

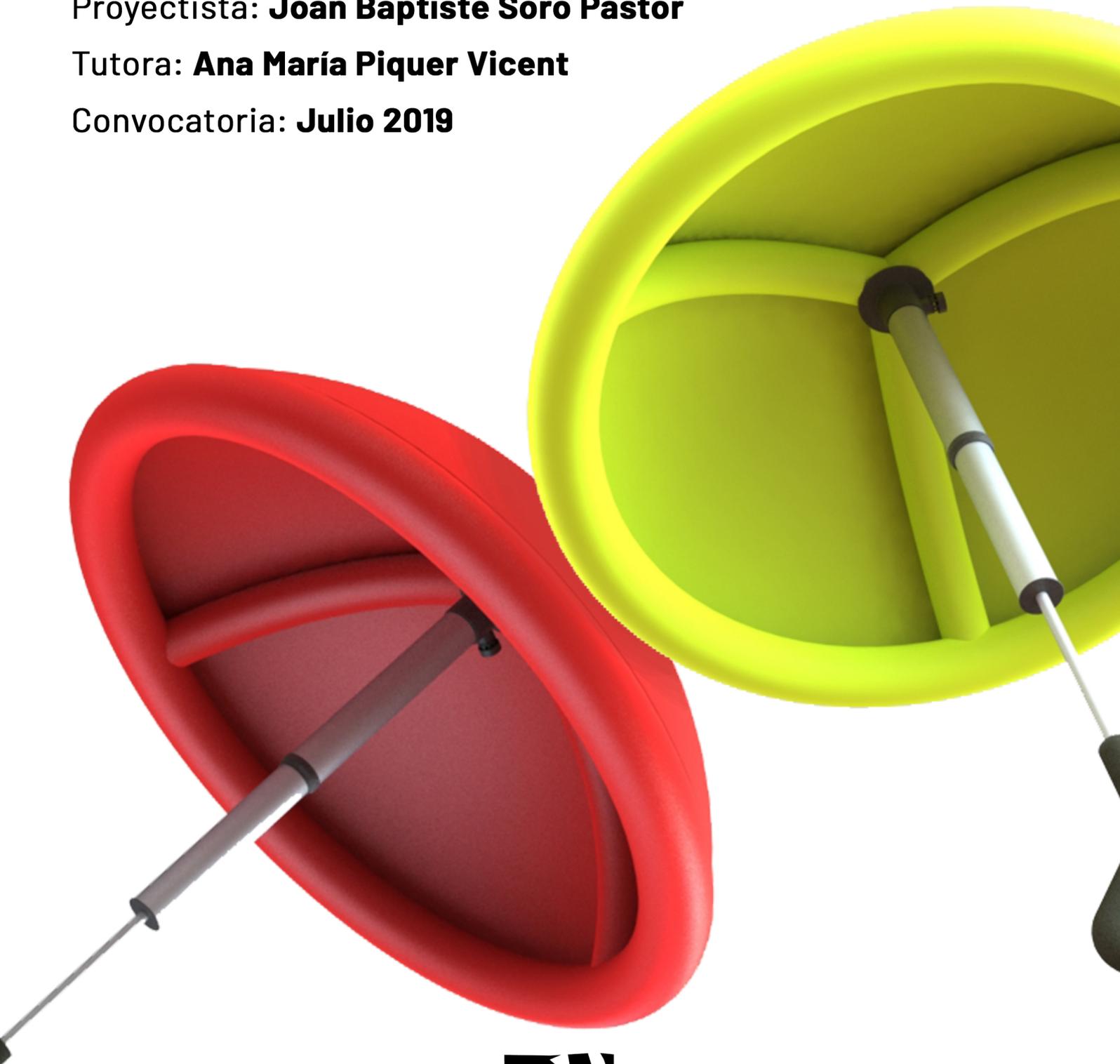
# Diseño de un paraguas hinchable

Ingeniería de diseño industrial y desarrollo de productos

Proyectista: **Joan Baptiste Soro Pastor**

Tutora: **Ana María Piquer Vicent**

Convocatoria: **Julio 2019**



UNIVERSITAT  
JAUME•I

*Volumen 1*

# Índice General

Memoria

Anexos

Pliego de condiciones

Presupuesto

Planos



# Memoria



# Índice de la memoria

1.	Intención del proyecto .....	7
1.1.	Objetivo .....	7
1.2.	Justificación .....	7
2.	Antecedentes .....	11
2.1.	Historia del paraguas .....	11
2.2.	Mercado de paraguas.....	12
2.2.1.	Paraguas clásicos.....	12
2.2.2.	Paraguas de estética innovadora .....	15
2.2.3.	Paraguas de funcionalidad innovadora .....	17
3.	Análisis de soluciones de diseño .....	21
3.1.	Diseño de mangos .....	21
3.1.1.	Mangos previos .....	21
3.1.2.	Desarrollo de alternativas .....	24
3.1.3.	DATUM.....	27
3.1.4.	Método de ponderación .....	29
3.1.5.	Conclusión .....	29
3.2.	Diseño de hinchadores.....	30
3.2.1.	Hinchadores previos.....	30
3.2.2.	Desarrollo de alternativas .....	30
3.2.3.	Conclusión .....	33
3.3.	Diseño de cubiertas .....	33
3.3.1.	Desarrollo de alternativas .....	33
3.3.2.	Conclusión .....	34
4.	Análisis de materiales .....	35
4.1.	Materiales del mango .....	35
4.1.1.	Materiales previos .....	35
4.1.2.	Materiales posibles.....	35
4.1.3.	Conclusión .....	36
4.2.	Materiales del hinchador .....	36
4.2.1.	Materiales previos .....	36
4.2.2.	Materiales posibles.....	36
4.2.3.	Conclusión .....	37
4.3.	Materiales de la cubierta .....	37
4.3.1.	Características del material .....	37

4.3.2.	Materiales Posibles.....	38
4.3.3.	Conclusión .....	42
5.	Normas y referencias.....	45
5.1.	Disposiciones legales y normas aplicadas.....	45
5.2.	Bibliografía.....	45
5.3.	Programas utilizados .....	45
6.	Resultados finales .....	51
6.1.	Descripción del producto final .....	51
6.2.	Descripción y montaje de las piezas .....	51
6.3.	Explicación del proceso de hinchado y deshinchado .....	59
6.4.	Peso del paraguas.....	64
6.5.	Plan de explotación, venta y distribución; estudio económico; rentabilidad .....	64
6.6.	Variedad en el diseño .....	65
