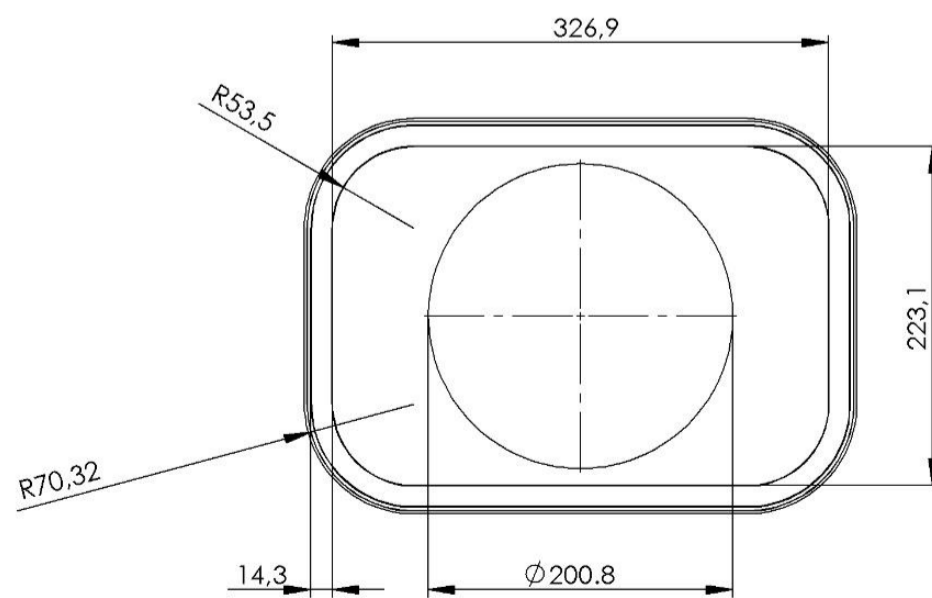
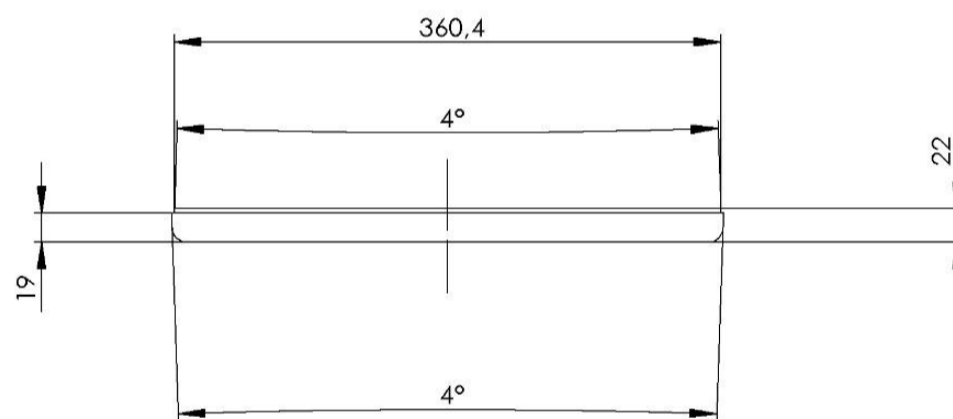
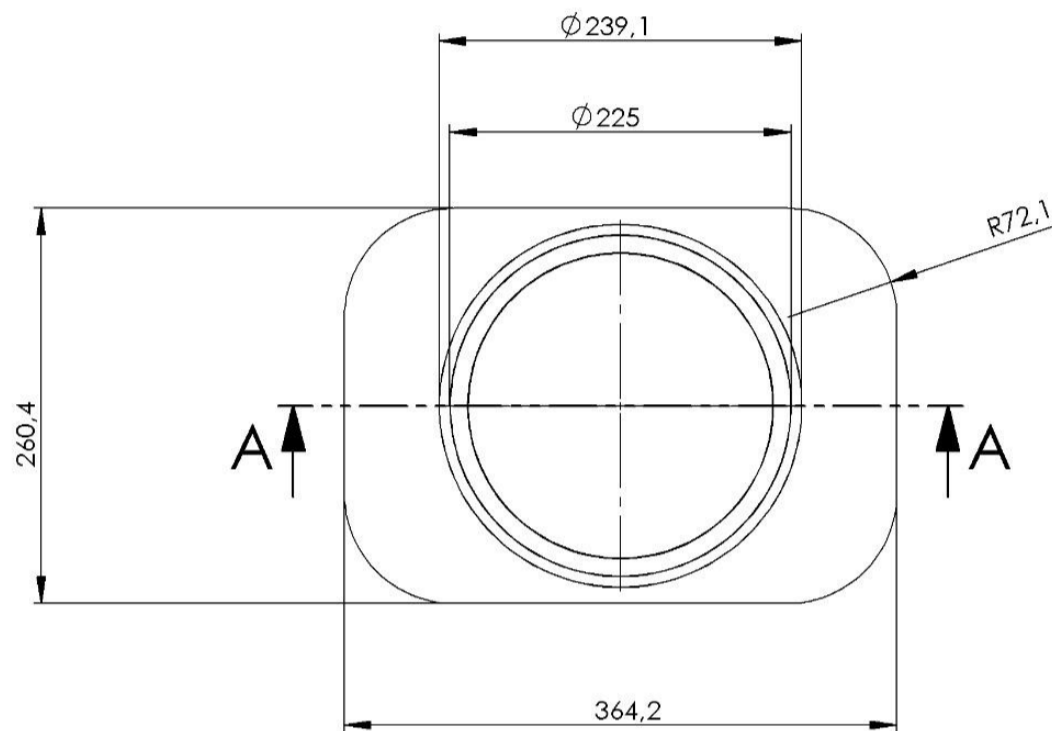
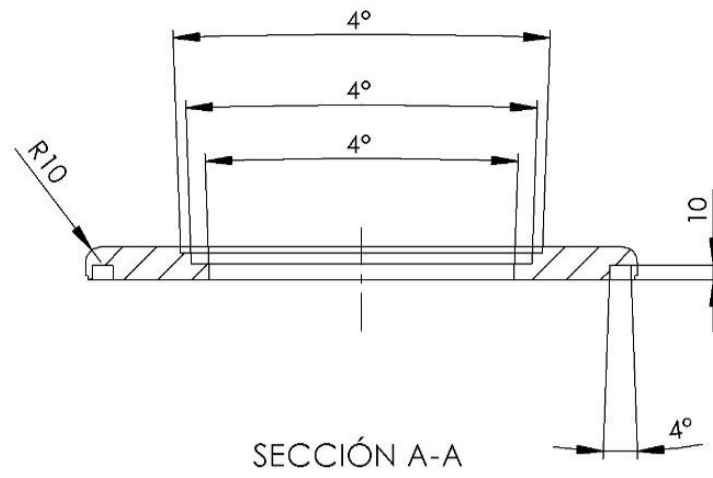
Dirigido por: Ion Solonari




Fecha: 09-17

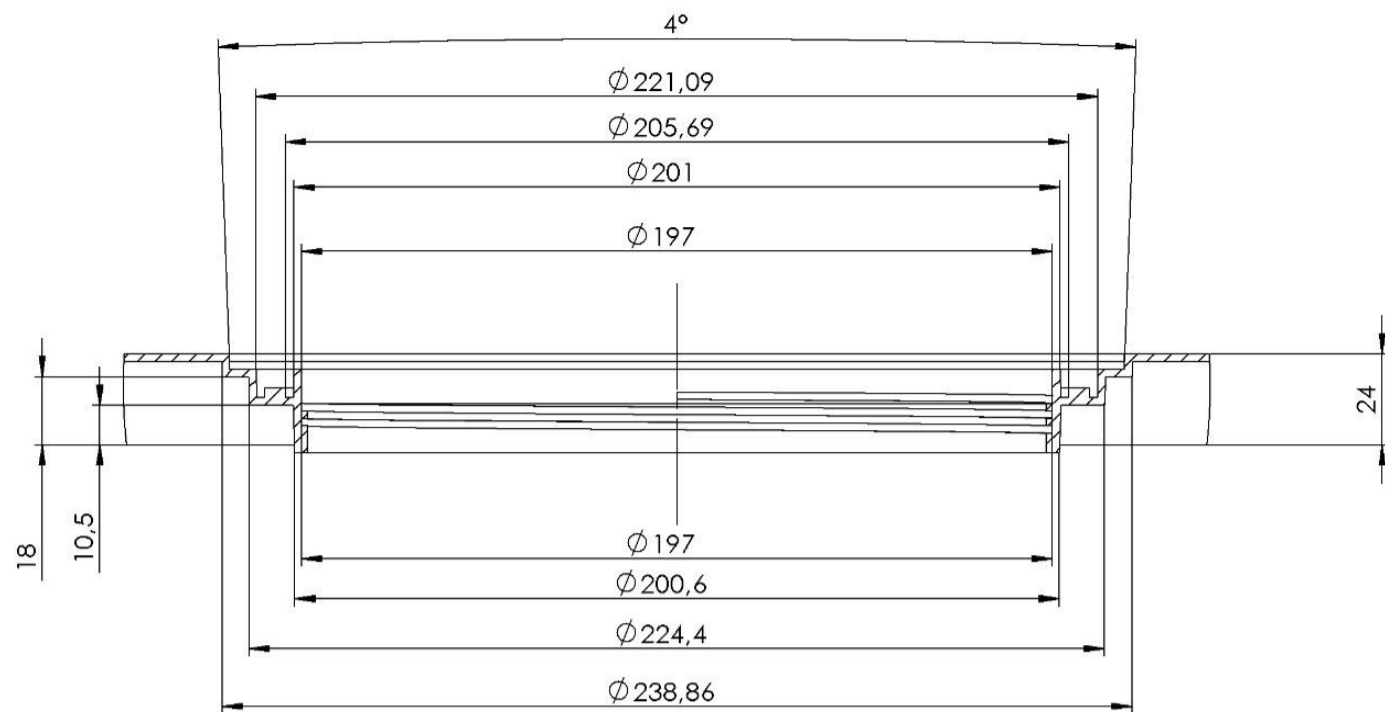
Comprobado por: Julio Serrano Mira

Fecha: 09-17

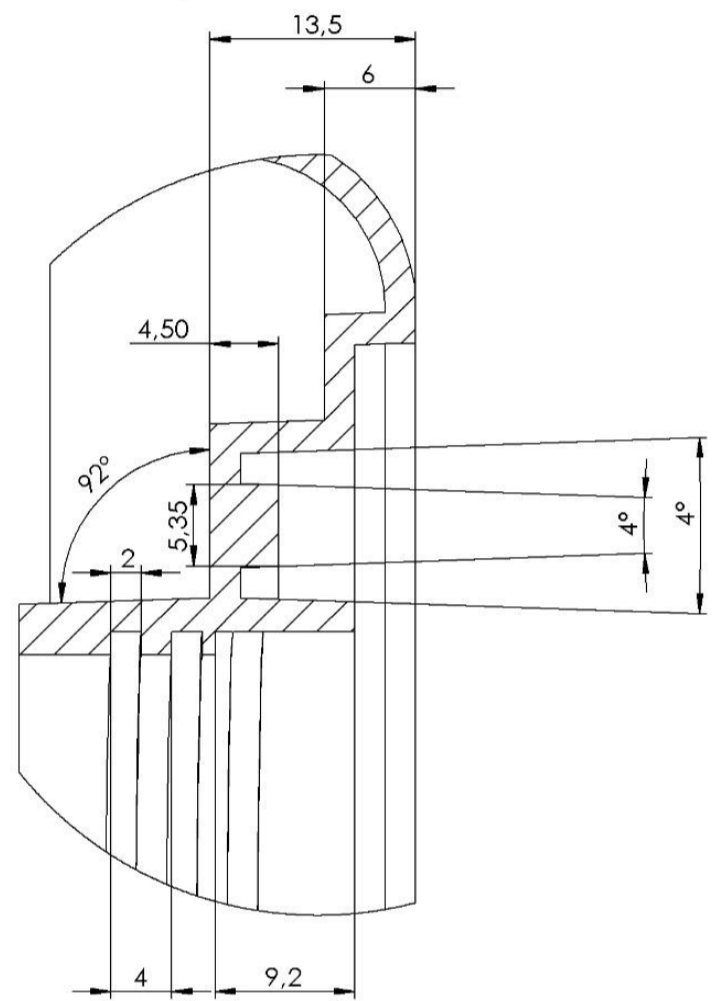
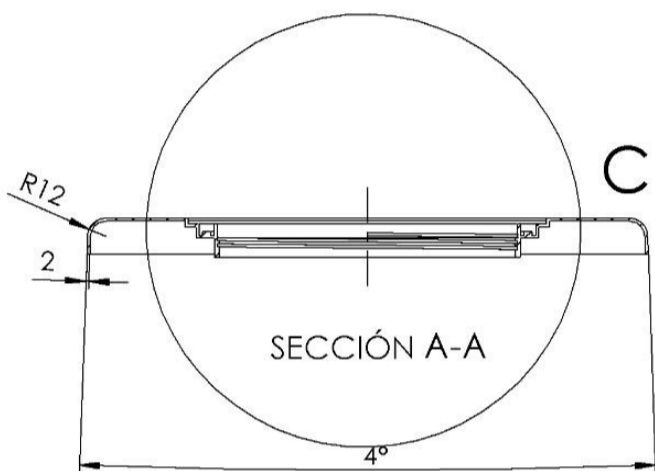
### 3.10 EPS tapa.



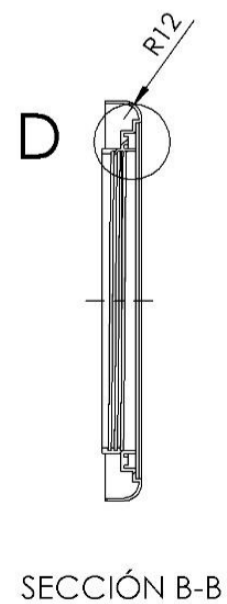
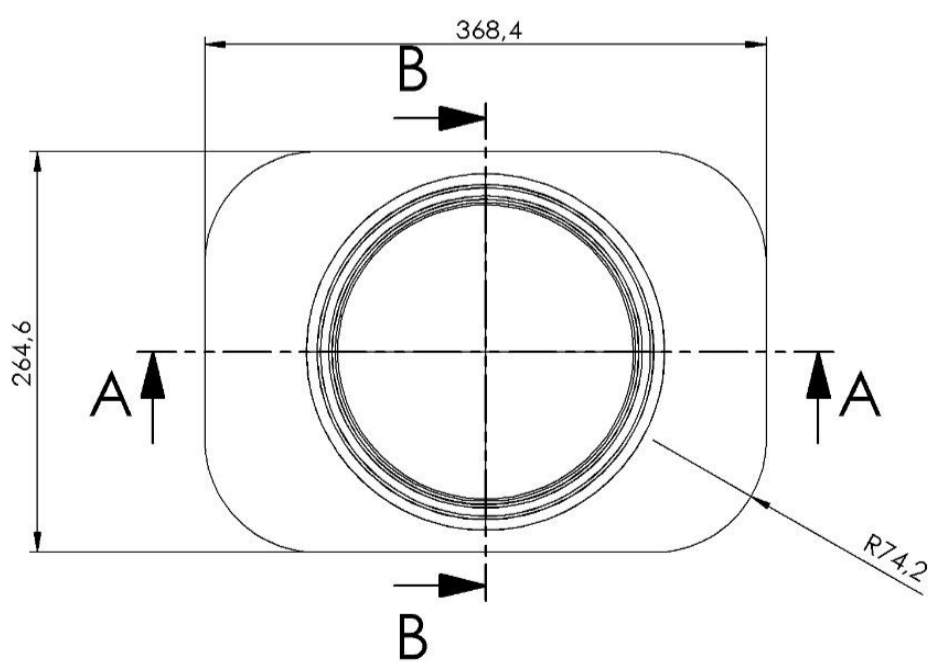
Observaciones		Título: EPS tapa		Plano nº: 10
				Hoja nº: 176
Escala 1:5	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Ion Solonari	Fecha: 09/17
	 		Comprobado por: Julio Serrano Mira	Fecha: 09/17



DETALLE C  
ESCALA 1 : 2



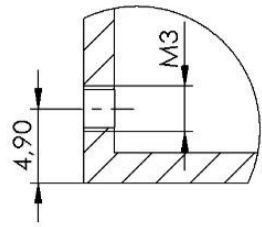
DETALLE D  
ESCALA 2 : 1



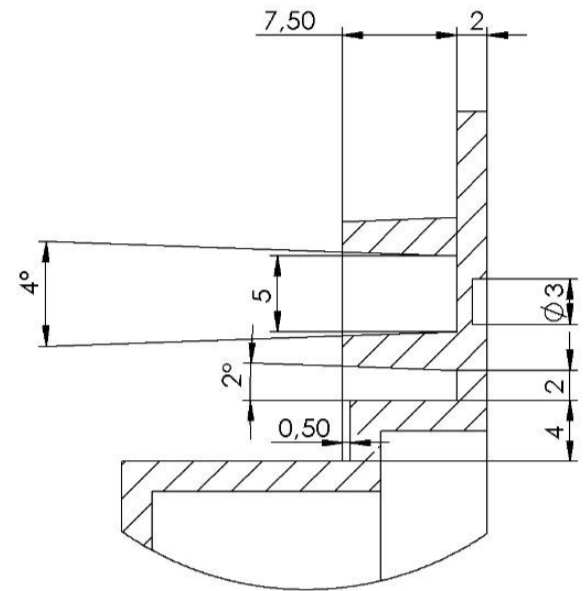
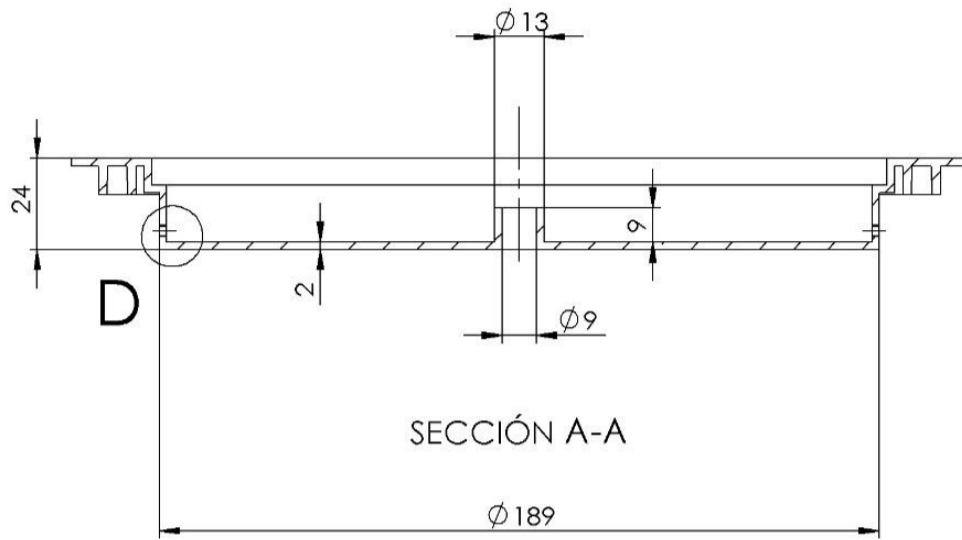
SECCIÓN B-B

Observaciones:		Título: Carcasa tapa		Plano nº: 11
				Hoja nº: 177
Escala 1:5	Un. dim. mm	Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Ion Solonari	Fecha: 09-17
			Comprobado por: Julio Serrano Mira	Fecha: 09-17

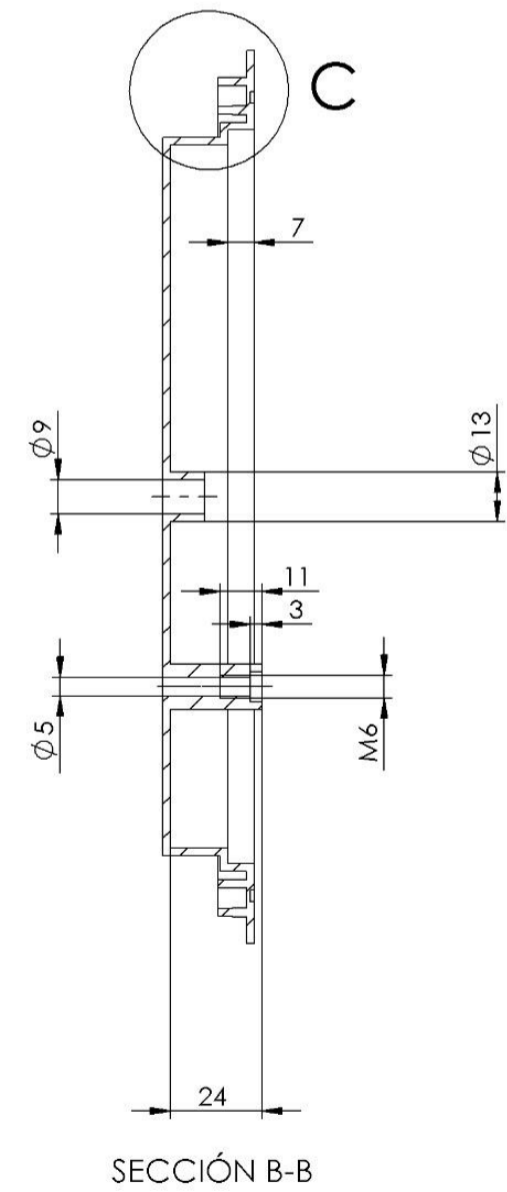
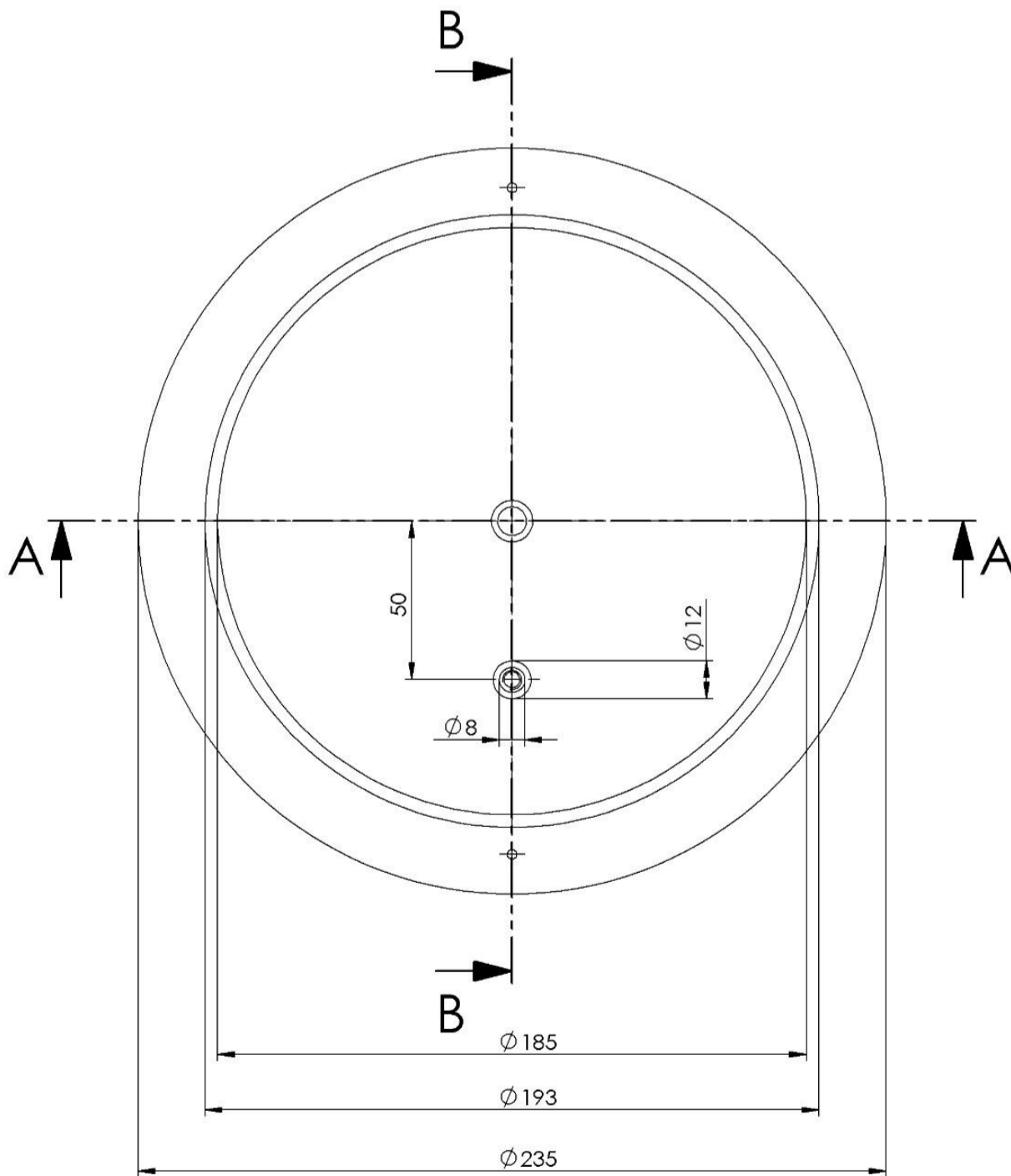




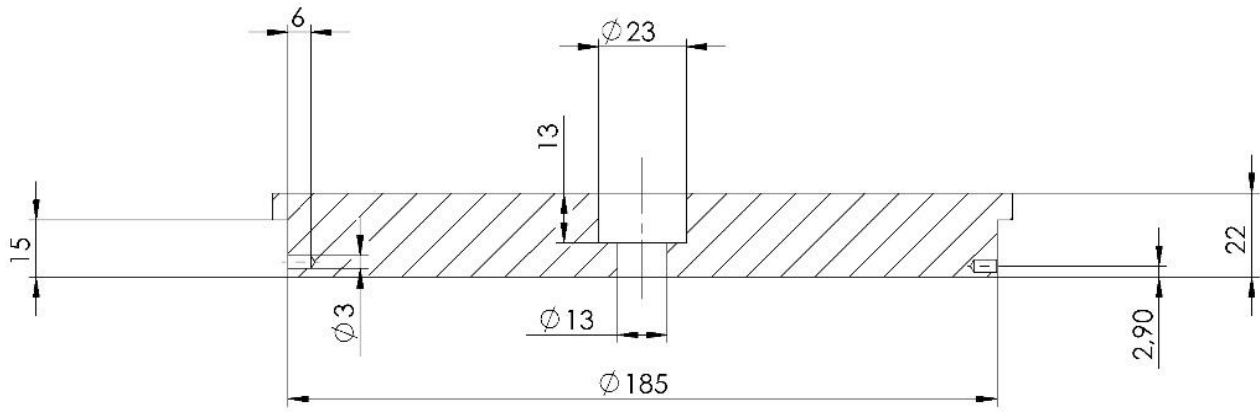
DETALLE D  
ESCALA 2 : 1



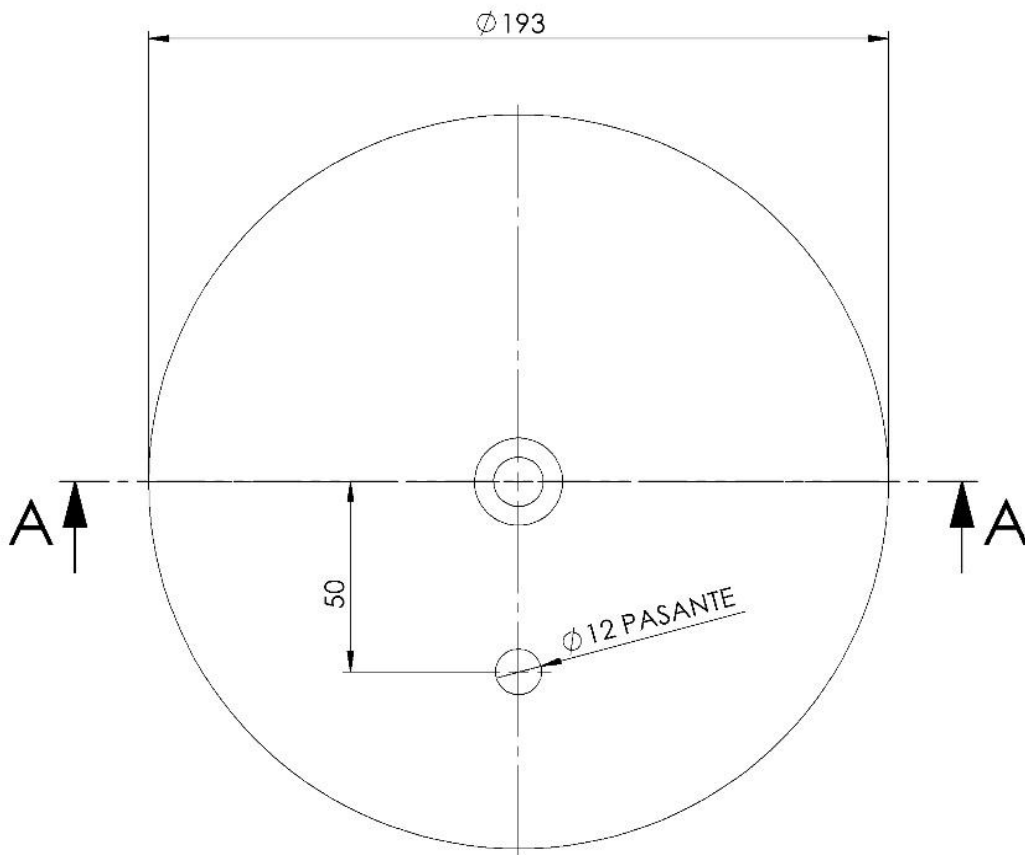
DETALLE C  
ESCALA 2 : 1


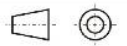


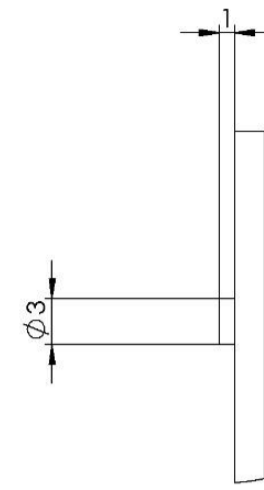
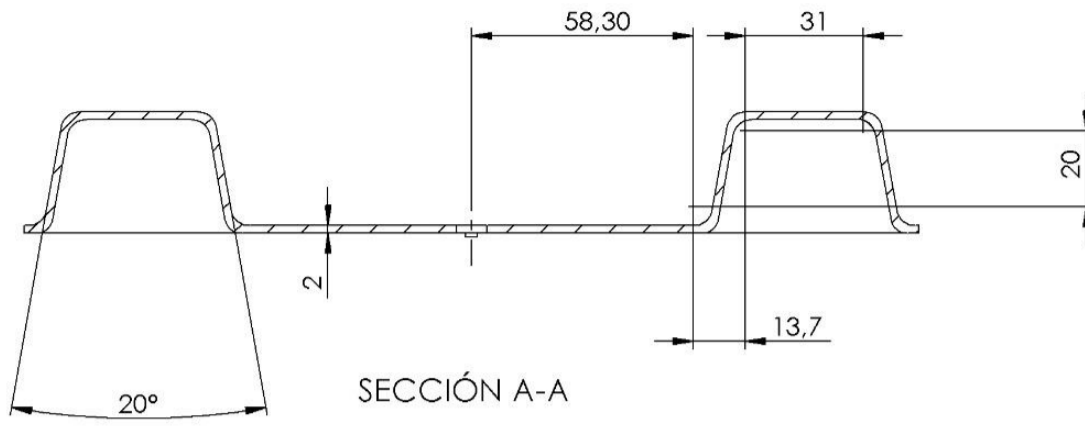
Observaciones		Título: Plato		Plano nº: 12
				Hoja nº: 178
Escala 1:2	Un. dim. mm 		Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Ion Solonari
				Fecha: 09/17
				Comprobado por: Julio Serrano Mira
				Fecha: 09/17



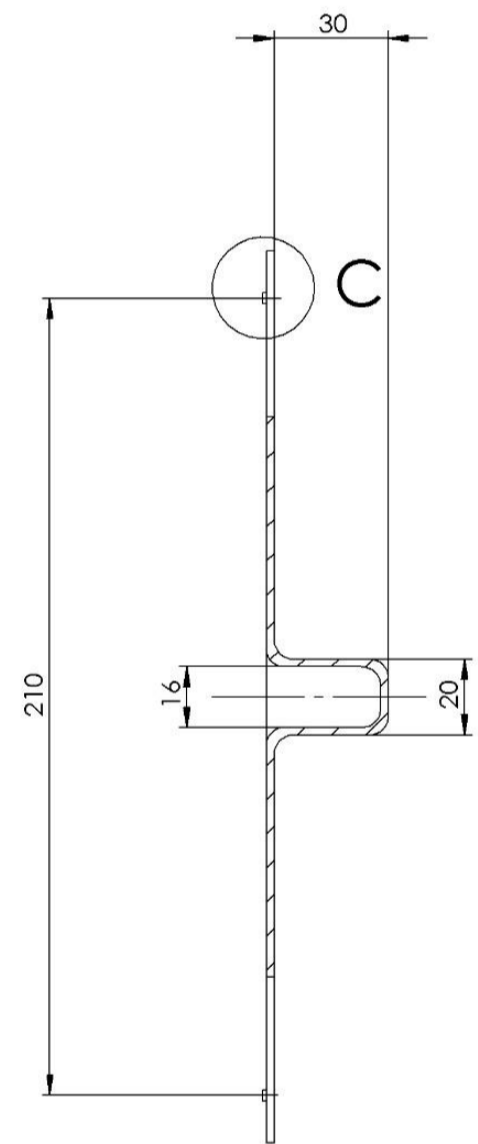
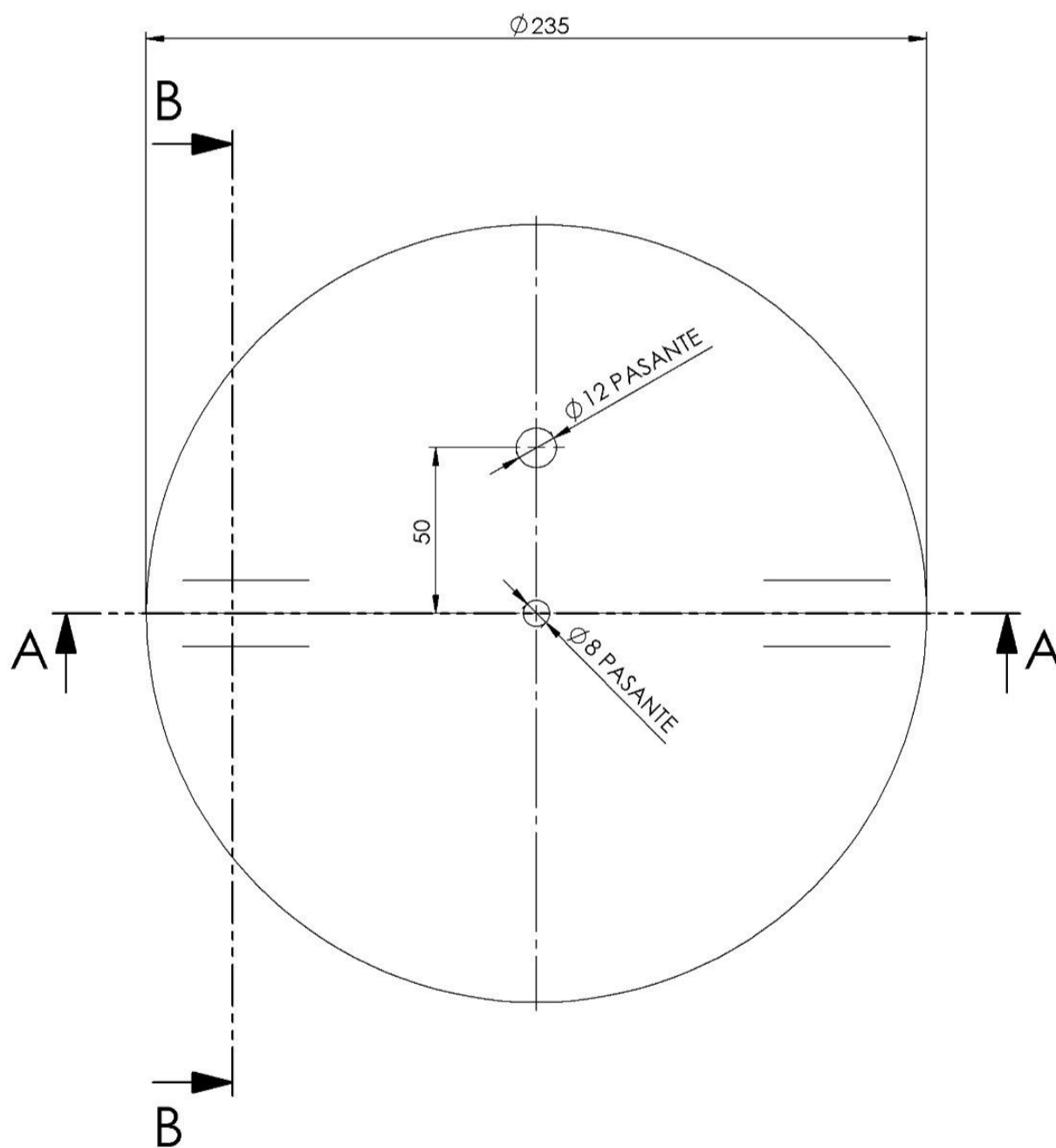
SECCIÓN A-A