6.7.	Imagen de marca .....	67
6.7.1.	Logotipo .....	67
6.8.	Packaging .....	68
6.8.1.	Posibles envases del hinchador.....	68
6.8.2.	Envase de la cubierta.....	70
6.8.3.	Embalaje para el transporte .....	71
7.	Requisitos de diseño.....	75
7.1.	El cliente .....	75
7.2.	Legislación, reglamentación y normativa aplicables.....	75
7.2.1.	Relativa a las piezas de aluminio .....	75
7.2.1.	Relativa a las piezas de HDPE moldeadas por inyección .....	76
8.	Planificación.....	77
8.1.	Diagrama de Gantt .....	77

## 1. Intención del proyecto

### 1.1. Objetivo

Con este proyecto se pretende crear un paraguas más seguro y divertido para niños y niñas, una alternativa al paraguas convencional que les permita jugar con él sin riesgo de lesiones producidas por una punzada de la terminación de las varillas. En este caso sustituiremos las varillas por una cubierta hinchable.

Se considerará que el paraguas facilite su portabilidad en una mochila o bolso de tamaño medio, ocupando poco espacio e impidiendo la exposición de otros objetos a la humedad que este pueda tener debido a la lluvia.

También se considerará la posible modulabilidad del producto para permitir la compra de recambios, disminuyendo con ello la cantidad de residuos en caso de rotura del mismo.

Aunque en un principio esté pensado para un usuario infantil, a lo largo del proyecto se sopesará la idea de extenderlo también a un público adulto, ya que podría presentar ventajas frente al paraguas convencional.

### 1.2. Justificación

Como mencionamos en el punto anterior (*ver Objetivo*), el objetivo de este proyecto es crear un paraguas más seguro y divertido para niños y niñas de entre 5 y 12 años.

En 2012, profesionales de la universidad de Monash en Australia (1) estudiaron el número de accidentes producidos por los paraguas. Contabilizaron como cifra promedio de 20 lesiones relacionadas con paraguas al año (*Graf.1*) analizando las causas de solicitud de atención en 38 departamentos de emergencia hospitalaria. Esta investigación se realizó en la zona de Victoria, con una población aproximada de 5.3 millones de habitantes (2).