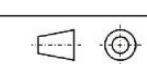

Observaciones		Título: EPS plato		Plano nº: 13
				Hoja nº: 179
Escala 1:2	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Ion Solonari	Fecha: 09-17
			Comprobado por: Julio Serrano Mira	Fecha: 09-17



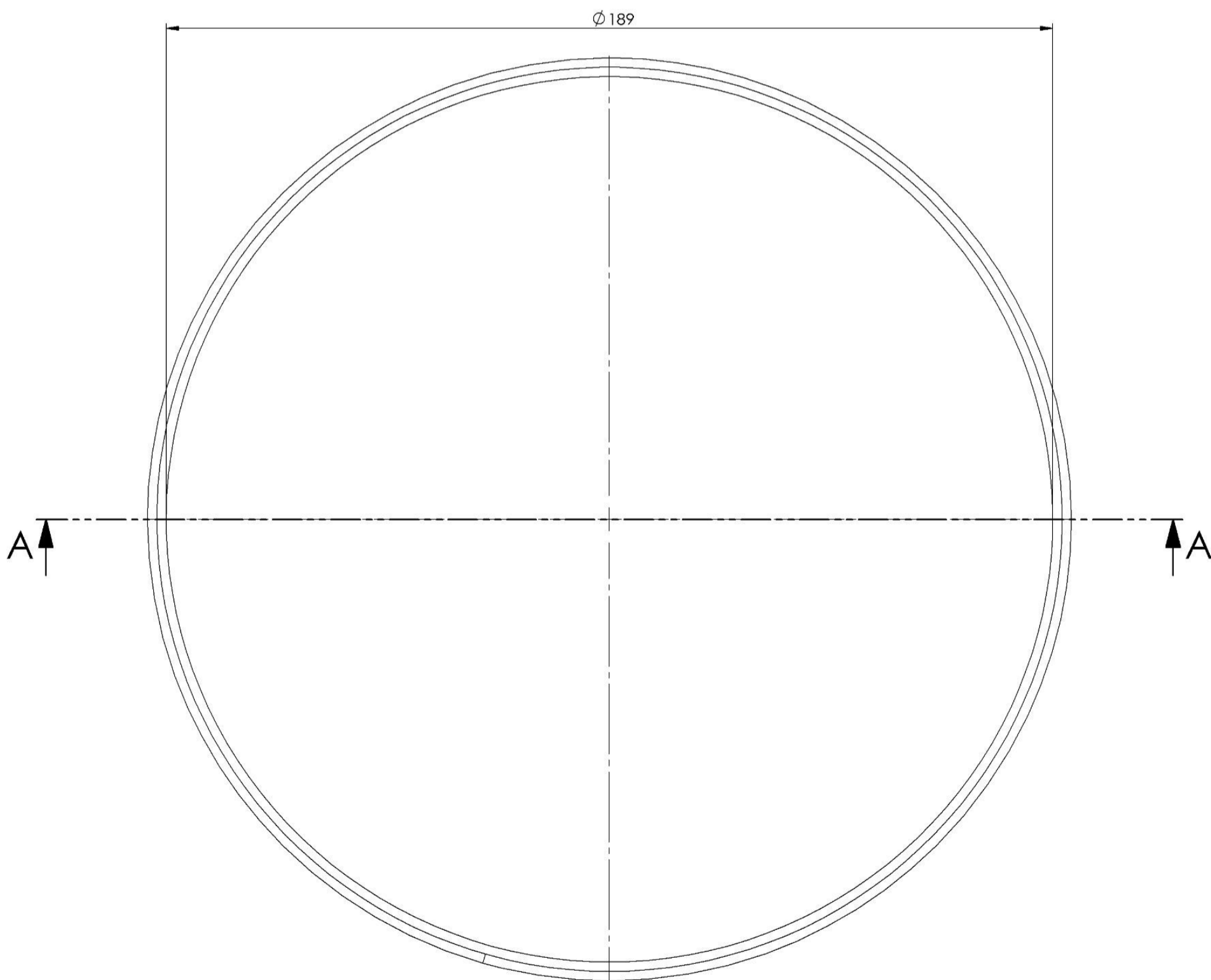
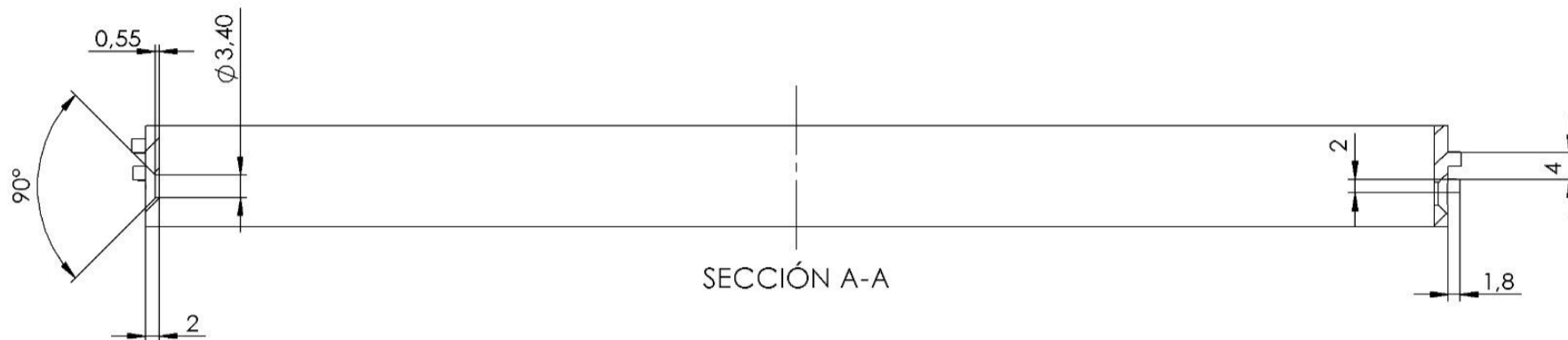
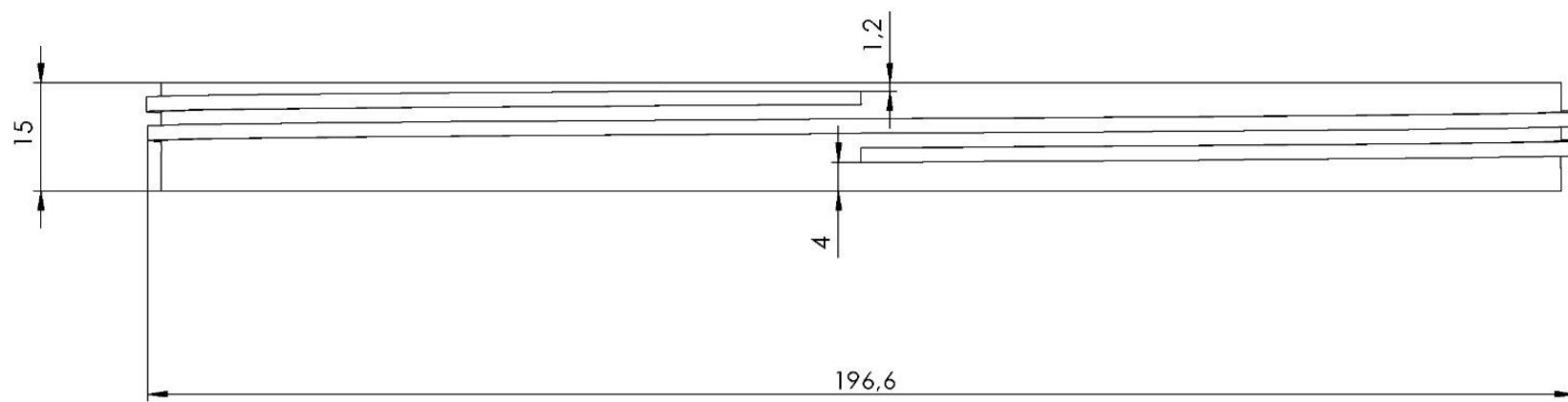
DETALLE C





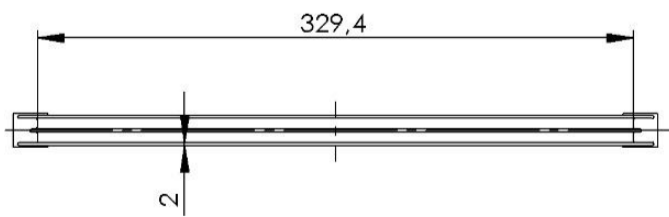
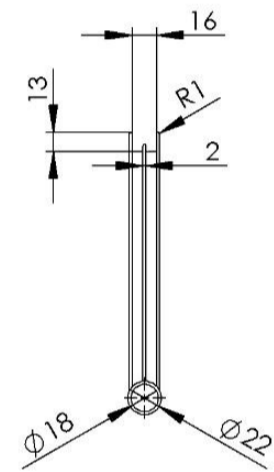
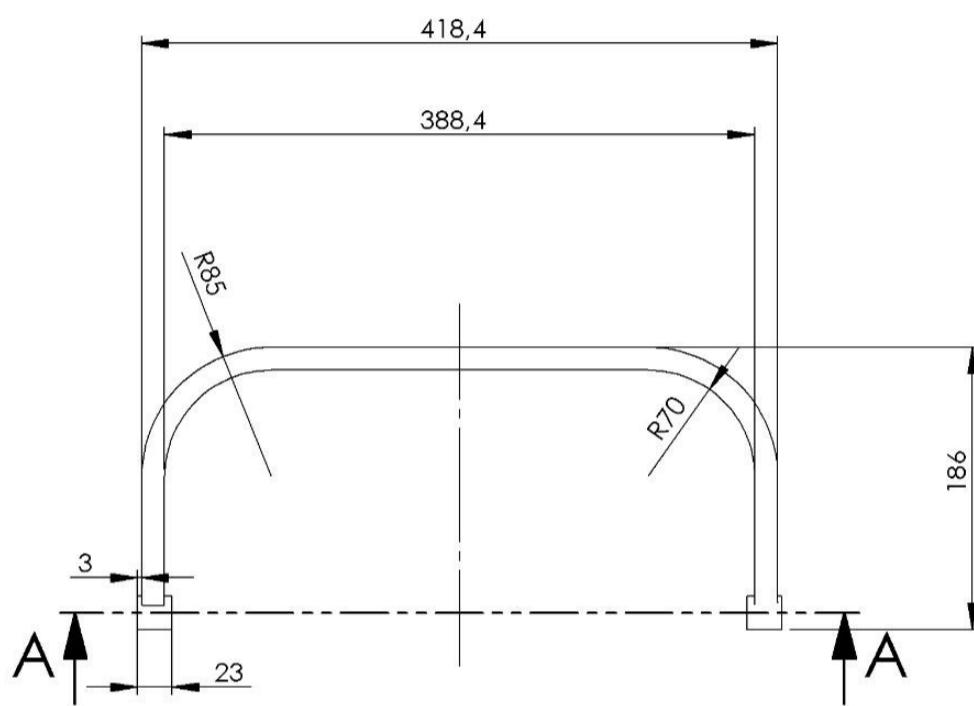
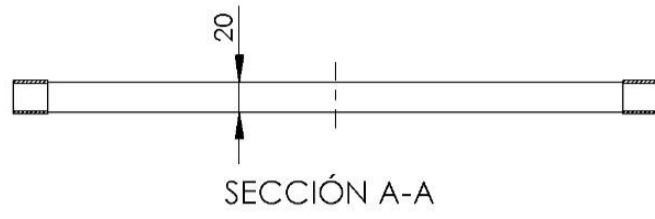
SECCIÓN B-B


Observaciones: Todos los redondeos son de radio 5 mm.		Título: Plato superior		Plano nº: 14
Escala 1:2		Un. dim. mm		Hoja nº: 180
				Dirigido por: Ion Solonari
		Comprobado por: Julio Serrano Mira		Fecha: 09-17

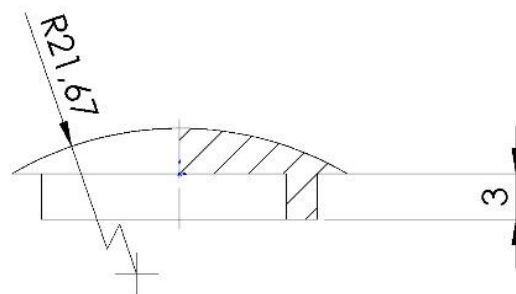
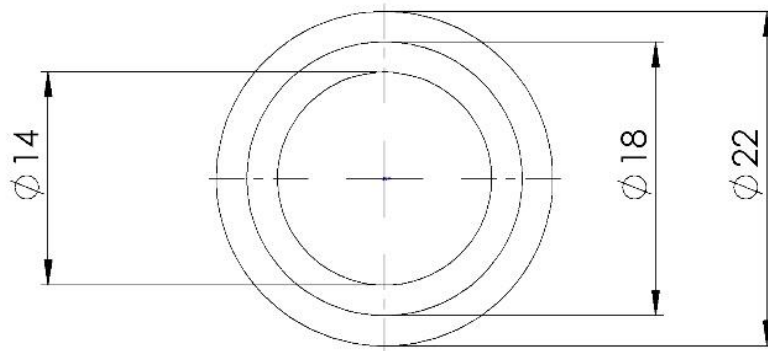






Observaciones		Título: Rosca PTFE		Plano nº: 15
				Hoja nº: 181
Escala 1:1	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Ion Solonari	Fecha: 09-17
			Comprobado por: Julio Serrano Mira	Fecha: 09-17



Observaciones: Todos los radios no especificados son de 0,2 mm.		Título: Asa		Plano nº: 16
				Hoja nº: 182
Escala 1:5	Un. dim. mm 	 Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Ion Solonari	Fecha: 09-17
			Comprobado por: Julio Serrano Mira	Fecha: 09-17



Observaciones		Título: Tapón		Plano nº: 17
				Hoja nº: 183
Escala 1:1	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por:	Fecha: 09-17
			Comprobado por:	Fecha: 09-17

# Sistema portátil para la conservación de productos perecederos mediante vacío.

Trabajo de final de grado.

Septiembre 2017

## Pliego de condiciones.

Autor: Ion Solonari

Tutor : Julio Serrano Mira

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos



## Índice Pliego de Condiciones.

4.Pliego de Condiciones. ....	186
4.1 Alcance del pliego de condiciones. ....	186
4.2 Componentes. ....	186
4.2.1. Componentes comerciales. ....	186
4.2.2 Componentes fabricados. ....	187
4.2.3 Componentes adicionales. ....	189
4.3 Especificaciones y calidades de los materiales. ....	190
4.3.1 Características de los materiales empleados. ....	191
4.3.2 Proveedores. ....	192
4.4 Proceso de fabricación. ....	193
4.5 Determinación de la máquina inyectora. ....	194
4.5.1 Pieza: marca 1. ....	195
4.5.2 Pieza: marca 3. ....	196
4.5.3 Pieza: marca 5. ....	198
4.5.4 Pieza: marca 7. ....	199
4.5.5 Pieza: marca 9. ....	200
4.5.6 Pieza: marca 12. ....	201
4.5.7 Pieza: marca 14. ....	203
4.5.8 Pieza: marca 15. ....	204
4.6 Determinación del método de fabricación de las piezas de EPS. ....	205
4.7 Determinación del método de fabricación de la pieza de PTFE. ....	206
4.8 Proceso de Ensamblaje. ....	206
4.9 Consideraciones de diseño aplicables. ....	208
4.10 Normativa consultada. ....	209

## 4. Pliego de Condiciones.

### 4.1 Alcance del pliego de condiciones.

El objetivo de este pliego de condiciones es definir completamente los materiales utilizados en la construcción de este producto, el proceso de fabricación, el del ensamblaje y mantenimiento, así como la normativa y reglamentación aplicable.

### 4.2 Componentes.

En el siguiente apartado se exponen los elementos que componen el producto. Se muestran en primer lugar aquellos componentes comerciales y que por tanto habrá que adquirir.

#### 4.2.1. Componentes comerciales.

Los elementos que no se fabrican y por eso tendrán que ser adquiridos son:

Componente	Referencia	Cantidad	Imagen	Vendedor
Válvula antirretorno	4712304649330	1		eBay
Bomba de vacío manual.	CV1538	1		DHgate.com
Junta (20x5)	205	1		Hidraflex
Junta (105x5)	1055	1		Hidraflex
Tornillos M3x0,5x10	198-289	1x1000 Uds.		RS
Tuerca hexagonal M3	198-318	1x2000 Uds.		RS

Tornillo avellanado M3x0,5x10	914-1945	1x100 Uds.		RS
Válvula de Schrader		1		Alibaba.com

Tabla 34. Componentes comerciales

### 4.2.2 Componentes fabricados.

Los componentes que se van a fabricar se separan en este caso por subensamblajes. Para cada subensamblaje se describen las piezas que lo componen en la tabla adjuntada.

- Subensamblaje cámara:

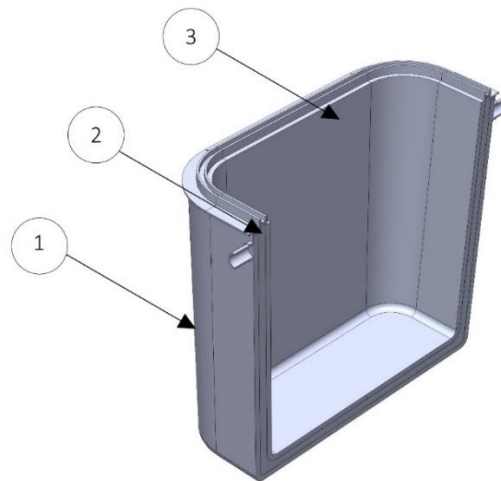


Ilustración 95. subensamblaje cámara

Subconjunto	Marca	Material	Cantidad	Nombre
Subensamblaje Cámara.	1	ABS	1	Carcasa
	2	EPS	1	EPS Cámara
	3	ABS	1	Cámara

Tabla 35. Componentes subensamblaje cámara.

- Subensamblaje Tapa:

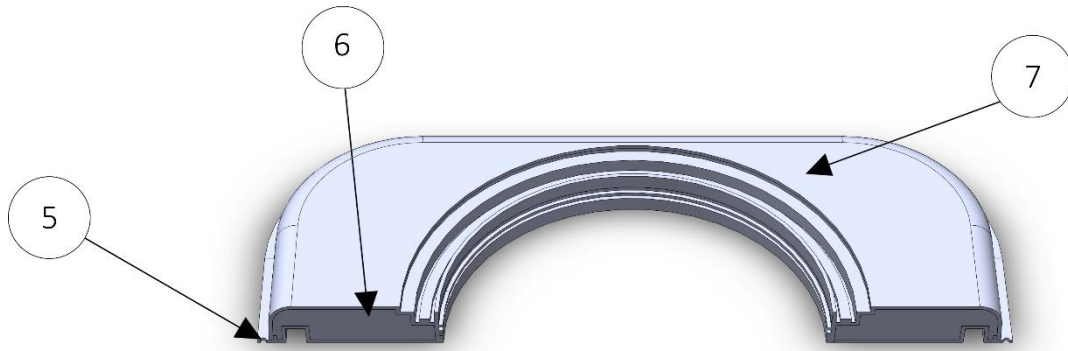


Ilustración 96. Subensamblaje tapa.

Subconjunto	Marca	Material	Cantidad	Nombre
Subensamblaje Tapa.	5	ABS	1	Tapa
	7	ABS	1	Carcasa Tapa
	6	EPS	1	EPS Tapa

Tabla 36. Componentes subensamblaje tapa.

- Subensamblaje Plato:

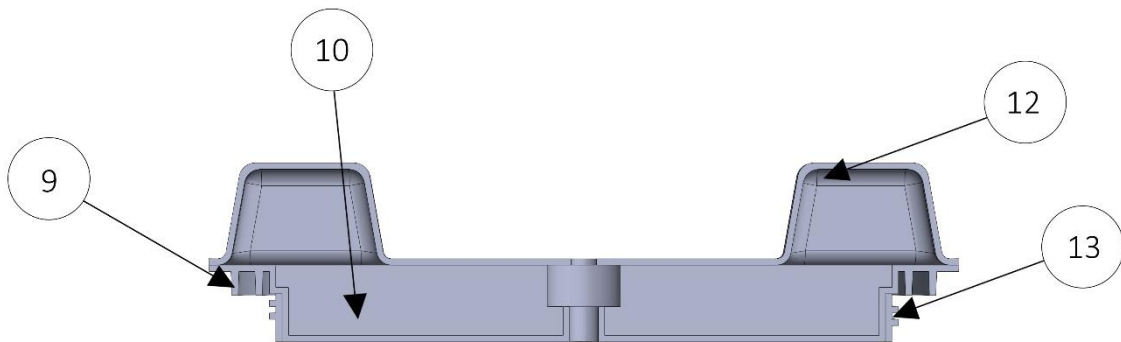


Ilustración 97. Subensamblaje plato.

Subconjunto	Marca	Material	Cantidad	Nombre
Subensamblaje Plato	9	ABS	1	Plato
	10	EPS	1	EPS Plato
	12	ABS	1	Plato Superior
	13	PTFE	1	Rosca PTFE

Tabla 37. Componentes subensamblaje plato.

- Ensamblaje:



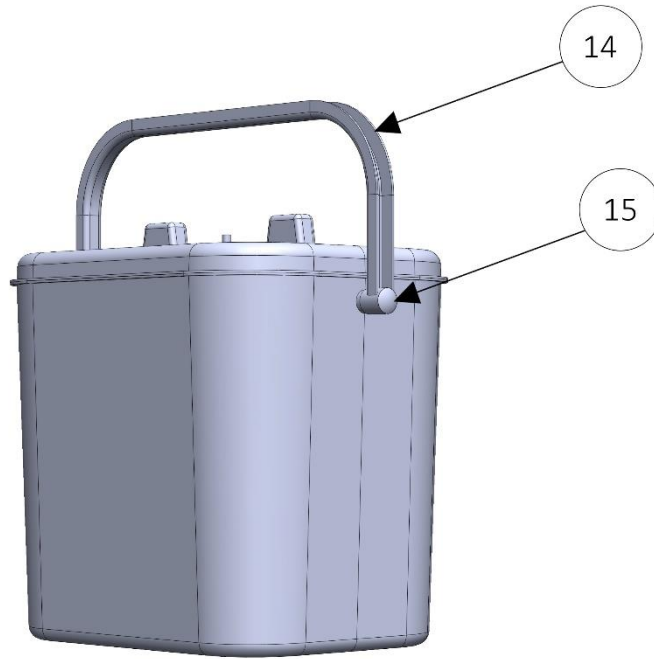


Ilustración 98. Componentes ensamblaje.

Subconjunto	Marca	Material	Cantidad	Nombre
Ensamblaje	14	ABS	1	Asa
	15	ABS	1	Tapón

Tabla 38. Componentes ensamblaje.

### 4.2.3 Componentes adicionales.

Entre las piezas de EPS y las de ABS, hay que garantizar una unión rígida mediante un adhesivo dispersado a lo largo de toda la interfase.

Para la unión entre dos piezas de un material como el ABS, se opta por un adhesivo termofusible o un adhesivo reactivo como el que se especifica a continuación:

	<p>Nombre: Nural 92                      Fabricante: Patex                      Vendedor: Bricor                      Referencia: 001110000351</p>
	<p>Nombre: termofusible Salki                      Fbricante: Salki                      Vendedor: Leroy Merlin                      Referencia: 751415</p>

Tabla 39. Adhesión para ABS.

En cuanto al EPS, se tiene que utilizar un adhesivo especial no reactivo y preferiblemente en bote para poder ser utilizado en grandes cantidades a la hora de unir las piezas que tienen una superficie de unión grande. También se puede contar con la ayuda de una silicona neutra o base acética.



	<p>Nombre: Cola de poliestireno Decofit                  Fabricante: Decofit                  Vendedor: Leroy Merlin                  Referencia:15706726</p>
	<p>Nombre: Bostik Contact 1415                  Fabricante: Bostik                  Vendedor: Comprar Pegamento                  Referencia:                  -</p>

Tabla 40. Adhesión para EPS.

La unión entre el subensamblaje cámara y tapa será atornillada. Después de los cálculos realizados se determina que la métrica adecuada es 3. Esta unión requerirá de unas tuercas para los extremos de los tornillos ya que estos sobresalen. Para evitar una corrosión de tipo galvánico a largo plazo se utilizarán unas tuercas del mismo material que los tornillos, acero galvanizado.

Finalmente, hay que unir la rosca de PTFE y la base de ABS. Generalmente, el PTFE es un material que ha sido desarrollado para aplicaciones deslizantes, tiene una energía superficial muy reducida y por esto se resiste a ser pegado con facilidad.

Para garantizar una unión fuerte entre las dos piezas se utilizará una unión atornillada también. Después de los cálculos realizados, se determina que los tornillos a utilizar son métrica 3 pero en este caso avellanados. No se pueden utilizar tornillos con cabeza debido a razones de ensamblaje. En este caso no se necesitan tuercas ya que los orificios de los tornillos son ciegos.

Alternativamente, se pueden utilizar productos químicos como una imprimación inicial de Loctite 770 seguido de un adhesivo de cianocrilato. Pero, resulta ser un método más costoso, así como una unión indismontable de dos materiales distintos, cosa que se evita en la medida de lo posible.

### 4.3 Especificaciones y calidades de los materiales.

Como ya hemos visto en el apartado anterior, los 3 materiales principales a utilizar son el Acronitrilo Butadieno Estireno (ABS), Poliéstireno Expandido (EPS) y Politetrafluoroetileno (PTFE):

Nombre Pieza	Material.
Carcasa	ABS

EPS Cámara	EPS
Cámara	ABS
Tapa	ABS
Carcasa Tapa	ABS
EPS Tapa	EPS
Plato	ABS
EPS Plato	EPS
Plato Superior	ABS
Rosca PTFE	PTFE
Asa	ABS
Tapón	ABS

Tabla 41. Materiales de cada pieza.

### 4.3.1 Características de los materiales empleados.

Se muestran las características más relevantes para este proyecto de cada uno de los materiales utilizados.

- ABS

Propiedades físicas.	
Densidad	1,07 g/cm <sup>3</sup>
Propiedades mecánicas	
Límite elástico	42,61 MPa
Resistencia a tracción	41 – 45 MPa
Alargamiento en rotura	15-20%
Coefficiente de fricción.	0,48
Propiedades térmicas	
Temperatura de transición vítrea.	-
Temperatura de fusión.	140-180 °C
Temperatura de deformación bajo carga.	102-108 °C
Dureza	
Dureza Rockwell	97 - 115

Tabla 42. Características ABS.

- PTFE

Propiedades físicas.	
Densidad	2,2 g/cm <sup>3</sup>
Propiedades mecánicas	
Límite elástico	-
Resistencia a tracción	25 MPa
Alargamiento en rotura	+200%
Coefficiente de fricción.	0,08
Propiedades térmicas	
Temperatura de transición vítrea.	-
Temperatura de fusión.	320 °C

Temperatura de deformación bajo carga.	-
Dureza	
Dureza Shore	50 - 60

Tabla 43. Características PTFE.

- EPS

Propiedades físicas.	
Densidad	0,01-0,035 g/cm <sup>3</sup>
Propiedades mecánicas	
Límite elástico	1.5 MPa
Resistencia a tracción	0,340 MPa
Alargamiento en rotura	-
Coefficiente de fricción.	-
Propiedades térmicas	
Temperatura de transición vítrea.	-
Temperatura de fusión.	-
Coefficiente de dilatación térmica lineal.	5-7 1/K (e-5)

Tabla 44. Características EPS.

Aparte de los materiales utilizados en la elaboración de las piezas, se muestra también las características del NBR Shore 70, el material empleado en las juntas de cierre.

Propiedades.	
Densidad	1.3 g/cm <sup>3</sup>
Carga a rotura	120 Kg/cm <sup>2</sup>
Compresión	15%
Alargamiento	250%
Shore	70

Tabla 45. Características NBR.

#### 4.3.2 Proveedores.



Ilustración 99. Grupo Repol.

##### Dirección:

Polígono Industrial Mijares - Calle Industria, 15

12550 Almazora Castellón – ESPAÑA

Teléfono de contacto: 964560283

Fax: 964560283



Ilustración 100. Tovsi suministros industriales.

**Dirección:**

Avenida Peris y Valero, 173, bajo  
46005 valencia

**Teléfono de contacto:** 96 333 93 05

**Fax:** 96 333 07 20



*Ilustración 101. Sipem.*

**Dirección:**

Polígono Industrial EL PLA, Parcela 14C - Apdo. 55.  
46290 Alcacer, Valencia.

**Teléfono de contacto:** 961 85 56 38

**Fax:** 961 857 121

## 4.4 Proceso de fabricación.

Todas las piezas no comerciales presentes en el producto se fabrican mediante un proceso de inyección de plásticos.

La única pieza no inyectable que tendrá que ser mecanizada es la de TPFE, esta será mecanizada a partir de un bruto de partida.

En cuanto a las piezas de EPS, estas se fabricarán por espumación.

Para cada una de las piezas se determinará las características del molde, así como su coste y las características de la máquina inyectora en el caso de las inyectables.

La fabricación de piezas de plástico por moldeo por inyección ofrece ventajas como:

- Obtención de la pieza acabada en un solo paso.
- No son necesarios procesos de acabado sobre la pieza.
- Proceso totalmente automatizable.
- Obtención de piezas complicadas.
- Gran calidad en la pieza.
- Condiciones de fabricación fácilmente reproducibles.

El proceso de inyección se compone de tres fases:

- Inyección: el polímero en estado líquido llena las cavidades del molde.
- Enfriamiento: el polímero solidifica dentro de la cavidad del molde.
- Expulsión: Apertura del molde y expulsión de la pieza.

Estas fases se pueden descomponer en un ciclo de ocho etapas:

1. Cierre del molde.

2. Avance de la unidad de inyección.
3. Inyección.
4. Compactación
5. Retroceso de la unidad de inyección.
6. Dosificación.
7. Finalización del proceso de enfriamiento.
8. Apertura del molde y extracción de la pieza.

La etapa de inyección consiste en hacer fluir el material desde el cilindro calentador al interior del molde. Teniendo en cuenta los canales de alimentación, la cantidad de material bruto a inyectar siempre será mayor al volumen neto correspondiente a la pieza, dicha cantidad de material bruto se especificará para cada pieza en los próximos apartados.

Con el inicio de la inyección, desde el mismo instante empieza también el proceso de enfriamiento de la pieza que una vez finalizado, se procede a la apertura del molde y expulsión de esta. El tiempo de enfriamiento para cada pieza quedará determinado en los próximos apartados de cálculo.

La fase de inyección se acompaña de un incremento de presión que se ejerce una vez llenada la cavidad del molde para conseguir una compactación de la pieza. Esta sobrepresión se ejerce con la máquina inyectora. Las características de la máquina inyectora para cada una de las piezas quedará determinada en los próximos apartados de cálculo dedicados específicamente a ello. Finalizada la compactación se debe empezar a alimentar el cilindro calentador con el material a utilizar en la siguiente sesión de inyección.

Una vez terminada la carga y el enfriamiento se procede a la expulsión de la pieza conformada y repetición del ciclo para obtener una pieza nueva.

## 4.5 Determinación de la máquina inyectora.

Para cada una de las piezas hay que determinar la máquina inyectora a utilizar según la fuerza de cierre necesaria y otras características calculables en este apartado.

Todos los datos utilizados a lo largo de los cálculos se extraen de las tablas que se pueden ver a continuación.

- Incremento del volumen de inyección por conductos de alimentación.

Volumen pieza (cm <sup>3</sup> )	%Conductos de alimentación	Volumen necesario (cm <sup>3</sup> )
16	37	22
32	27	41
64	19	76
128	14	146
256	10	282
512	7	548
1024	5	1075

Tabla 46. Incremento del volumen de inyección.

- Características de algunas máquinas inyectoras.

Fuerza de cierre $F_c$	Volumen bruto ( $\text{cm}^3$ ) $V_i$	Ciclo seco (seg) $t_s$	Recorrido máximo (cm) $L$	Potencia (kW) $P_w$	Coste horario ( $\text{€}/\text{h}$ ) $P_m$
300	35	1,7	20	5,5	22,25
500	85	1,9	23	7,5	27,05
800	200	3,3	32	18,5	29,75
1100	285	3,9	37	22	32,50
1600	285	3,6	42	22	37
5000	2300	6,1	70	63	66,75
8500	3650	8,6	85	90	97,25

Tabla 47. Características máquinas inyectoras.

- Características para inyección de ciertos termoplásticos. En este caso se muestran tan solo las características del ABS, PS y PE respectivamente.

Peso específico ( $\text{gm}/\text{cm}^3$ )	Conductividad térmica ( $\text{mm}^2/\text{s}$ )	Temp. De inyección ( $^{\circ}\text{C}$ )	Temp. del molde ( $^{\circ}\text{C}$ )	Temp. de expulsión. ( $^{\circ}\text{C}$ )	Presión inyección. (bar)	Coste ( $\text{€}/\text{kg}$ )
1,05	0,13	260	54	82	1000	1,95
1,04	0,09	218	30	77	965	1,25
0,95	0,11	232	27	52	965	0,9

Tabla 48. Características de termoplásticos.

Todas las abreviaciones utilizadas en los siguientes cálculos se pueden consultar en el apartado: **Conceptos y Abreviaturas** del documento: **Anexos**.

#### 4.5.1 Pieza: marca 1.

El área proyectada y volumen de la pieza son:

$$A_p = 929 \text{ cm}^2$$

$$V_{\text{aprox}} = 969 \text{ cm}^3$$

Interpolando, se obtiene que es necesario una cantidad de material bruto a inyectar de:

$$V = 1019,04 \text{ cm}^3$$

La presión de inyección recomendada para el termoplástico ABS es de 1000 bares, por lo tanto, la presión de cierre de la máquina debe ser como mínimo la mitad, es decir, 500 bares.

A partir del área proyectada y la presión de cierre, se calcula la fuerza de cierre de la máquina:

$$F_c = A_p \cdot P_c$$

$$F_c = 0,0929 \text{ (m}^2) \cdot 500e^5 \left( \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right) = 4645 \text{ kN.}$$

Recorrido:

El recorrido de las cavidades del molde en este caso se produce en dirección perpendicular al área proyectada, por eso la profundidad a considerar es: 30,8 cm.

$$D = 30,8 \text{ cm}$$

El recorrido mínimo deberá ser de:

$$2D + 5$$

$$30,8 \cdot 2 \text{ (cm)} + 5 \text{ (cm)} = 66,6 \text{ cm.}$$

Con los datos calculados hasta el momento se puede determinar las características de la máquina inyectora. Hay que tener en cuenta que siempre se optará por la solución más económica que cumpla con los requisitos de fuerza, recorrido y volumen de inyección.

Características	Valor
Fuerza de cierre	5000 (kN)
Volumen bruto	2300(cm <sup>3</sup> )
Ciclo seco	6,1 s
Recorrido máximo	70 cm
Potencia	63,0(kW)
Coste horario	66,75 (€/hora)

Tabla 49. Características máquina inyectora pieza marca 1.

Las características del molde:

Este molde estará compuesto por un plato fijo y un plato móvil. En el plato móvil se insertarán dos extractores laterales, uno en cada extremo de la pieza, para definir los machos salientes de la pieza.