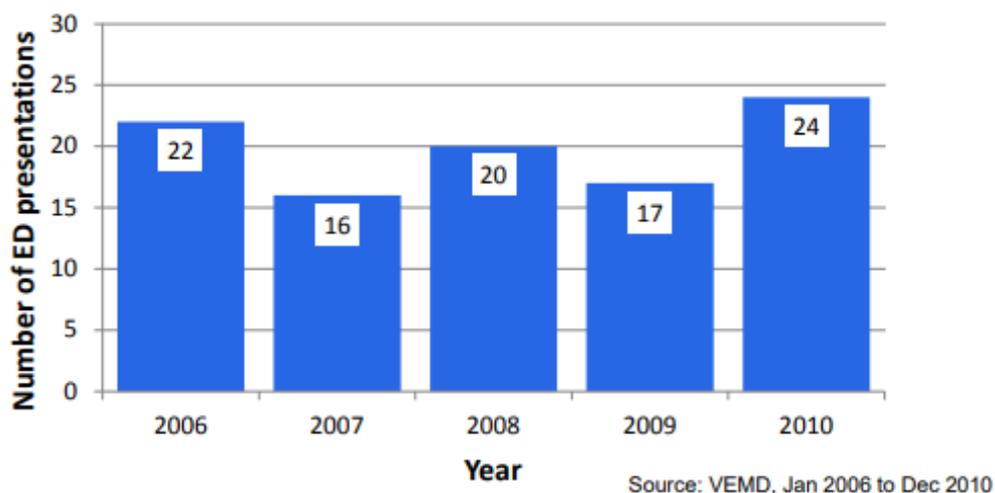


GRÁFICO 1. CASOS DE ACCIDENTES CON PARAGUAS

Esta noticia fue publicada a su vez por la BBC (3) reclamando la reinención del objeto "paraguas". Pero no fue este medio el que despertó mi interés por el tema, sino mi propia experiencia y la de mis allegados. Como se pone de manifiesto en la encuesta que he realizado, la vivencia de inseguridad que produce estar cerca de alguien que lleva un paraguas con puntas es generalizado (*ver Anexo V*).

La relación entre el objeto “paraguas” y el riesgo de accidente, como indica el estudio realizado en 2012, parece tener, en parte, un factor común. Si buscamos el estudio original (*Graf. 2*), observamos que la mayoría de estos casos se dan en personas de entre 0 y 14 años, abarcando aproximadamente el 33% del total de casos.

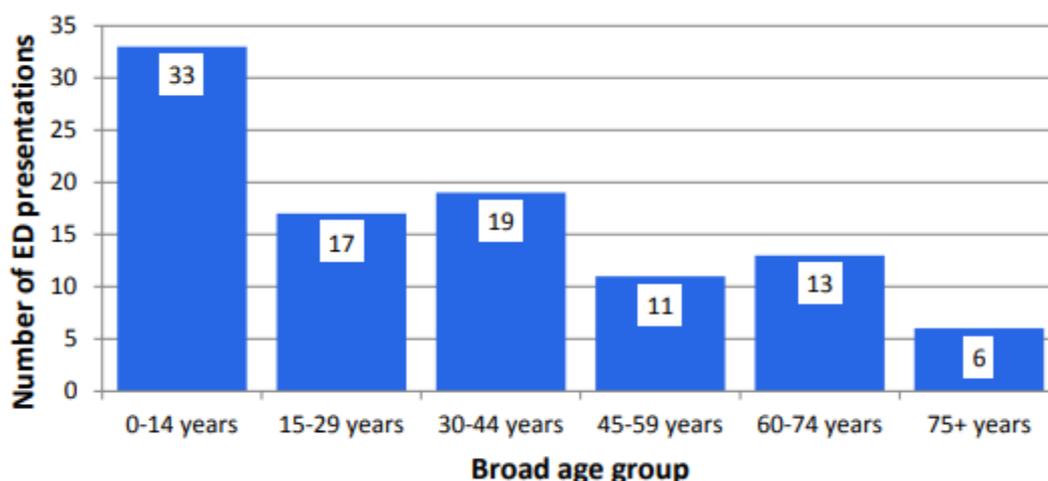


GRÁFICO 2. CASOS DE ACCIDENTES CON PARAGUAS EN FUNCIÓN DE LA EDAD

Una posible explicación de estos hechos podría ser que los niños sean, por lo general, propensos a transformar muchos objetos en juguetes, objetos que quizá puedan resultar peligrosos desempeñando esta nueva función. Quizás entender el paraguas únicamente como un utensilio para evitar mojarse bajo la lluvia, podría ser una idea difícil de imponer en la mente de un niño. Para afianzar la teoría de una supuesta predisposición en los niños a otorgar a los paraguas la categoría de juguete, la contrastaremos con las respuestas obtenidas en una encuesta (*ver Anexo VI*).

Con esta encuesta no solo intentaremos establecer una relación entre la infancia y el uso del paraguas a modo de juguete, sino también considerar el número de accidentes, por más que sólo produzcan daños leves que este uso puede motivar.

El estudio (2012) también afirma que el 84% de estos casos son principalmente consecuencia de golpes que producían perforaciones, cortes y en menor medida de “otros accidentes involuntarios”. Un 18% del total de casos tenían relación con los ojos.

La interpretación de causalidad relativa a la utilización del paraguas como juguete y al alto porcentaje de accidentes en edades tempranas, también se puede ver como conclusión del trabajo realizado por la universidad australiana. El estudio finaliza alertándonos, y enunciando que “no debe permitirse que los niños/as usen los paraguas como un juguete”.

Pero la alerta no parece suficiente. La mayoría de los adultos recuerdan que en su infancia jugaron con paraguas (*ver Anexo VI*) y con toda probabilidad fueron alertados por adultos responsables de los riesgos de su uso. Las posibles actuaciones destinadas a reducir los riesgos derivados del uso del paraguas sólo nos dejan dos opciones. Podemos cambiar la forma en que los niños y las niñas entienden los objetos, es decir, podemos “cambiar al niño” o podemos reducir los riesgos modificando el diseño del objeto, es decir, podemos “cambiar el paraguas”.