El número de expulsores necesarios para esta pieza en base a su Área proyectada es de:

$$N_e = A_p^{0,5}$$

$$N_e = 30,47 = 31$$

### 4.5.2 Pieza: marca 3.

Las características del área proyectada y volumen de la pieza son:

$$A_p = 997,6 \text{ cm}^2$$

$$V_{aprox} = 905,8 \text{ cm}^3$$

Interpolando, se obtiene que es necesario una cantidad de material bruto a inyectar de:



$$V = 953,33 \text{ cm}^3$$

La presión de inyección recomendada para el termoplástico ABS es de 1000 bares, por lo tanto, la presión de cierre de la máquina debe ser como mínimo la mitad, es decir, 500 bares.

A partir del área proyectada y la presión de cierre, se calcula la fuerza de cierre de la máquina:

$$F_c = A_p \cdot P_c$$

$$F_c = 0,09976 \text{ (m}^2\text{)} \cdot 500 \text{e}^5 \left( \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right) = 4988 \text{ kN.}$$

Recorrido:

El recorrido de las cavidades del molde en este caso se produce en dirección perpendicular al área proyectada, por eso la profundidad a considerar es: 30,8 cm.

$$D = 31 \text{ cm}$$

El recorrido mínimo deberá ser de:

$$2D + 5$$

$$31 \cdot 2 \text{ (cm)} + 5 \text{ (cm)} = 67 \text{ cm.}$$

Con los datos calculados hasta el momento se puede determinar las características de la máquina inyectora.

Características	Valor
Fuerza de cierre	5000 (kN)
Volumen bruto	2300(cm <sup>3</sup> )
Ciclo seco	6,1 s
Recorrido máximo	70 cm
Potencia	63,0(kW)
Coste horario	66,75 (€/hora)

Tabla 50. Características máquina inyectora pieza marca 3.

Las características del molde:

Este molde tiene una estructura muy sencilla, pues consiste de un plato fijo y un único plato móvil que se mueve en dirección perpendicular al área proyectada. Hay que tener en cuenta que para el conformado de esta pieza se requiere de un conjunto de 6 unidades de extractores de roscas, esto encarece de forma muy considerable el precio final del molde.

El número de expulsores necesarios para esta pieza en base a su Área proyectada es de:

$$N_e = A_p^{0,5}$$

$$N_e = 31,58 = 32$$

### 4.5.3 Pieza: marca 5.

Las características del área proyectada y volumen de la pieza son:

$$A_p = 997,6 \text{ cm}^2$$

$$V_{\text{aprox}} = 183,12 \text{ cm}^3$$

Interpolando, se obtiene que es necesario una cantidad de material bruto a inyectar de:

$$V = 204,56 \text{ cm}^3$$

La presión de inyección recomendada para el termoplástico ABS es de 1000 bares, por lo tanto, la presión de cierre de la máquina debe ser como mínimo la mitad, es decir, 500 bares.

A partir del área proyectada y la presión de cierre, se calcula la fuerza de cierre de la máquina:

$$F_c = A_p \cdot P_c$$

$$F_c = 0,09976 \text{ (m}^2\text{)} \cdot 500e^5 \left( \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right) = 4988 \text{ kN.}$$

Recorrido:

El recorrido de las cavidades del molde en este caso se produce en dirección perpendicular al área proyectada, por eso la profundidad a considerar es:

$$D = 1,2 \text{ cm}$$

El recorrido mínimo deberá ser de:

$$2D + 5$$

$$1,2 \cdot 2 \text{ (cm)} + 5 \text{ (cm)} = 7,4 \text{ cm.}$$

Con los datos calculados hasta el momento se puede determinar las características de la máquina inyectora.

Características	Valor
Fuerza de cierre	5000 (kN)
Volumen bruto	2300(cm3)
Ciclo seco	6,1 s
Recorrido máximo	70 cm

Potencia	63,0(kW)
Coste horario	66,75 (€/hora)

Tabla 51. Características máquina inyectora pieza marca 5.

Las características del molde:

Este molde tiene una estructura muy sencilla, pues consiste de un plato fijo y un único plato móvil que se mueve en dirección perpendicular al área proyectada. Además de esto, al igual que en el caso anterior, incluye seis mecanismos automáticos de extracción de roscas.

El número de expulsores necesarios para esta pieza en base a su Área proyectada es de:

$$N_e = A_p^{0,5}$$

$$N_e = 31,58 = 32$$

#### 4.5.4 Pieza: marca 7.

Las características del área proyectada y volumen de la pieza son:

$$A_p = 927,33 \text{ cm}^2$$

$$V_{aprox} = 225,18 \text{ cm}^3$$

Interpolando, se obtiene que es necesario una cantidad de material bruto a inyectar de:

$$V = 249,25 \text{ cm}^3$$

La presión de inyección recomendada para el termoplástico ABS es de 1000 bares, por lo tanto, la presión de cierre de la máquina debe ser como mínimo la mitad, es decir, 500 bares.

A partir del área proyectada y la presión de cierre, se calcula la fuerza de cierre de la máquina:

$$F_c = A_p \cdot P_c$$

$$F_c = 0,092733 \text{ (m}^2\text{)} \cdot 500e^5 \left(\frac{N}{m^2}\right) = 4636,65 \text{ kN.}$$

Recorrido:

El recorrido de las cavidades del molde en este caso se produce en dirección perpendicular al área proyectada, por eso la profundidad a considerar es:

$$D = 2,4 \text{ cm}$$

El recorrido mínimo deberá ser de:

$$2D + 5$$

$$2,4 \cdot 2 \text{ (cm)} + 5 \text{ (cm)} = 9,8 \text{ cm.}$$

Con los datos calculados hasta el momento se puede determinar las características de la máquina inyectora.

Características	Valor
Fuerza de cierre	5000 (kN)
Volumen bruto	2300(cm <sup>3</sup> )
Ciclo seco	6,1 s
Recorrido máximo	70 cm
Potencia	63,0(kW)
Coste horario	66,75 (€/hora)

Tabla 52. Características máquina inyectora pieza marca 7.

Las características del molde:

Al igual que en el caso anterior, el molde tiene una estructura muy sencilla, pues consiste de un plato fijo y un único plato móvil que se mueve en dirección perpendicular al área proyectada.

El número de expulsores necesarios para esta pieza en base a su Área proyectada es de:

$$N_e = A_p^{0,5}$$

$$N_e = 30,45 = 31$$

Otras características con relación.

#### 4.5.5 Pieza: marca 9.

Las características del área proyectada y volumen de la pieza son:

$$A_p = 433,74 \text{ cm}^2$$

$$V_{aprox} = 135,89 \text{ cm}^3$$

Interpolando, se obtiene que es necesario una cantidad de material bruto a inyectar de:

$$V = 154,4 \text{ cm}^3$$

La presión de inyección recomendada para el termoplástico ABS es de 1000 bares, por lo tanto, la presión de cierre de la máquina debe ser como mínimo la mitad, es decir, 500 bares.

A partir del área proyectada y la presión de cierre, se calcula la fuerza de cierre de la máquina:

$$F_c = A_p \cdot P_c$$

$$F_c = 0,0433 (m^2) \cdot 500e^5 \left( \frac{N}{m^2} \right) = 2165 kN.$$

Recorrido:

El recorrido de las cavidades del molde se produce en dirección perpendicular al área proyectada, por eso la profundidad a considerar es:

$$D = 2,4 \text{ cm}$$

El recorrido mínimo deberá ser de:

$$2D + 5$$

$$2,4 \cdot 2 (cm) + 5(cm) = 9,8 \text{ cm}.$$

Con los datos calculados hasta el momento se puede determinar las características de la máquina inyectora.

Características	Valor
Fuerza de cierre	5000 (kN)
Volumen bruto	2300(cm <sup>3</sup> )
Ciclo seco	6,1 s
Recorrido máximo	70 cm
Potencia	63,0(kW)
Coste horario	66,75 (€/hora)

Tabla 53. Características máquina inyectora pieza marca 9.

Las características del molde:

El molde consiste de un plato fijo y un único plato móvil que se mueve en dirección perpendicular al área proyectada. El plato fijo incorpora tres machos que definen los orificios pasantes. Además, es necesario introducir un mecanismo automático de extracción de roscas para definir el orificio roscado en el cual se introduce la válvula antirretorno tipo Schrader, así como, otros dos que definan los orificios pasantes roscados en los cuales se introducen los tornillos M3.

El número de expulsores necesarios para esta pieza en base a su Área proyectada es de:

$$N_e = A_p^{0,5}$$

$$N_e = 20,82 = 21$$

#### 4.5.6 Pieza: marca 12.

Las características del área proyectada y volumen de la pieza son:

$$A_p = 433,74 \text{ cm}^2$$

$$V_{aprox} = 99,85 \text{ cm}^3$$

Interpolando, se obtiene que es necesario una cantidad de material bruto a inyectar de:

$$V = 115,2 \text{ cm}^3$$

La presión de inyección recomendada para el termoplástico ABS es de 1000 bares, por lo tanto, la presión de cierre de la máquina debe ser como mínimo la mitad, es decir, 500 bares.

A partir del área proyectada y la presión de cierre, se calcula la fuerza de cierre de la máquina:

$$F_c = A_p \cdot P_c$$

$$F_c = 0,0433 \text{ (m}^2\text{)} \cdot 500e^5 \left(\frac{N}{m^2}\right) = 2165 \text{ kN.}$$

Recorrido:

El recorrido de las cavidades del molde se produce en dirección perpendicular al área proyectada, la profundidad a considerar es:

$$D = 3,2 \text{ cm}$$

El recorrido mínimo deberá ser de:

$$2D + 5$$

$$2,4 \cdot 2 \text{ (cm)} + 5 \text{ (cm)} = 11,4 \text{ cm.}$$

Con los datos calculados hasta el momento se puede determinar las características de la máquina inyectora.

Características	Valor
Fuerza de cierre	5000 (kN)
Volumen bruto	2300(cm <sup>3</sup> )
Ciclo seco	6,1 s
Recorrido máximo	70 cm
Potencia	63,0(kW)
Coste horario	66,75 (€/hora)

Tabla 54. Características máquina inyectora pieza marca 12.

Las características del molde:

El molde consiste de un plato fijo y un único plato móvil que se mueve en dirección perpendicular al área proyectada. El plato fijo incorpora dos machos que definen los orificios pasantes de la pieza.

El número de expulsores necesarios para esta pieza en base a su Área proyectada es de:

$$N_e = A_p^{0,5}$$

$$N_e = 20,82 = 21$$

Otras características con relación.

#### 4.5.7 Pieza: marca 14.

Las características del área proyectada y volumen de la pieza son:

$$A_p = 107 \text{ cm}^2$$

$$V_{aprox} = 65 \text{ cm}^3$$

El aumento correspondiente a los canales de inyección es del 19% por esto, la cantidad de material bruto a inyectar es de:  $76 \text{ cm}^3$

La presión de inyección recomendada para el termoplástico ABS es de 1000 bares, por lo tanto, la presión de cierre de la máquina debe ser como mínimo la mitad, es decir, 500 bares.

A partir del área proyectada y la presión de cierre, se calcula la fuerza de cierre de la máquina:

$$F_c = A_p \cdot P_c$$

$$F_c = 0,0107 \text{ (m}^2\text{)} \cdot 500e^5 \left( \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right) = 535 \text{ kN.}$$

Recorrido:

El recorrido de las cavidades del molde se produce en dirección perpendicular al área proyectada, por eso la profundidad a considerar es: 2 cm.

$$D = 2 \text{ cm}$$

El recorrido mínimo deberá ser de:

$$2D + 5$$

$$2 \cdot 2 \text{ (cm)} + 5 \text{ (cm)} = 9 \text{ cm.}$$

Con los datos calculados hasta el momento se puede determinar las características de la máquina inyectora. Hay que tener en cuenta que siempre se optará por la solución más económica que cumpla con los requisitos de fuerza, recorrido y volumen de inyección.

Características	Valor
Fuerza de cierre	800 (kn)
Volumen bruto	200(cm3)
Ciclo seco	3,3 s
Recorrido máximo	32 cm
Potencia	18,5(kW)
Coste horario	29,75 (€/hora)

Tabla 55. Características máquina inyectora pieza marca 14.

Las características del molde:

Este molde estará compuesto por un plato fijo, un plato móvil i dos extractores laterales, uno en cada extremo de la pieza, con un macho que define los orificios pasantes sobre cada uno de los extractores.

El número de expulsores necesarios para esta pieza en base a su Área proyectada es de:

$$N_e = A_p^{0,5}$$

$$N_e = 8,86 = 9$$

#### 4.5.8 Pieza: marca 15.

Las características del área proyectada y volumen de la pieza son:

$$A_p = 3,8 \text{ cm}^2$$

$$V_{aprox} = 0,89 \text{ cm}^3$$

Interpolando, se obtiene que es necesario una cantidad de material bruto a inyectar de:

$$V = 6,21 \text{ cm}^3$$

La presión de inyección recomendada para el termoplástico ABS es de 1000 bares, por lo tanto, la presión de cierre de la máquina debe ser como mínimo la mitad, es decir, 500 bares.

A partir del área proyectada y la presión de cierre, se calcula la fuerza de cierre de la máquina:

$$F_c = A_p \cdot P_c$$

$$F_c = 3,8e^{-4} (\text{m}^2) \cdot 500e^5 \left(\frac{\text{N}}{\text{m}^2}\right) = 19 \text{ kN}.$$

Recorrido:



El recorrido de las cavidades del molde se produce en dirección perpendicular al área proyectada, la profundidad a considerar es:

$$D = 0,6 \text{ cm}$$

El recorrido mínimo deberá ser de:

$$2D + 5$$

$$0,3 \cdot 2 \text{ (cm)} + 5 \text{ (cm)} = 6,2 \text{ cm.}$$

En este caso se selecciona la máquina más simple de todas ya que satisface con sobra todos los parámetros necesarios para la inyección de la pieza.

Características	Valor
Fuerza de cierre	300 (kN)
Volumen bruto	35(cm <sup>3</sup> )
Ciclo seco	1,7 s
Recorrido máximo	20 cm
Potencia	5,5(kW)
Coste horario	22,25 (€/hora)

Tabla 56. Características máquina inyectora pieza marca 15.

Las características del molde:

Se trata de un molde muy simple compuesto tan solo por el plato núcleo y el móvil.

El número de expulsos necesarios para esta pieza en base a su Área proyectada es de:

$$N_e = A_p^{0,5}$$

$$N_e = 1,94 = 2$$

## 4.6 Determinación del método de fabricación de las piezas de EPS.

A diferencia de las anteriores, las piezas de EPS se fabrican por espumación.

Para calcular el precio de estas piezas, se va a tener en cuenta el precio de la materia prima y el precio del molde. Sumando estos dos se va a obtener un valor cercano al real.

En cuanto al tiempo necesario para su fabricación se desconoce de algún método fiable que permita obtener un dato correcto. Para evitar tomar en consideración datos descabellados que alteren el correcto cálculo de las distintas características del producto, se prefiere no tener en cuenta estos tiempos, aunque se es consciente de que tienen una gran incidencia en el precio final unitario de cada pieza.

Se describe a continuación de forma resumida el proceso utilizado en el conformado de las piezas de EPS:

**Preexpansión:** La materia prima se calienta en unas máquinas especiales denominadas preexpansores, con vapor de agua a temperaturas situadas entre aprox. 80 y 110°C. En función de la temperatura y del tiempo de exposición, la densidad aparente del material disminuye de unos 630 kg/m<sup>3</sup> a densidades que oscilan entre los 10 - 30 kg/m<sup>3</sup>. En el proceso de preexpansión, las perlas compactas de la materia prima se convierten en perlas de plástico celular con pequeñas celdillas cerradas que contienen aire en su interior.

**Reposo intermedio y estabilización:** Al enfriarse las partículas recién expandidas, se crea un vacío interior que es preciso compensar con la penetración de aire por difusión. De este modo las perlas alcanzan una mayor estabilidad mecánica y mejoran su capacidad de expansión, lo que resulta ventajoso para la siguiente etapa de transformación. Este proceso se desarrolla durante el reposo intermedio del material preexpandido en silos ventilados. Al mismo tiempo se secan las perlas.

**Expansión y moldeo final:** En esta etapa las perlas preexpandidas y estabilizadas se transportan a unos moldes donde nuevamente se les comunica vapor de agua y las perlas se sueldan entre sí.

## 4.7 Determinación del método de fabricación de la pieza de PTFE.

La pieza marca:13 está conformada en PTFE y por tanto no se puede inyectar. El método de conformado utilizado para este tipo de materiales es el moldeo por compresión. Un proceso simple reservado en gran medida a los polímeros termoestables en el que el material a conformar es introducido en forma de gránulos, pastillas o incluso polvo en el interior del molde hembra para ser presionado posteriormente por el molde macho a unas presiones que varían de 100 a 600 ATM y a temperaturas relativamente elevadas para garantizar el curado final.

Para calcular el valor unitario de esta pieza se atenderá a tres variables: el precio del molde del bruto de partida, el precio del material utilizado en el bruto de partida y el precio del operario del proceso de ensamblaje.

El bruto de partida será suministrado por un fabricante exterior. El precio de este vendrá determinado por el volumen de la pieza y el precio de PTFE por unidad de KG.

## 4.8 Proceso de Ensamblaje.

Los pasos a seguir para conseguir ensamblar de forma correcta el producto son:

En primer lugar, se ensambla el subensamblaje: Cámara.

21. La **pieza: carcasa** nos sirve de base para el subensamblaje.
22. Dentro de la **pieza: carcasa**, se introduce la **pieza: EPS carcasa** siguiendo las ranuras destinadas a los nervios.
23. Dentro de la **pieza: EPS carcasa** se introduce la **pieza: cámara** siguiendo de la misma manera las ranuras destinadas a los nervios que se pueden ver sobre la pieza EPS Cámara.
24. En la **pieza: cámara**, se introduce la junta en la ranura destinada a ella.

La pestaña ubicada en la periferia de la **pieza: cámara** y que entra en contacto con la **pieza: carcasa**, tiene que ser untada a lo largo de su trayectoria con adhesivo termoplástico (termofusible) o el adhesivo adecuado mostrado en apartados anteriores, para que garantice la unión de las dos piezas a lo largo de la periferia descrita por dicho nervio.

La interfase **carcasa-EPS cámara** y **EPS cámara- cámara** se tiene que untar con una cantidad suficiente del adhesivo indicado para conseguir una unión fuerte entre los materiales.

En segundo lugar, se ensambla el **subensamblaje: Tapa**.

25. Se coge la **pieza: tapa**.

26. Sobre la **pieza: tapa** se introduce la **pieza: EPS tapa**.

27. Una vez depositada la **pieza: EPS tapa**, sobre esta, se coloca la **pieza: carcasa tapa**.

Como en el caso anterior, a la pestaña de la **pieza: tapa** que entra en unión con la **pieza: carcasa tapa**, se le tiene que aplicar adhesivo termoplástico para garantizar la unión entre estas dos piezas.

Las interfases **tapa-EPS tapa** y **EPS tapa – carcasa tapa**, tienen que incorporar una cantidad suficiente del adhesivo indicado para garantizar una unión rígida.

Para finalizar con los subensamblajes, se procede al último de ellos, el **subensamblaje: plato**.

28. La **pieza: plato** es la base de comienzo.

29. En la **pieza: plato** se introduce la **pieza: EPS plato**.

30. Una vez el EPS en su posición, se introduce en la ranura destinada a ello, la válvula antirretorno.

31. Después de introducir la válvula antirretorno, se coloca la **pieza: plato superior**, haciendo coincidir los machos salientes de la **pieza: plato superior**, en los orificios ciegos de la **pieza: plato**.

32. Se introduce la **pieza: rosca PTFE** a modo de anillo sobre la **pieza: plato**.

33. Se atornillan las tres piezas mediante los **tornillos avellanados M3x10** en los orificios destinados a ello.

34. Se atornilla la **válvula Schrader** en el orificio superior destinado a ello.

35. Para finalizar, se introduce la junta en la ranura destinada a ella.

La interfase entre la **pieza: plato** y **EPS plato**, así como entre la **pieza: EPS plato** y **plato superior** debe llevar una cantidad suficiente del adhesivo indicado para garantizar una unión rígida.

Las juntas deben llevar una cantidad reducida de adhesivo a lo largo de la superficie que se apoya sobre la base para garantizar su unión.

Finalmente, la unión entre la **pieza: plato** y la **pieza: plato superior**, se conseguirá con la aplicación de termofusible.

Por último, se procede al ensamblaje de todo el conjunto:

36. El **subensamblaje: cámara** servirá de base para empezar.

37. Al subensamblaje cámara se le añade el **subensamblaje: tapa** y se une al primer gracias a una unión roscada con 6 tornillos de métrica:3x0,5x10 distribuidos a lo largo de la periferia de la tapa de forma equidistante.
38. Al **subensamblaje: tapa** se le añade el **subensamblaje: plato** mediante la unión roscada entre los dos subensamblajes.
39. Al **subensamblaje: carcasa** se le introduce la **pieza: asa** en los machos laterales específicamente diseñados para ello.  
Para poder añadir la **pieza: asa** sobre los machos mencionados habrá que aprovechar la capacidad elástica de la pieza y estirarla ligeramente en dirección longitudinal hasta conseguir insertar los machos en los orificios de esta.
40. Finalmente, se introduce en los orificios de los machos la **pieza: tapón** mediante un apriete.

## 4.9 Consideraciones de diseño aplicables.

Se muestra a continuación las consideraciones de diseño que han sido tomadas en cuenta durante el proceso de diseño de las piezas y, las mismas que tendrán que considerarse a la hora de fabricación de dichas piezas.

- **Espesor de la pared:** los espesores gruesos conllevan tiempos de solidificación grandes, un aumento de las contracciones y con ello de las tensiones internas. Se muestran a continuación los valores de espesor máximo y mínimo según el tamaño de las piezas para un material como el ABS:

Material	Espesor de pared (mm)			
	Piezas grandes		Piezas pequeñas	
	Espesor medio	Espesor mínimo	Rango de espesores	Espesor medio
ABS	0,90	0,65	3,20-6,40	2,50

Tabla 57. Espesores de pared recomendados.

- **Roscas:** las roscas moldeadas deben ser bastas. Hay que redondear tanto las crestas como los valles para evitar cantos vivos y la no-existencia de radios de acuerdo.
- **Agujeros:** el espacio mínimo entre agujeros y la pared es de un diámetro. Se prefieren los machos pasantes a los ciegos y es conveniente una forma cónica para dar una mayor resistencia al macho que lo define.  
Es recomendable que los agujeros sean perpendiculares a la línea de partición.  
Para materiales termoplásticos se recomienda que la longitud de los agujeros sea igual o inferior a 2 diámetros
- **Nervios:** deben ser más delgados que la pared a la que refuerzan. Es recomendable que el espesor del nervio sea inferior a la mitad del espesor de pared, mientras que la altura sea de 1,5 veces el espesor de pared.  
Las salidas de los nervios tienen que ser por lo menos de 5°.  
(En este caso las dimensiones de los nervios utilizadas son ligeramente superiores debido a las grandes superficies de las paredes que refuerzan y las presiones a las que estas se ven sometidas.)

- **Salidas:** son convenientes las salidas en las piezas para facilitar la extracción del molde. Debido al gran tamaño de las piezas se ha utilizado un ángulo de salida de 2°
- **Superficies planas:** se han de evitar las superficies planas de gran tamaño. En caso contrario utilizar nervios o pequeñas curvaturas a modo de cúpula para aumentar la resistencia.
- **Línea de partición del molde:** las líneas de partición siempre planas y preferiblemente colocarlas en un extremo de la pieza. Utilizar cantos vivos en la línea de partición para reducir costes de fabricación.
- **Esquinas:** evitar los cantos vivos. Si estos son necesarios, intentar colocarlos sobre la línea de partición.
- **Acabado superficial:** si se desea una textura determinada, es posible obtenerla en el propio proceso de moldeo grabando estas texturas sobre el molde. Hay que tener en cuenta que las texturas deben terminar antes de llegar a la línea de partición.
- **Tolerancias:** se ha de tener en cuenta valores de tolerancias dimensionales y geométricas para la inyección de plásticos. Estas tolerancias dependen del material, del control de los parámetros de inyección del proceso, así como de si la dimensión está o no afectada por la línea de partición o partes móviles.  
Valores de tolerancia orientativos para materiales como el ABS.

Material	Tolerancia dimensional		Planitud		Concentricidad
	0/25 mm	Adicional por cada 25 (mm)	0/75 mm	Adicional por cada 75 (mm)	
ABS	0,20	0,03	0,40	0,13	0,25

Tabla 58. Tolerancias para la inyección de plásticos.

## 4.10 Normativa consultada.

Para un correcto desarrollo del proyecto se ha seguido una serie de normas y referencias aplicables a distintos aspectos como: dibujo técnico, elaboración de documentos, aislamiento térmico, materiales, etc.

### Dibujo técnico.

La normativa aplicable al proceso de elaboración de planos de dibujo técnico es la siguiente:

- **UNE-EN ISO 128-20:2002.**  
Dibujos técnicos. Principios generales de presentación. Parte 20: Convenciones generales para las líneas. (ISO 128-20:1996)

Descripción: esta norma establece las líneas, sus denominaciones y sus configuraciones, así como las reglas generales para el dibujo de líneas utilizadas en dibujos técnicos, por ejemplo, diagramas, planos o mapas.

- **UNE-EN ISO 128-21:2002.**  
Dibujos técnicos. Principios generales de presentación. Parte 21: Preparación de líneas mediante sistemas de DAO (diseño asistido por ordenador). (ISO 128-21:1997).

Descripción: en esta parte se especifican los procedimientos de cálculo de los tipos básicos más importantes de líneas discontinuas y de los elementos que forman estas líneas discontinuas.

- **UNE-EN ISO 5845-1:2000.**  
Dibujos técnicos. Representación simplificada del montaje de piezas mediante elementos de fijación. Parte 1: Principios generales. (ISO 5845-1:1995).

Descripción: esta norma establece los principios generales para la representación simplificada de agujeros pernos, remaches...etc. en los dibujos técnicos.

Para las siguientes normas no ha sido posible ver parte del contenido de la norma ni acceder a ella de otra forma ya que se requería de un pago. Pero, se intuye que se trata de unas normas aplicables a nuestro producto.

- **UNE 1039:1994.**  
Dibujos técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales.
- **UNE-EN ISO 1660:1996.**  
Dibujos técnicos. Acotación y tolerancias de perfiles. (ISO 1660:1987).
- **UNE-ES ISO 9222-1:1996.**  
Dibujos técnicos. Juntas de estanqueidad para aplicación dinámica. Parte 1: Representación simplificada general (ISO 9222-1:1989).
- **UNE-ES ISO 9222-1:1996.**  
Dibujos técnicos. Juntas de estanqueidad para aplicación dinámica. Parte 2: Representación simplificada particular (ISO 9222-1:1989).
- **UNE-EN ISO 5455:1996.**  
Dibujos Técnicos. Escalas. (ISO 5455:1979).
- **UNE 1135:1989.**  
Dibujos técnicos. Lista de elementos.
- **UNE 1027:1995.**  
Dibujos técnicos. Plegado de planos.
- **UNE 1149:1990.**  
Dibujos técnicos. Principio de tolerancias fundamentales.
- **UNE-EN ISO 6410-1:1996.**  
Dibujo técnico. Roscas y piezas roscadas. Parte 1: Convenios generales. (ISO 6410-1:1993).
- **UNE-EN ISO 6410-2:1996.**  
Dibujo técnico. Roscas y piezas roscadas. Parte 2: Insertos roscados. (ISO 6410-2:1993).

- **UNE-EN ISO 6410-3:1996.**  
Dibujo técnico. Roscas y piezas roscadas. Parte 3: Representación simplificada. (ISO 6410-3:1993).
- **UNE-EN ISO 7083:1996.**  
Dibujos técnicos. Símbolos para las tolerancias geométricas. Proporciones y medidas. (ISO 7083:1983).
- **UNE-EN 1128:1985.**  
Dibujos técnicos. Tolerancias geométricas. Referencias y sistemas de referencia para tolerancias geométricas.
- **UNE 1037: 1983.**  
Indicaciones de los estados superficiales en los dibujos.

#### Documentación de proyectos:

La normativa en estado vigente aplicable a la elaboración de documentos para proyectos es:

- **UNE-EN ISO 11442:2006.**  
Documentación técnica de productos. Gestión de documentos (ISO 11442:2006)  
  
Descripción: especifica reglas básicas para la gestión de documentos técnicos.
- **UNE-EN 157001:2002.**  
Criterios generales para la elaboración de proyectos.  
  
Descripción: esta norma tiene por objeto establecer los requisitos formales de carácter general con que deben redactarse los proyectos de productos, obras, servicios...etc. El mayor o menor desarrollo de los aspectos formales indicados en esta norma depende del tipo de proyecto de que se trate y su destino.
- **UNE-EN ISO 5457:2000/A1:2010.**  
Documentación técnica de producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo. Modificación 1. (ISO 5457:1999/Amd 1:2010).  
  
Descripción: directrices para la presentación de elementos gráficos y símbolos en hojas de dibujo. Hay que tener en cuenta que para esta norma hay otras que son indispensables para su aplicación pero que no se han tenido en cuenta para este proyecto. Las normas son: ISO 216, ISO 3098-0, ISO 7200, ISO 9958-1 y ISO 9961.
- **UNE-EN ISO 3098-0:1998.**  
Documentación técnica de productos. Escritura. Requisitos generales. (ISO 3098-0:1997).  
  
Descripción: en esta norma no ha sido posible acceder a parte del contenido de la norma relacionada con su dirección.
- **UNE-EN ISO 5457:2000.**  
Documentación técnica de producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo.

Descripción: en esta norma, de carácter internacional, se especifican los formatos y la presentación de las hojas de dibujo que se han de utilizar para todo tipo de dibujo técnico en todos los ámbitos de la Ingeniería y la Arquitectura, incluidos los dibujos técnicos asistidos por ordenador. Esta norma es igualmente aplicable a todos los documentos técnicos.

#### **Aislamiento térmico:**

Normativa aplicable a los productos y/o materiales térmicamente aislantes, así como ensayos:

- **UNE-EN 13172:2012.**  
Productos aislantes térmicos. Evaluación de la conformidad.

Descripción: esta norma europea especifica el procedimiento y los criterios para la evaluación de la conformidad del aislamiento térmico de un producto con la correspondiente especificación europea de producto.

Para las siguientes normas no ha sido posible ver parte del contenido de la norma ni acceder a ella de otra forma ya que se requería de un pago. Pero, se intuye que se trata de unas normas aplicables a nuestro producto.

- **UNE-EN ISO 7345:1996**  
Aislamiento térmico. Magnitudes físicas y definiciones. (ISO 7345:1987).
- **UNE-EN ISO 9288:1996.**  
Aislamiento térmico. Transmisión de calor por radiación. Magnitudes físicas y definiciones. (ISO 9288:1989).
- **UNE-EN ISO 9251:1996.**  
Aislamiento térmico. Condiciones de transmisión térmica y propiedades de los materiales. Vocabulario. (ISO 9251:1987).

#### **Materiales:**

La normativa relacionada con los materiales utilizados en este proyecto con su respectivo fin específico es:

Acirilo nitrilo butadieno de estireno (ABS)

- **UNE-EN ISO 19062-1:2016**  
Plásticos. Materiales de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS) para moldeo y extrusión. Parte 1: Sistema de designación y bases para las especificaciones. (ISO 19062-1:2015).

Descripción: esta norma establece un sistema de designación para los materiales de acrilonitrilo butadieno de estireno (ABS) para moldeo y extrusión. Es aplicable a todos los materiales de ABS constituidos por una fase continua compuesta, principalmente, por copolímeros de estireno y acrilonitrilo y una fase dispersa compuesta principalmente de polibutadieno.



- **UNE-EN ISO 2580-2:2004**

Plásticos. Materiales de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS) para moldeo y extrusión. Parte 2: Preparación de probetas y determinación de propiedades (ISO 2580- 2:2003)

Descripción: esta norma especifica los métodos de preparación de probetas y métodos de ensayo de materiales ABS para moldeo y extrusión, así como los requisitos para la manipulación del material de ensayo y el acondicionamiento tanto del material antes del moldeo como de las probetas antes del ensayo.

**Poliestireno expandido:**

- **UNE 92181:2017.**

Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS). Características mínimas recomendables para distintas aplicaciones.

Descripción: destinado a los productos manufacturados en poliestireno expandido destinado a las aplicaciones de edificación. Este documento recoge las principales aplicaciones de los productos de poliestireno expandido. No obstante, si alguna aplicación de aislamiento térmico no fuese incluida, ello no implicaría necesariamente la suposición de que el poliestireno expandido no sea adecuado para esta.

- **UNE-CEN/TR 15985:2011 IN.**

Productos aislantes térmicos. Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS). Certificación voluntaria de la materia prima.

Descripción: esta norma está destinada a los productos fabricados con poliestireno expandido en los que se contempla la incorporación de retardantes de llama u otros elementos para el mejoramiento de sus características de aislamiento térmico.

Ensayos aplicables para la comprobación de calidades y características de los materiales plásticos:

- **UNE-EN ISO 180:2001.**

Plásticos. Determinación de la resistencia al impacto Izod.

Descripción: normalización de las características y condiciones necesarias para la determinación de la resistencia al impacto de los materiales plásticos a través de la utilización del método Izod.

- **UNE-EN ISO 527-2:2012.**

Plásticos. Determinación de las propiedades en tracción. Parte 2: Condiciones de ensayo de plásticos para moldeo y extrusión. (ISO 527-2:2012).

Descripción: en esta norma se describen métodos para la determinación de las propiedades a tracción de los materiales plásticos, así como las condiciones a tener en cuenta.

- **UNE-EN ISO 306:2015.**

Plásticos. Materiales termoplásticos. Determinación de la temperatura de reblandecimiento Vicat (VST).

Descripción: norma en la que se especifica cuatro métodos para la determinación de la temperatura de reblandecimiento

#### Junta Tórica:

La normativa aplicable encontrada con relación a las juntas tóricas en este caso es:

- **UNE 53614:2012.**  
Elastómeros. Métodos de ensayo de juntas tóricas de elastómeros.

Descripción: Esta norma tiene por objeto describir los procedimientos para determinar las propiedades físicas de las juntas tóricas de elastómeros y los cambios de estas propiedades debido al envejecimiento.

#### Ergonomía

La normativa aplicable en cuanto a aspectos ergonómicos del producto y ensayos para la comprobación de estos es la siguiente:

- **UNE-EN ISO 7250-1:2010.**  
Definiciones de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico. Parte 1: Definiciones de las medidas del cuerpo y referencias (ISO 7250-1:2008)

Descripción: Esta norma proporciona una descripción de las medidas antropométricas. Está prevista para servir como guía para los ergónomos y diseñadores. Da información a los ergónomos y diseñadores sobre las bases anatómicas y antropométricas y sobre los principios de la medición que son de aplicación en la solución de las tareas de diseño

- **UNE-EN ISO 15537:2005.**  
Principios para la selección y empleo de personas en el ensayo de aspectos antropométricos de productos y diseños industriales (ISO 15537:2004)

Descripción: Esta es aplicable a los ensayos de los aspectos antropométricos de aquellos productos y diseños industriales que vayan a tener un contacto directo con el cuerpo humano o dependan de sus medidas, por ejemplo, máquinas, equipos de trabajo, bienes de consumo, espacios de trabajo o equipos de transporte. También es aplicable a los ensayos de los aspectos de seguridad de los productos que dependan de las medidas del cuerpo humano

#### Diseño ecológico.

Finalmente, para la obtención de un diseño respetuoso con el medio ambiente podemos atender a la siguiente norma:

- **Norma UNE-EN-ISO 14006:2011.**  
Sistemas de gestión ambiental. Directrices para la incorporación del eco-diseño.

Descripción: esta norma proporciona directrices para ayudar a las organizaciones, o diseñadores en este caso, a establecer, documentar, implementar y mejorar de forma continua su gestión del ecodiseño. Se aplica a aquellos aspectos ambientales relacionados con el producto.

# Sistema portátil para la conservación de productos perecederos mediante vacío.

Trabajo de final de grado.