Todos los niños cambian en la medida en que dejan de ser niños. Los adultos podemos convencerlos, con algo de tiempo y habilidad, de que un paraguas no es un juguete. Pero ¿no parece la segunda opción bastante más simple? Y, ¿no es también más segura? Porque

parece claro que desde el punto de vista de los niños y las niñas, al menos mientras lo son, el paraguas es un juguete. Y es difícil resistir la tentación de jugar con él.

He optado pues por “cambiar el paraguas”.



## 2. Antecedentes

### 2.1. Historia del paraguas

En esencia, el paraguas actual es el mismo que habríamos podido ver en las calles de Londres hace más de 300 años. Un diseño que ha permanecido prácticamente inalterado, debido a la efectividad con que desempeña su cometido.

Respecto de la historia del paraguas la primera aparición de la que se tiene constancia (4) fue hallada en la tumba de Qin Shihuang, que reinó en china entre el 247 y el 221 a.C. (*Imag.1*). Sin embargo, el propósito de este artilugio estaba más centrado en parar los rayos de sol que no la lluvia. Debido a la ausencia de materiales impermeables ligeros, se empleaban telas como la seda, recubiertas de aceite, cera o barniz para evitar el paso del agua.



**IMAGEN 1.** TUMBA DEL EMPERADOR QIN SHIHUANG

Más adelante y gracias a la ruta de la seda (5), Corea, Japón, Persia, el Imperio Asirio, Egipto, la antigua Grecia o Roma, también comenzaron a hacer uso de estos artilugios, aunque en este caso solo se empleaban como parasoles, no como paraguas.

Independientemente de su función, los parasoles o paraguas si tenían algo en común en todas estas culturas, eran un símbolo de alta alcurnia, este invento desmontaba la condición igualadora de la lluvia, en aquellos tiempos las gotas solo mojaban la cabeza del pobre.

Los primeros paraguas propiamente dichos no se extendieron hasta llegado el siglo XVII, esta tendencia tuvo lugar por primera vez en Inglaterra y se fue extendiendo al resto de países de Europa.

Estos paraguas no se podían plegar, tenían estructuras rígidas, no fue hasta 1805, cuando Jean Marius inventó el paraguas plegable (5).

En 1823 el irlandés Charles Mackintosh desarrolló el primer paraguas impermeable. Pero al estar realizado con caucho, suponía un mayor peso y un aroma que lo hacía un producto poco atractivo.

El último cambio significativo en los paraguas apareció en torno a 1837, cuando las estructuras de madera o hueso fueron sustituidas por las ya omnipresentes varillas de acero.

## 2.2. Mercado de paraguas

En la actualidad los paraguas clásicos de varillas metálicas siguen siendo, con diferencia, los más vendidos tanto a nivel nacional como internacional, aun así, existen otras propuestas que también tendremos en cuenta a la hora de estudiar el mercado. La variedad de paraguas que han salido al mercado es tan grande que tendremos que organizarlos en subgrupos: clásicos, funcionalmente innovadores y estéticamente innovadores.

### 2.2.1. Paraguas clásicos

#### ○ Paraguas de bastón

Se podría decir que los demás modelos son ideas derivadas de este. El que observamos (*Imag.2*) no es más que un ejemplo, podemos encontrar estos paraguas en multitud de tonalidades, formas y materiales, esta última característica puede incrementar el precio del paraguas hasta convertirlo en un producto "de lujo". Aún hoy, este tipo de paraguas pueden seguir considerándose un símbolo de distinción de clase en algunos círculos (*ver Historia del paraguas*).

Su resistencia al viento depende de los materiales que lo compongan y la calidad de su ensamblaje. Pero aún con todo, no es extraño ver este modelo tirado en las papeleras y contenedores cuando hay días de lluvia y rachas de viento fuertes. Ya sea porque alguna de las varillas que mantienen la cubierta se ha doblado o por una rotura en la tela que conforma la cubierta, generalmente en la zona que la une con los extremos de las varillas (donde se concentra la mayor tensión). El tamaño del paraguas una vez plegado también puede resultar un problema.



IMAGEN 2. PARAGUAS DE BASTÓN

- Paraguas plegable

Conserva la esencia del paraguas de bastón, solo que en este caso, su tamaño se reducirá considerablemente tras el plegado (*Imag.3*). La barra metálica central se sustituirá por una barra retráctil compuesta de varios cilindros y las varillas se dividirán en varios segmentos unidos por pasadores para permitir su plegado. Aunque la portabilidad y el precio de este modelo lo hayan aupado al primer puesto en número de ventas, también lo han hecho el más vulnerable a las inclemencias del tiempo. Las uniones que se precisan en las varillas plegables se convierten en el punto más susceptible para sufrir una deformación.



**IMAGEN 3.** PARAGUAS PLEGABLE

- Paraguas de cabeza

No todos los paraguas deben tener un bastón para sujetarlo, este es un claro ejemplo (*Imag.4*). A pesar de que pueda parecer una buena idea, la sujeción dista mucho de ser ideal, por cuestiones de comodidad y agarre.