Septiembre 2017

## Estado de mediciones.

Autor: Ion Solonari

Tutor : Julio Serrano Mira

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos



## Índice estado de mediciones.

5. Estado de mediciones .....	218
5.1 Listado de piezas.....	218
5.1.1 Componentes fabricados.....	218
5.1.2 Componentes subcontratados.....	220
5.1.3 Componentes comerciales. ....	220
5.2 Peso de los componentes.....	221
5.2.1 Peso de los componentes fabricados.....	221
5.2.2 Peso de los componentes comerciales: .....	222
5.3 Tiempo de fabricación de las piezas.....	222
5.3.1 Tiempo de fabricación de las piezas inyectadas.....	222
5.3.2 Tiempo de fabricación de las piezas de EPS.....	227
5.3.3 Tiempo de fabricación de la rosca PTFE.....	228
5.4 Tiempo de ensamblaje del conjunto.....	228
5.4.1 Tiempo de manipulación de las piezas.....	228
5.4.2 Tiempo de inserción de las piezas.....	229

## 5. Estado de mediciones

### 5.1 Listado de piezas.

Se enumeran a continuación todas las piezas que componen el producto junto a sus características. Estas piezas se dividen en tres grupos, aquellas que se fabrican, las que se subcontrata su fabricación a otras empresas y finalmente aquellos componentes comerciales que se adquieren en el mercado.

#### 5.1.1 Componentes fabricados.

- Subensamblaje: cámara.

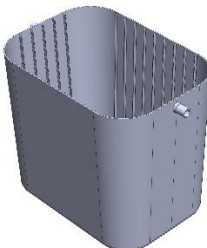
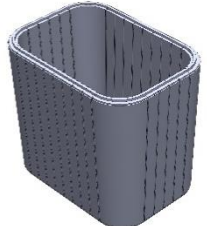
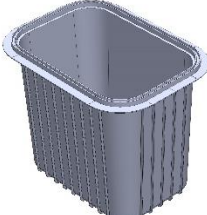
Marca	Pieza	Medidas(LxAxH(cm))	Cantidad	Material	Fabricación
1		36,8x26,4x30,8	1	ABS	Inyección
2		36,4x26x32	1	EPS	Espumación
3		38x27,5x31	1	ABS	Inyección

Tabla 59. Componentes subensamblaje cámara.

- Subensamblaje: tapa.

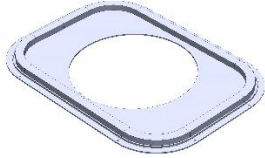

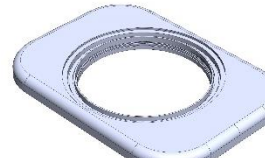
Marca	Pieza	Medidas(LxAxH(cm))	Cantidad	Material	Fabricación
5		38x27,5x1,2	1	ABS	Inyección
6		36,4x26x2,2	1	EPS	Espumación
7		36,8x26,4x2,4	1	ABS	Inyección

Tabla 60. Componentes subensamblaje tapa.

- Subensamblaje: plato.

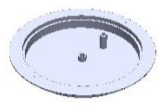
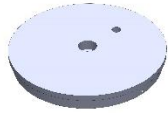
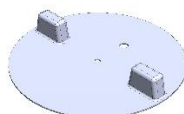
Marca	Pieza	Medidas(LxAxH(cm))	Cantidad	Material	Fabricación
9		23,5x23,5x2,4	1	ABS	Inyección
10		19,3x19,3x2,2	1	EPS	Espumación
12		23,5x23,5x3,2	1	ABS	Inyección

Tabla 61. Componentes subensamblaje plato.

- Componentes finales.



Marca	Pieza	Medidas(LxAxH(cm))	Cantidad	Material	Fabricación
15		2,2x2,2x0,6	1	ABS	Inyección
14		42,5x18,6x2	1	ABS	Inyección

Tabla 62. Componentes finales.

### 5.1.2 Componentes subcontratados.

Estos componentes son aquellos que se van a fabricar fuera de la empresa que produce el producto debido a diversas razones. En este caso, se trata de una pieza que como ya hemos comentado requiere un proceso de mecanizado una vez fabricado el bruto de partida. Por esto, la empresa encargada de fabricar y mecanizar el bruto de partida será **Sipem** ubicada en **Alcacer, Valencia**.

Las empresas que suministran el material necesario para la fabricación de las piezas, así como aquellas subcontratadas con función similar se pueden consultar en el documento: **pliego de condiciones**, apartado: **proveedores**.

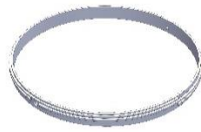


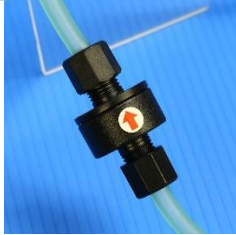

Marca	Pieza	Medidas(LxAxH(cm))	Cantidad	Material	Fabricación
13		19,75x19,75x1,5	1	PTFE	Compresión y mecanizado (fresado)

Tabla 63. Componentes subcontratados.

### 5.1.3 Componentes comerciales.

Se muestran ahora todas aquellas piezas que se van a adquirir para su incorporación en el producto. Estas ya han sido mostradas anteriormente en el documento: **pliego de condiciones**.

Marca	Pieza	Medidas(LxAxH(cm))	Cantidad	Precio(€)	Vendedor
4		105x5	1	2,42	Hidraflex
8		20x5	1	0,68	Hidraflex
11		2,3x2,3x4,5	1	1,54	Ebay
16		M3x0,5x10	1x1000	0,019 (19,73)	Rs



17		M3x0,5	1x2000	0,012 (24,44)	Rs
19		M3x0,5x10	1x100	0,0644 (6,44)	RS
18		3,4x1,1	1	0,5	Alibaba

Tabla 64. Componentes comerciales.

La bomba de vaciado también es un componente que forma parte del producto, pero no aparece en los planos de ensamblaje ni despiece del producto. Por eso, se muestra a continuación sin número de marca.


	3x3x35	1	5,71	DHGate
---	--------	---	------	--------

Tabla 65. Bomba de vacío manual.

## 5.2 Peso de los componentes.

Se muestra a continuación el peso de todos los componentes presentes en el producto.

### 5.2.1 Peso de los componentes fabricados.

Se tiene en cuenta el volumen del material de la pieza y no el volumen del material bruto a inyectar en el proceso de conformado.

Nombre	Marca	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Peso (kg)
Carcasa	1	1,07	969	1,03
EPS Cámara	2	0,019	7529,8	0,14
Cámara	3	1,07	905,8	0,97
Tapa	5	1,07	183,1	0,19
EPS Tapa	6	0,19	995,2	0,18
Carcasa Tapa	7	1,07	225,1	0,24
Plato	9	1,07	135,8	0,14

EPS Plato	10	0,19	598,8	0,11
Plato Superior	12	1,07	99,85	0,1
Rosca PTFE	13	2,2	22,73	0,05
Asa	14	1,07	65	0,07
Tapón	15	1,07	0,89	0,0015

Tabla 66. Peso componentes fabricados.

Peso total de las piezas fabricadas: **3,24 Kg.**

## 5.2.2 Peso de los componentes comerciales:

En la mayoría de los casos el peso de los elementos comerciales no se especifica por el vendedor, pero este se puede estimar a partir del tamaño de estas piezas y la densidad del material utilizado. En el caso de la bomba de vacío, el peso se ha indicado por el vendedor.

Componente	Marca	Peso (kg)
Junta Tapa	4	0,031
Junta Plato	8	0,019
Válvula antirretorno	11	0,006
Tornillo Avellanado M3	13	0,003
Tornillo M3	16	0,003
Tuerca M3	17	0,001
Válvula Schrader	18	0,011
Bomba de vacío		0,3

Tabla 67. Peso componentes comerciales.

Peso total de las piezas comerciales: **0,374 Kg.**

## 5.3 Tiempo de fabricación de las piezas.

Se calculan los tiempos de fabricación de las piezas.

### 5.3.1 Tiempo de fabricación de las piezas inyectadas.

Para las piezas inyectadas se obtiene el tiempo de fabricación a partir de la suma de los tiempos de llenado, enfriamiento y recuperación.

Se muestra el resumen de todos los tiempos de fabricación:

Pieza	Tiempo
Carcasa	21,61
Cámara	21,41
Tapa	12,09
Carcasa Tapa	12,76
Plato	12,46
Plato Superior	12,59
Asa	4,06
Tapón	9,56

Tabla 68. Tiempo de fabricación piezas inyectadas.

Para obtener los tiempos de fabricación se efectúan una serie de simplificaciones. En el caso del tiempo de inyección, se asume que al comienzo se utiliza la máxima potencia de la máquina y que la presión del polímero es la recomendada. Para el cálculo del tiempo de enfriamiento se supone que todo el calor se transmite por conducción a través de las paredes del molde, despreciando el calor que se transmite por convección y por radiación. Finalmente, por tiempo de recuperación, se entiende la suma de los tiempos de apertura, expulsión y cierre del molde. Este valor queda determinado por el desplazamiento de una mitad del molde y el tiempo de expulsión de la pieza.

Los cálculos realizados para la obtención de los tiempos se pueden ver a continuación:

- **Carcasa.**

Tiempo de llenado:

$$t_f = 2 \cdot V_i \cdot \frac{p}{P_w}$$

$$2 \cdot \left( \frac{1019,04}{1000000} (m^3) \right) \cdot \frac{1000 e^5 \left( \frac{N}{m^2} \right)}{63000 (W)} = 3,23 (s)$$

Tiempo de enfriamiento de la pieza:

$$t_c = \frac{h_{max}^2}{\pi^2 \alpha} \ln \frac{4(T_i - T_m)}{\pi(T_x - T_m)}$$

$$t_c = \frac{2^2}{\pi^2 \alpha} \ln \frac{4(260 - 54)}{\pi(82 - 54)} = 6,97 s$$

Recuperación:

$$t_r = 1 + 1,75 \cdot t_d \cdot \left( \frac{2D + 5}{L_s} \right)^{0,5}$$

$$t_r = 1 + 1,75 \cdot 6,1 \cdot \left( \frac{66,6}{70} \right)^{0,5} = 11,41 s$$

Tiempo total: 21,61.

- **Cámara.**

Tiempo de llenado:

$$t_f = 2 \cdot V_i \cdot \frac{p}{P_w}$$

$$2 \cdot \left( \frac{953,33}{1000000} (m^3) \right) \cdot \frac{1000 e^5 \left( \frac{N}{m^2} \right)}{63000 (W)} = 3,02 (s)$$

Tiempo de enfriamiento de la pieza:

$$t_c = \frac{h_{max}^2}{\pi^2 \alpha} \ln \frac{4(T_i - T_m)}{\pi(T_x - T_m)}$$

$$t_c = \frac{2^2}{\pi^2 \alpha} \ln \frac{4(260 - 54)}{\pi(82 - 54)} = 6,97 \text{ s}$$

Recuperación:

$$t_r = 1 + 1,75 \cdot t_d \cdot \left(\frac{2D + 5}{L_s}\right)^{0,5}$$

$$t_r = 1 + 1,75 \cdot 6,1 \cdot \left(\frac{67}{70}\right)^{0,5} = 11,41 \text{ s}$$

Tiempo total: 21,41.

- **Tapa.**

Tiempo de llenado:

$$t_f = 2 \cdot V_i \cdot \frac{p}{P_w}$$

$$2 \cdot \left(\frac{204,56}{1000000} (m^3)\right) \cdot \frac{1000 e^5 \left(\frac{N}{m^2}\right)}{63000 (W)} = 0,65 \text{ (s)}$$

Tiempo de enfriamiento de la pieza:

$$t_c = \frac{h_{max}^2}{\pi^2 \alpha} \ln \frac{4(T_i - T_m)}{\pi(T_x - T_m)}$$

$$t_c = \frac{2^2}{\pi^2 \alpha} \ln \frac{4(260 - 54)}{\pi(82 - 54)} = 6,97 \text{ s}$$

Recuperación:

$$t_r = 1 + 1,75 \cdot t_d \cdot \left(\frac{2D + 5}{L_s}\right)^{0,5}$$

$$t_r = 1 + 1,75 \cdot 6,1 \cdot \left(\frac{7,4}{70}\right)^{0,5} = 4,47 \text{ s}$$

Tiempo total: 12,09.

- **Carcasa Tapa.**

Tiempo de llenado:

$$t_f = 2 \cdot V_i \cdot \frac{p}{P_w}$$

$$2 \cdot \left( \frac{249,25}{1000000} (m^3) \right) \cdot \frac{1000e^5 \left( \frac{N}{m^2} \right)}{63000(W)} = 0,79 (s)$$

Tiempo de enfriamiento de la pieza:

$$t_c = \frac{h_{max}^2}{\pi^2 \alpha} \ln \frac{4(T_i - T_m)}{\pi(T_x - T_m)}$$

$$t_c = \frac{2^2}{\pi^2 \alpha} \ln \frac{4(260 - 54)}{\pi(82 - 54)} = 6,97 s$$

Recuperación:

$$t_r = 1 + 1,75 \cdot t_d \cdot \left( \frac{2D + 5}{L_s} \right)^{0,5}$$

$$t_r = 1 + 1,75 \cdot 6,1 \cdot \left( \frac{9,8}{70} \right)^{0,5} = 4,99 = 5 s$$

Tiempo total: 12,76.

- **Plato.**

Tiempo de llenado:

$$t_f = 2 \cdot V_i \cdot \frac{p}{P_w}$$

$$2 \cdot \left( \frac{154,4}{1000000} (m^3) \right) \cdot \frac{1000e^5 \left( \frac{N}{m^2} \right)}{63000(W)} = 0,49 (s)$$

Tiempo de enfriamiento de la pieza:

$$t_c = \frac{h_{max}^2}{\pi^2 \alpha} \ln \frac{4(T_i - T_m)}{\pi(T_x - T_m)}$$

$$t_c = \frac{2^2}{\pi^2 \alpha} \ln \frac{4(260 - 54)}{\pi(82 - 54)} = 6,97 s$$

Recuperación:

$$t_r = 1 + 1,75 \cdot t_d \cdot \left( \frac{2D + 5}{L_s} \right)^{0,5}$$

$$t_r = 1 + 1,75 \cdot 6,1 \cdot \left( \frac{9,8}{70} \right)^{0,5} = 4,99 = 5 s$$

Tiempo total: 12,46.

- Plato Superior.

Tiempo de llenado:

$$t_f = 2 \cdot V_i \cdot \frac{p}{P_w}$$

$$2 \cdot \left( \frac{99,85}{1000000} (m^3) \right) \cdot \frac{1000e^5 \left( \frac{N}{m^2} \right)}{63000(W)} = 0,32 (s)$$

Tiempo de enfriamiento de la pieza:

$$t_c = \frac{h_{max}^2}{\pi^2 \alpha} \ln \frac{4(T_i - T_m)}{\pi(T_x - T_m)}$$

$$t_c = \frac{2^2}{\pi^2 \alpha} \ln \frac{4(260 - 54)}{\pi(82 - 54)} = 6,97 s$$

Recuperación:

$$t_r = 1 + 1,75 \cdot t_d \cdot \left( \frac{2D + 5}{L_s} \right)^{0,5}$$

$$t_r = 1 + 1,75 \cdot 6,1 \cdot \left( \frac{11,4}{70} \right)^{0,5} = 5,3.$$

Tiempo total: 12,59.

- Asa

Tiempo de llenado:

$$t_f = 2 \cdot V_i \cdot \frac{p}{P_w}$$

$$2 \cdot \left( \frac{65}{1000000} (m^3) \right) \cdot \frac{1000e^5 \left( \frac{N}{m^2} \right)}{22000(W)} = 0,59 (s)$$

Tiempo de enfriamiento de la pieza:

$$t_c = \frac{h_{max}^2}{\pi^2 \alpha} \ln \frac{4(T_i - T_m)}{\pi(T_x - T_m)}$$

$$t_c = \frac{2^2}{\pi^2 \alpha} \ln \frac{4(260 - 54)}{\pi(82 - 54)} = 6,97 s$$

Recuperación:

$$t_r = 1 + 1,75 \cdot t_d \cdot \left(\frac{2D + 5}{L_s}\right)^{0,5}$$

$$t_r = 1 + 1,75 \cdot 3,3 \cdot \left(\frac{9}{32}\right)^{0,5} = 4,06 \text{ s}$$

Tiempo total: 11,62.

- Tapón

Tiempo de llenado:

$$t_f = 2 \cdot V_i \cdot \frac{p}{P_w}$$

$$2 \cdot \left(\frac{6,21}{1000000} (m^3)\right) \cdot \frac{1000e^5 \left(\frac{N}{m^2}\right)}{63000(W)} = 0,019 (s)$$

Tiempo de enfriamiento de la pieza:

$$t_c = \frac{h_{max}^2}{\pi^2 \alpha} \ln \frac{4(T_i - T_m)}{\pi(T_x - T_m)}$$

$$t_c = \frac{2^2}{\pi^2 \alpha} \ln \frac{4(260 - 54)}{\pi(82 - 54)} = 6,97 \text{ s}$$

Recuperación:

$$t_r = 1 + 1,75 \cdot t_d \cdot \left(\frac{2D + 5}{L_s}\right)^{0,5}$$

$$t_r = 1 + 1,75 \cdot 1,7 \cdot \left(\frac{5,6}{20}\right)^{0,5} = 2,57.$$

Tiempo total: 9,56.

### 5.3.2 Tiempo de fabricación de las piezas de EPS.

En cuanto a las piezas de EPS, se desconoce de algún método fiable que permita obtener el tiempo de fabricación de estas.

Para evitar tomar en consideración datos descabellados que alteren el correcto cálculo de las distintas características del producto, se prefiere no tener en cuenta estos tiempos.

El precio de las piezas de EPS será resultado del coste de los moldes utilizados en la fabricación y el coste de los operarios necesarios para la manipulación, inserción e fijación durante el proceso de ensamblaje.

### 5.3.3 Tiempo de fabricación de la rosca PTFE.

Conocer el tiempo de fabricación de una pieza determinada, es necesario para estimar el precio final de dicha pieza.

En este caso, al igual que en el anterior, se desconoce de un método fiable para estimar el tiempo de fabricación, por esto, este parámetro no se va a tener en cuenta por los motivos anteriormente explicados.

Para estimar el precio de esta pieza, nos basaremos en el precio del molde necesario para su fabricación y el tiempo de manipulación, inserción y fijación necesarios durante el proceso de ensamblaje.

## 5.4 Tiempo de ensamblaje del conjunto.

Se calcula el tiempo necesario para ensamblar el producto. En primer lugar, se obtendrá el tiempo de manipulación de cada pieza y después, el tiempo de inserción.

Para estimar dichos tiempos, se utilizan las tablas de tiempos de manipulación e inserción de Boothroyd y Dewhurst que se pueden ver al final de este apartado.