Las posibles ráfagas de viento harán imposible vestir este “sombbrero” sin temer a que salga volando. También hay que apuntar que este modelo desprende una estética graciosa y divertida, que no siempre puede ser la deseada por los usuarios.



**IMAGEN 4.** PARAGUAS DE CABEZA

- Paraguas Infantiles

Generalmente los paraguas para niños/as (*Imag.5*), son simplemente una versión escalada del paraguas de bastón, solo que en este caso el modelo suele estar adornado con dibujos de temática infantil y en otros casos hasta con resortes de tela decorados con forma de orejas o cualquier otro motivo animado.

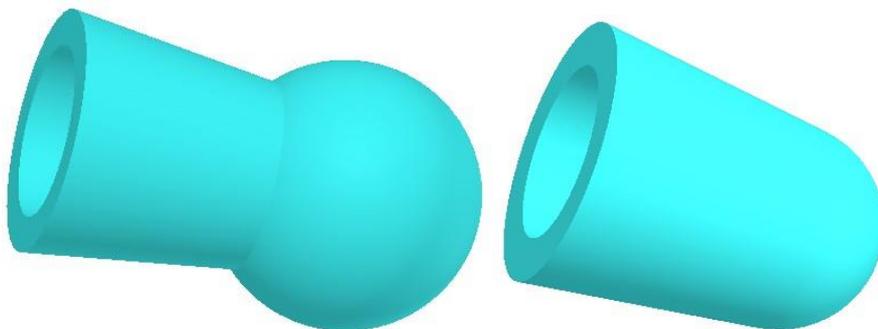


**IMAGEN 5.** PARAGUAS INFANTILES

La idea de este proyecto consiste desarrollar de un paraguas para niños. Sería lógico pensar que los antecedentes sobre los que se ha decidido investigar, tengan algún tipo de relación con este campo en concreto, más que con ningún otro. Pero lo cierto es que no se encuentra ningún cambio notable en los distintos paraguas que encontramos en revistas web como [www.starwalkkids.com](http://www.starwalkkids.com), [www.independent.co.uk](http://www.independent.co.uk), [www.nymag.com](http://www.nymag.com) o [www.thebump.com](http://www.thebump.com).

No hemos encontrado paraguas infantiles con cambios significativos más allá del apartado gráfico. Dentro de estos cambios estéticos, el que podríamos considerar más innovador, hace uso de pintura hidrocromática (*Imag.9*).

En lo relativo a la seguridad de los niños, estos paraguas suelen usar capuchones redondeados en las puntas de las varillas (*Imag.6*), lo que reduce la posibilidad de provocar una lesión grave en caso de impactar esta contra, por ejemplo, la zona de la mejilla. Aún así, el uso de estos capuchones no garantiza que la terminación de las varillas no pueda provocar una lesión ocular si tiene lugar un impacto.



**IMAGEN 6.** TIPOS PRINCIPALES DE CAPUCHÓN PARA VARILLA

La ausencia de novedad en el mercado de paraguas infantiles puede presentarse como una oportunidad de mercado, puesto que nuestro modelo sería fácilmente reconocible frente al resto de la competencia, siguiendo con ello una estrategia de diferenciación horizontal del producto por la novedad que este presenta, y vertical, en la medida en que resulta más seguro que el resto.

### 2.2.2. Paraguas de estética innovadora

No buscan mejorar la funcionalidad del paraguas, pero le atribuyen una estética original que atraiga la mirada de los usuarios. A continuación, mostraré unos ejemplos:

- “Vegetabrella” de Tokyo Noble (*Imag.7*), que con un sencillo difuminado y unas arrugas en los extremos de la cubierta le da al paraguas plegado la apariencia de una lechuga. Nos hace reflexionar sobre la posibilidad de trabajar la apariencia estética, no solo cuando el paraguas está en uso, sino también cuando lo plegamos.



IMAGEN 7. VEGETABRELLA

- “Raindrum” del diseñador Dong Min Park (*Imag.8*), ideado para transformar las gotas de lluvia en “baquetas”, que golpeando las distintas membranas que conforman nuestro paraguas despertarán múltiples sonidos con variedad de tonos.



IMAGEN 8: RAINDRUM

Aunque no sabemos si se trata de un paraguas pensado para niños o para adultos, es innegable que se trata de un producto que trata, en cierto modo, de convertir el paraguas en un juguete o un elemento divertido. Algo con lo que nos interesaría contar en nuestro paraguas.

- “Color Change Umbrella” de Suck UK (*Imag.9*), es un paraguas plegable normal, con la particularidad de que su cubierta está tintada con pintura hidrocromática, de modo que cuando la lluvia moja el paraguas, éste cambiará de color dependiendo de la cantidad de agua.



**IMAGEN 9:** COLOR CHANGE UMBRELLA

Encontramos este paraguas tanto en el ámbito infantil como en el adulto, la propiedad característica de cambiar de color también podemos encontrarla en otros diseños.