### 5.4.1 Tiempo de manipulación de las piezas.

Pieza	Tiempo (s)
Carcasa	4,1
EPS Cámara	4,1
Cámara	4,1
Junta 105x5	5
Tapa	1,13
EPS Tapa	1,69
Carcasa Tapa	1,13
Junta 20x5	1,84
Plato	1,13
EPS Plato	1,69
Válvula antiretorno	1,13
Plato Superior	1,13
Rosca PTFE	1,13
Tornillos Avellanados M3	1,43
Tornillos M3	1,43
Tuerca	2,18
Asa	1,13
Tapón	1,43
Válvula Schraeder.	1,43

Tabla 69. Tiempo de manipulación.

El tiempo de manipulación total es de 65,03 segundos o, 1 minuto y 5,03 segundos. Hay que tener en cuenta que el tiempo correspondiente a la manipulación de los tornillos se debe multiplicar por la cantidad total de tornillos, 2 en caso de los avellanados y 8 en caso de los normales.



### 5.4.2 Tiempo de inserción de las piezas.

Pieza	Tiempo (s)
Carcasa	1,5
EPS Cámara	2,5
Cámara	2,5
Junta 105x5	3,5
Tapa	1,5
EPS Tapa	2,5
Carcasa Tapa	1,5
Junta 20x5	2,5
Plato	1,5
EPS Plato	2,5
Válvula antiretorno	1,5
Plato Superior	1,5
Rosca PTFE	1,5
Tornillos Avellanados M3	6
Tornillos M3	6
Tuerca	8
Asa	1,5
Tapón	2
Válvula Schraeder.	6

*Tabla 70. Tiempo de inserción y fijación.*

El tiempo total de ensamblaje es de 160 segundos o, 2 minutos y 40 segundos. Hay que tener en cuenta que el tiempo correspondiente a la inserción de los tornillos se debe multiplicar por la cantidad total de tornillos, 2 en caso de los avellanados y 8 en caso de los normales.

La suma de los tiempos de manipulación y los de inserción y fijación, dan como resultado el tiempo de montaje para cada una de las piezas.

**UNA MANO**

Piezas que pueden ser agarradas o manipuladas con una mano sin la ayuda de herramientas de sujeción.

			Piezas fáciles de agarrar y de manipular					Piezas que presentan dificultades de manipulación				
			Espesor > 2 mm			Espesor ≤ 2 mm		Espesor > 2 mm			Espesor ≤ 2 mm	
			Tamaño > 15 mm	6 mm ≤ Tamaño ≤ 15 mm	Tamaño < 6 mm	Tamaño > 6 mm	Tamaño ≤ 6 mm	Tamaño > 15 mm	6 mm ≤ Tamaño ≤ 15 mm	Tamaño < 6 mm	Tamaño > 6 mm	Tamaño ≤ 6 mm
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$(\alpha+\beta)<360^\circ$		<b>0</b>	1,13	1,43	1,88	1,69	2,18	1,84	2,17	2,65	2,45	2,98
$360^\circ\leq(\alpha+\beta)<540^\circ$		<b>1</b>	1,5	1,8	2,25	2,06	2,55	2,25	2,57	3,06	3	3,38
$540^\circ\leq(\alpha+\beta)<720^\circ$		<b>2</b>	1,8	2,1	2,55	2,36	2,85	2,57	2,9	3,38	3,18	3,7
$(\alpha+\beta)=720^\circ$		<b>3</b>	1,95	2,25	2,7	2,51	3	2,73	3,06	3,55	3,34	4

**UNA MANO CON AYUDA DE HERRAMIENTA**

Las piezas pueden ser cogidas o manipuladas con una mano pero sólo con la ayuda de herramientas de sujeción.

			Piezas que necesitan pinzas para agarrar y manipular								Htas. estándar	Htas. especiales
			Piezas que pueden ser manipuladas sin ampliación óptica				Piezas que requieren ser manipuladas con ampliación óptica					
			Piezas fáciles de agarrar y manipular		Piezas difíciles de manipular		Piezas fáciles de agarrar y manipular		Piezas difíciles de manipular			
			Espesor > 0,25 mm	Espesor ≤ 0,25 mm	Espesor > 0,25 mm	Espesor ≤ 0,25 mm	Espesor > 0,25 mm	Espesor ≤ 0,25 mm	Espesor > 0,25 mm	Espesor ≤ 0,25 mm		
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\alpha\leq 180^\circ$	$0\leq\beta\leq 180^\circ$	<b>4</b>	3,6	6,85	4,35	7,6	5,6	8,35	6,35	8,6	7	7
	$\beta=360^\circ$	<b>5</b>	4	7,25	4,75	8	6	8,75	6,75	9	8	8
$\alpha=180^\circ$	$0\leq\beta\leq 180^\circ$	<b>6</b>	4,8	8,05	5,55	8,8	6,8	9,55	7,55	9,8	8	9
	$\beta=360^\circ$	<b>7</b>	5,1	8,35	5,85	9,1	7,1	9,55	7,85	10,1	9	10

**DOS MANOS PARA MANIPULACIÓN**

Piezas firmemente anidadas o enrolladas o que son flexibles pero pueden ser agarradas con una mano (con la utilización de herramientas si es necesario).

			Piezas que no presentan dificultades especiales de manipulación					Piezas difíciles de manipular (Viscosas, delicadas, escurrecidas,...)				
			$\alpha\leq 180^\circ$			$\alpha>180^\circ$		$\alpha\leq 180^\circ$			$\alpha>180^\circ$	
			Tamaño > 15 mm	6 mm ≤ Tamaño ≤ 15 mm	Tamaño < 6 mm	Tamaño > 6 mm	Tamaño ≤ 6 mm	Tamaño > 15 mm	6 mm ≤ Tamaño ≤ 15 mm	Tamaño < 6 mm	Tamaño > 6 mm	Tamaño ≤ 6 mm
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Dos manos		<b>8</b>	4,1	4,5	5,1	5,6	6,75	5	5,25	5,85	6,35	7

**DOS MANOS O NECESIDAD DE AYUDA PARA GRANDES TAMAÑOS**

Dos manos, dos personas o asistencia mecánica necesaria para agarrar y manipular piezas.

			Piezas que pueden ser manejadas por una persona sin asistencia mecánica								Dos personas y asistencia mecánica	
			Piezas que no se enredan o enrollan y no son flexibles									
			Peso de la pieza < 4,5 Kg.				Piezas pesadas > 4,5 Kg.					
			Piezas fáciles de agarrar y manipular		Piezas difíciles de manipular		Piezas fáciles de agarrar y manipular		Piezas difíciles de manipular			
$\alpha\leq 180^\circ$	$\alpha=360^\circ$	$\alpha\leq 180^\circ$	$\alpha=360^\circ$	$\alpha\leq 180^\circ$	$\alpha=360^\circ$	$\alpha\leq 180^\circ$	$\alpha=360^\circ$					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Asistencia mecánica, etc.		<b>9</b>	2	3	2	3	3	4	4	5	7	9

Ilustración 102. Tabla tiempos de manipulación

**PIEZA AÑADIDA PERO NO FIJADA**

Adición de cualquier pieza donde ni la misma pieza ni cualquiera otra son fijadas inmediatamente.

		Después del ensamblaje no se necesita sujetar la pieza para mantener la orientación y localización.				Es necesario sujetar la pieza durante posteriores procesos para mantener la orientación y localización.			
		Fácil de alinear y posicionar durante el ensamblaje		Difícil de alinear y posicionar durante el ensamblaje		Fácil de alinear y posicionar durante el ensamblaje		Difícil de alinear y posicionar durante el ensamblaje	
		Sin resistencia a la inserción	Resistencia a la inserción	Sin resistencia a la inserción	Resistencia a la inserción	Sin resistencia a la inserción	Resistencia a la inserción	Sin resistencia a la inserción	Resistencia a la inserción
		0	1	2	3	6	7	8	9
Pieza y herramienta (con manos) pueden alcanzar fácilmente la localización	0	1,5	2,5	2,5	3,5	5,5	6,5	6,5	7,5
Piezas y Herramientas asociadas (con manos) no pueden alcanzar fácilmente la localización deseada	Debido acceso obstruido o a visión restringida	1	4	5	5	6	8	9	10
	Debido acceso obstruido y a visión restringida	2	5,5	6,5	6,5	7,5	9,5	10,5	11,5

**PIEZA FIJADA INMEDIATAMENTE**

Adición de cualquier pieza donde la pieza y/o cualquier otra son finalmente fijadas de inmediato.

		Operaciones distintas de roscado o deformación plástica inmediatamente después de la inserción (muelles, pestañas, ..)		Deformación plástica inmediatamente después de la inserción						Apriete roscado inmediato a la inserción.		
				Doblado plástico o torsión			Remachado u operación similar					
		Fácil de alinear y posicionar sin resistencia a inserción	Difícil de alinear o posicionar y/o resistencia a inserción	Fácil de alinear y posicionar durante el ensamble	Sin resistencia a la inserción	Con resistencia a la inserción	Fácil de alinear y posicionar durante el ensamble	Sin resistencia a la inserción	Con resistencia a la inserción	Fácil de alinear y posicionar sin resistencia a inserción	Difícil de alinear o posicionar y/o resistencia a inserción	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Pieza y herramienta (con manos) pueden alcanzar fácilmente la localización	3	2	5	4	5	6	7	8	9	6	8	
Piezas y Herramientas asociadas (con manos) no pueden alcanzar fácilmente la localización deseada	Debido al acceso obstruido o a la visión restringida	4	4,5	7,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	8,5	10,5
	Debido al acceso obstruido o a la visión restringida	5	6	9	8	9	10	11	12	13	10	12

**OPERACIÓN SEPARADA**

Procesos de Ensamblaje donde todas las piezas sólidas están posicionadas.

Proceso de UNIÓN MECÁNICA donde las piezas están en el lugar pero no son fijadas inmediatamente después de la inserción				Proceso de UNIONES NO MECÁNICAS donde las piezas están en el lugar pero no son fijadas inmediatamente después de la inserción				Proceso que NO implican UNIÓN		
Ninguna o alguna deformación plástica localizada			Defor. plástica Gran parte de la pieza o toda la pieza es deformada plásticamente en la unión	Procesos metalúrgicos: Soldadura				Procesos químicos Adhesivos, Depositiones	Manipulación de piezas, Subensambles; orient., ajuste Reglaje de piezas	Otros Procesos Inserción de Líquidos, etc.
Doblado o proceso similar	Remachado o proceso similar	Fijación por roscado u otro proceso		Sin aporte de material. Por fricción, por resistencia eléctrica, etc.	Requiere un aporte de material adicional		Soldadura por electrodo rec. Soldadura MIG, TIG			
0	1	2	3	4	5	6		7	8	9
9	4	7	5	3,5	7	8	12	12	9	12

Ilustración 103. Tabla tiempos de inserción y fijación

# Sistema portátil para la conservación de productos perecederos mediante vacío.

Trabajo de final de grado.

Septiembre 2017

## Presupuesto.

Autor: Ion Solonari

Tutor : Julio Serrano Mira

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos



## Índice presupuesto.

6. Presupuesto .....	234
6.1 Coste de las piezas comerciales.....	234
6.2 Coste materia prima.....	235
6.2.1 Coste adicional unitario derivado de la materia prima.....	235
6.3 Coste de los moldes.....	236
6.3.1 Coste de los moldes de las piezas de ABS.....	236
6.3.2 Coste de los moldes de las piezas de EPS.....	236
6.3.3 Coste del molde de la pieza de PTFE.....	236
6.3.4 Coste unitario de las piezas fabricadas en base al precio del molde.....	237
6.4 Costes operarios.....	237
6.4.2 Costes unitario adicional derivado del operario de montaje.....	237
6.5 Costes unitarios finales.....	238
6.6 Coste final del producto.....	239

## 6. Presupuesto

### 6.1 Coste de las piezas comerciales.

Se muestran a continuación los precios de cada una de las piezas comerciales. Estos son los precios que posteriormente se añadirán al coste final del producto.

Marca	Pieza	Medidas(LxAxH(cm))	Cantidad	Precio(€)
4		105x5	1	2,42
8		20x5	1	0,68
11		2,3x2,3x4,5	1	1,54
16		M3x0,5x10	1x1000	0,019
17		M3x0,5	1x2000	0,012
19		M3x0,5x10	1x100	0,064
18		3,4x1,1	1	0,5


	3x3x35	1	5,7
---	--------	---	-----

Tabla 71. Precio componentes comerciales.

Algunos de los elementos comerciales se repiten. La cantidad de elementos comerciales necesarios por unidad de producto es:

Marca	Cantidad	Coste total (€).
4	1	2,42
8	1	0,68
11	1	1,54
16	8	0,15
17	8	0,09
19	2	0,13
18	1	0,5
-	1	5,7

Tabla 72. Cantidad de componentes comerciales.

Los costes adicionales al producto por las piezas comerciales teniendo en cuenta que algunas se necesitan más de una vez, como los tornillos y las tuercas, es de: **13,06 euros**.

## 6.2 Coste materia prima.

Los precios de la materia prima son:

Materia prima	Cantidad (Kg)	Coste (€)
ABS	1	1,95
PTFE	1	17
EPS (PS)	1	1,25

Tabla 73. Coste materia prima.

### 6.2.1 Coste adicional unitario derivado de la materia prima.

El Precio de la materia utilizada en cada una de las piezas es resultado del producto del peso y los precios anteriormente expuestos según el material del que se trate.

Marca	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Peso (kg)	Precio (€)
1	1,05	969	1,03	2
2	0,019	7529,8	0,14	0,17
3	1,05	905,8	0,97	1,89
5	1,05	183,1	0,19	0,38
6	0,019	995,2	0,018	0,023
7	1,05	225,1	0,24	0,46
9	1,05	135,8	0,14	0,28

10	0,019	598,8	0,011	0,014
12	1,05	99,8	0,1	0,19
13	2,2	45,9	0,101	1,75
14	1,05	65	0,07	0,13
15	1,05	0,89	0.001	0,003

Tabla 74. Coste unitario materia prima.

Precio total de las piezas fabricadas:

- ABS: 5,36
- EPS: 0,216
- PTFE: 1,75

### 6.3 Coste de los moldes.

Los costes de los moldes se han obtenido a través de las hojas de cálculo Excel. Estas hojas de cálculo se pueden ver al final de este documento en el apartado: **6.7 Hojas de cálculo Excel.**

#### 6.3.1 Coste de los moldes de las piezas de ABS.

Marca	Coste molde (€).
1	33762,3
3	91645,4
5	77635
7	30581
9	38918,3
12	17670,3
14	12178,8
15	2119,5

Tabla 75. Coste moldes piezas ABS.

Coste total: **304511,07.**

#### 6.3.2 Coste de los moldes de las piezas de EPS.

Marca	Coste molde (€).
2	66241,3
6	23630,1
10	13072,7

Tabla 76. Coste moldes piezas EPS.

Coste total: **102944,2594.**

#### 6.3.3 Coste del molde de la pieza de PTFE.

Marca	Coste molde (€).
13	22183,6

Tabla 77. Coste molde PTFE.

Coste total: **22183,6051**



### 6.3.4 Coste unitario de las piezas fabricadas en base al precio del molde.

Se obtiene el precio unitario de las distintas piezas en base al coste del molde teniendo en cuenta que se fabrican un total de 200000 unidades.

Pieza	Coste (€).
1	0,56
2	0,33
3	0,85
5	0,61
6	0,11
7	0,38
9	0,42
10	0,06
12	0,32
13	0,11
14	0,15
15	0,06

Tabla 78. Coste unitario adicional por moldes.

Coste total: **4,022**

## 6.4 Costes operarios.

Para deducir el coste adicional sobre el producto que supone la mano de obra encargada de la manipulación, inserción y fijación de las piezas, se estima un precio de 32 euros la hora del operario encargado.

Coste total: **0,444**

### 6.4.2 Costes unitario adicional derivado del operario de montaje.

El coste correspondiente a la manipulación de las piezas durante el proceso de ensamblaje teniendo en cuenta un coste del operario de 15(€/h) es de:

Marca	Tiempo montaje (s)	Coste (€/s)	Coste final (€)
1	5,6	0,008	0,049
2	6,6	0,008	0,058
3	6,6	0,008	0,058
4	8,5	0,008	0,075
5	2,63	0,008	0,023
6	4,19	0,008	0,037
7	2,63	0,008	0,023
8	4,34	0,008	0,038
9	2,63	0,008	0,023
10	4,19	0,008	0,037
11	2,63	0,008	0,023

12	2,63	0,008	0,023
13	2,63	0,008	0,023
19	7,43	0,008	0,065
16	7,43	0,008	0,065
17	10,18	0,008	0,089
14	2,63	0,008	0,023
15	3,43	0,008	0,030
18	7,43	0,008	0,065

Tabla 76. Coste unitario adicional por operario manipulación.

Coste total: **0,83**.

## 6.5 Costes unitarios finales.

El coste unitario final de cada una de las piezas en función de los costes adicionales calculados anteriormente es:

Marca	Coste comercial	Coste unitario derivado de las materias primas.	Coste unitario derivado del molde.	Coste unitario derivado del operario de montaje	Coste final de cada pieza.
1		2,0085	0,569	0,049	2,62
2		0,178	0,331	0,058	0,56
3		1,89	0,855	0,058	2,80
4	2,42			0,075	2,49
5		0,38	0,612	0,023	1,05
6		0,0236	0,118	0,037	0,17
7		0,468	0,389	0,023	0,88
8	0,68			0,038	0,71
9		0,283	0,425	0,023	0,73
10		0,014	0,065	0,037	0,11
11	1,54			0,023	1,56
12		0,195	0,322	0,023	0,54
13		1,75	0,110	0,023	1,88
19	0,0644			0,065	0,12
16	0,019			0,065	0,08
17	0,012			0,089	0,11
14		0,136	0,157	0,023	0,31
15		2,92e-3	0,069	0,030	0,11
18	0,5			0,065	0,56

Tabla 78. Costes unitarios de las piezas.

El precio final de todos los componentes: **17,39**

A este precio final, hay que sumarle el precio de la bomba de vacío manual:

$$17,41 + 5,71 = \mathbf{23,1}$$

## 6.6 Coste final del producto.

Coste de fabricación unitario	Costes indirectos (10%)	Costes de comercialización (20%)	Beneficio industrial (30%)	IVA	PVP
23,1	2,31	5,08	9,15	8,33	47,96

*Tabla 79. Coste final producto.*

El precio final del producto es de: **48 euros**.