- “Sa” de Justin Nagelberg (*Imag.10*), es un paraguas basado en técnicas de origami para crear un modelo totalmente distinto a los ya conocidos. Lo cierto es que el precio de este es muy elevado y no revelan de qué material está compuesto, por lo que es complicado saber si presenta alguna ventaja frente a los paraguas clásicos más allá de la apariencia estética.



**IMAGEN 10:** SA

### 2.2.3. Paraguas de funcionalidad innovadora

- “Inverted Umbrella” de Zomtop (*Imag.11*), quizá haya sido la propuesta más exitosa como alternativa a los paraguas clásicos. El principio constructivo es muy similar al de estos, solo que ahora el sistema de cierre funciona a la inversa, de modo que la superficie mojada por la lluvia quedará en el parte interior un vez cerrado el paraguas. También encontramos la particularidad de que, en este caso, las varillas quedan ocultas entre las dos capas de las que se compone la cubierta.

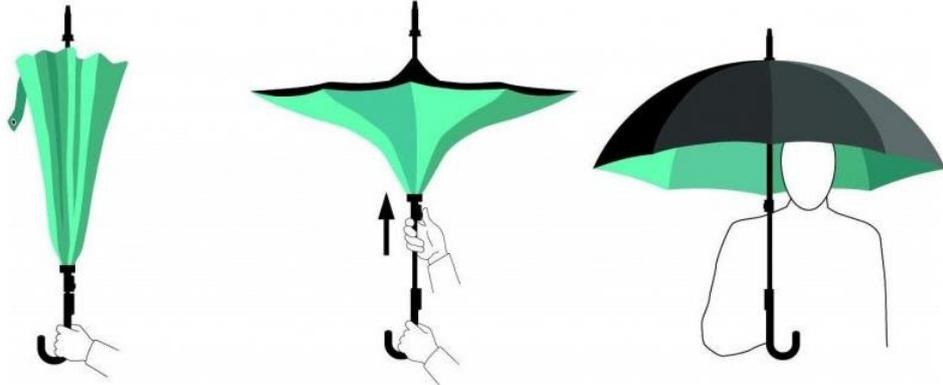


IMAGEN 11: INVERTED UMBRELLA

Aunque el uso de una doble cubierta resuelva el problema de comodidad que implica apoyar la estructura metálica de varillas directamente sobre nuestra cabeza. Las varillas seguirán terminando en punta y seguirán resultando un peligro.

Otra de las principales ventajas de este modelo es permitir al usuario entrar al coche cerrando el paraguas justo antes de cerrar la puerta (*Imag.11*), algo para lo que un paraguas clásico no ofrece facilidades.

- “Senz Umbrella” de Senz (*Imag.12*), pensada para resistir fuertes vientos, gracias a su forma aerodinámica y los materiales empleados. Este modelo también se ha hecho con una alta cuota de mercado.



IMAGEN 12: SENZ UMBRELLA

Este diseño supone un cambio radical en el diseño del paraguas, ya que rompe con la habitual forma circular que hasta ahora podíamos considerar incuestionable y presenta ventajas. Tendremos en cuenta la posibilidad de plantear alternativas en la forma de la cubierta a la hora de elaborar alternativas.

- “Rainshader” de Stephen Collier (*Imag.13*), también ha sido creado para fuertes vendavales. Hace uso de una forma que, en líneas generales, sigue el patrón de los paraguas clásicos, pero gracias a una mayor curvatura en la cubierta, puede someterse a fuertes vientos sin peligro a sufrir una deformación o rotura en la cubierta,



**IMAGEN 13:** RAINSHADER

- “Reflective Umbrella” de Suck UK (*Imag.14*), simplemente consiste en dotar a la cubierta de propiedades reflectantes para mejorar la visibilidad de los peatones durante la noche, previniéndonos así de posibles accidentes.



**IMAGEN 14:** REFLECTIVE UMBRELLA

Si tenemos en cuenta que los paraguas limitan la visión y que esto puede resultar un inconveniente a la hora de cruzar la calle, resulta interesante la idea de hacerlos más visibles

- “The Drop” de Ayca Dundar (*Imag.15*), sigue el mismo principio que las famosas tiendas de campaña “2 Seconds” de Decathlon (*Imag.16*), con una estructura interna basada en barras flexibles de polietileno que tensan la tela y mantienen una estructura rígida.



IMAGEN 15. THE DROP



IMAGEN 16. TIENDA DE CAMPAÑA "2 SECONDS"

A pesar de que plegar este tipo de estructuras exige un esfuerzo mayor al que encontraríamos en los paraguas clásicos (pudiendo resultar difícil de asumir para un usuario con poca fuerza), plantea una alternativa a las varillas de acero y resulta más segura para el uso de los niños.

También hablaremos de los diseños previos de paraguas hinchables que hemos encontrado ([ver Anexo I](#)), aunque avanzamos que no hemos encontrado evidencias de que estos hayan salido al mercado.



### 3. Análisis de soluciones de diseño

Estudiaremos y compararemos varias alternativas para tratar de cumplir al máximo con los objetivos propuestos a continuación:

Primero plantearemos las posibles alternativas que hemos desarrollado

#### 3.1. Diseño de mangos

Para seleccionar un mango deberemos observar primero los antecedentes de este y crear una serie de versiones o alternativas. En los procedimientos que llevaremos a cabo para fundamentar nuestra selección de un diseño final (*ver DATUM y Método de ponderación*), estas serán las pautas que determinarán la calidad de los mangos:

##### 1. Volumen plegado

Se buscará que el paraguas sea lo más portable posible, es decir, se valorará positivamente que el paraguas pueda guardarse en un bolso o mochila de tamaño medio tras su uso, sin miedo a que estos o los elementos que contienen acaben mojándose. Y en su defecto, poder llevarlo en la mano cómodamente.

##### 2. Cómodo (durante el hinchado)

Teniendo en cuenta que el usuario objetivo de este producto son los niños, deberemos tener en cuenta su capacidad para entender ciertos mecanismos, el esfuerzo físico que éstos puedan suponer y las consecuencias de su mal uso.

##### 3. Cómodo (durante el uso)

Se valorará positivamente las facilidades que pueda ofrecer a los usuarios para portar el paraguas, ya sea apoyado sobre el hombro o en vertical.

##### 4. Facilidad de fabricación

Se valorará positivamente que el mango resulte fácil de fabricar, suponiendo esto una reducción en los costes.

##### 5. Facilidad de colgado

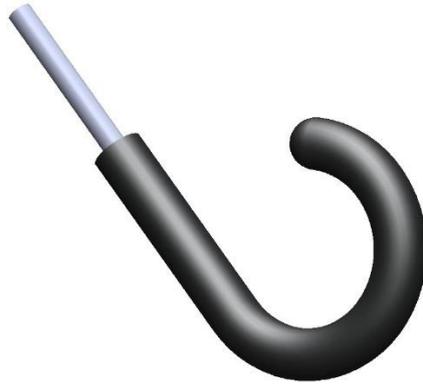
Los paraguas plegables no tienen cabida en un paragüero convencional, la opción más recurrente para su almacenaje suele ser colgarlo en una percha o dejarlo sobre una superficie horizontal. Valoraremos la facilidad que este pueda ofrecer a ser guardado del primer modo comentado.

##### 3.1.1. Mangos previos

Antes de desarrollar un mango, se hace necesaria la revisión de los modelos precedentes, esto nos ayudará a establecer una base en el diseño de esta tipología de productos, y a comprender cuáles son los principales puntos que se tienen en cuenta a la hora de realizar un diseño:

- El mango con forma de gancho (*Imag. 17*) siempre ha sido una de las mayores señas de identidad del paraguas clásico, permitiéndonos colgarlo cuando queramos guardarlo o cuando necesitemos transportarlo sin hacer uso de este una vez plegado. Los paraguas se guardan habitualmente en un perchero o colgador, (o paragüero en el caso de los paraguas de bastón) por lo que el hecho de que el

paraguas ofrezca facilidades para ser colgado puede resultar una ventaja en el diseño.



**IMAGEN 17.** PARAGUAS DE GANCHO

Aún sigue presente en una gran cantidad de modelos, y en los paraguas infantiles resulta ser la alternativa más elegida por los diseñadores. Fuera de los paraguas infantiles, actualmente los mangos han evolucionado, por lo general, a formas más sencillas (*Imag.18 y 19*):

- Este primer caso (*Imag.18*) suele vincularse a paraguas plegables porque ocupa muy poco espacio, pero no resulta especialmente cómodo para el usuario. Esto se debe a la longitud del agarre, teniendo en cuenta las dimensiones de la mano (*ver Anexo III*), precisaríamos de una mayor longitud en el agarre para poder adaptarlo a una mayor cantidad de usuarios.



**IMAGEN 18.** MANGO CORTO

- El segundo caso (*Imag.19*) se emplea para paraguas de tipo bastón y también en algunos plegables. El agarre es más cómodo que en el anterior caso (suele estar acolchado), pero, como en el mango de gancho (*Imag.17*), disminuye notablemente la portabilidad.



IMAGEN 19: MANGO LARGO

- Este último tipo de agarre que llamaremos “de tipo C” (*Imag.20*), apareció por primera vez en “Inverted Umbrella” de Zomtop (*ver Mercado de paraguas*), pero debido a su éxito en el mercado, actualmente se ha extendido también a otros modelos. Su forma fue pensada para poder llevar el paraguas abierto y sujeto a nuestro antebrazo, dejando la mano libre. Está fabricado a partir de caucho (*ver Materiales del mango*), por lo que ofrece un agarre antideslizante y, aunque en menor medida, acolchado.



IMAGEN 20: MANGO TIPO C

- En el ámbito infantil, podemos encontrar mangos con motivos decorativos que tratan de representar figuras animadas (*Imag.21*), pero lo cierto es que la mayoría de los paraguas que se encuentran actualmente en el mercado optan por el *Mango en forma de gancho* (*Imag.17*).



IMAGEN 21. MANGOS INFANTILES

### 3.1.2. Desarrollo de alternativas

En el diseño de nuestro mango deberemos tener dos cosas en cuenta: el espacio que ocupa y el agarre que ofrecen al usuario tanto en el proceso de hinchado como durante la utilización del paraguas.

Tanto el mango clásico, como el alargado y el "tipo C" (*Imag.20*), ocupan demasiado espacio como para formar parte de un mango del que esperamos que facilite la portabilidad del paraguas. Para considerar una opción de este tipo, ésta deberá aportarnos muchas ventajas en el resto de los campos. Por otra parte, tenemos el mango pequeño, que sí se adapta a nuestros objetivos de portabilidad, pero el agarre que proporciona no es adecuado. Trataremos de desarrollar un mango que pueda adaptarse mejor a las necesidades de nuestro usuario.

Mediante una fase de brainstorming individual, crearemos una serie de soluciones para un mismo problema, acto seguido compararemos las soluciones mediante una o varias metodologías para evaluar la adecuación de los distintos diseños a los requisitos establecidos (cuáles y cuántas metodologías empleemos dependerá de los resultados obtenidos).

- Mango 1

Inspirado en el hinchador "Blackburn Mammoth AnyValve" (*Imag.22*), este mecanismo nos permite situar el mango en dos posiciones (*Imag.23*), una paralela a la dirección del esfuerzo (*Imag.23; izquierda*) durante el hinchado y otra perpendicular (*Imag.23; derecha*). Ambas posiciones ofrecen un agarre de potencia. Lo que facilitaría tanto la sujeción del paraguas durante el uso como durante el hinchado.



IMAGEN 22. HINCHADOR DE BICICLETA (MAMMOTH)

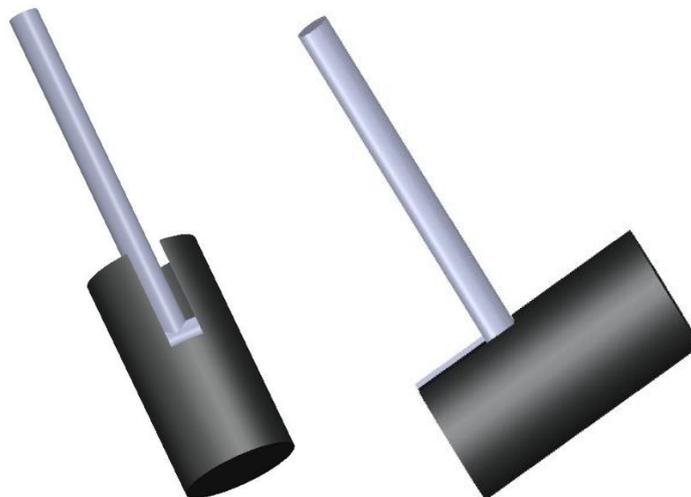


IMAGEN 23: MANGO 1

- Mango 2

Este mango (*Imag.24*) nos ofrece 5 posiciones de agarre distintas:

1. Agarre de potencia paralelo a la dirección del esfuerzo durante el hinchado.
2. Agarre de potencia perpendicular a la dirección del esfuerzo durante el hinchado.
3. Agarre de gancho para sujetar el paraguas como si de un asa se tratase.
4. Agarre de potencia oblicuo para apoyar el paraguas sobre el hombro sin forzar el ángulo de la muñeca.
5. Agarre de muñeca, quedando ésta rodeada por el mango, pudiendo así tener las dos manos libres.

Además, también podremos colgar este mango de, por ejemplo, una percha, sin necesidad de añadir ningún otro elemento, como una cinta o correa.

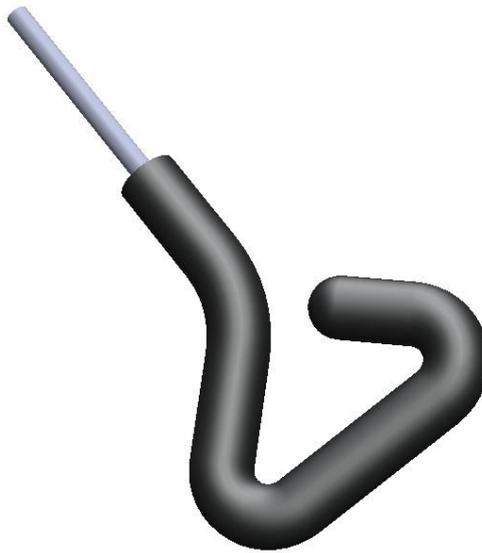


IMAGEN 24: MANGO 2

- Mango 3

Podríamos interpretar este modelo (*Imag.25*) como una versión más sencilla del *Mango 1* (*Imag.23*). Su forma en L también nos facilita los dos primeros agarres comentados en el *Mango 1*. Solo que, en este caso, en lugar de un agarre perpendicular a la dirección del esfuerzo durante el empuje, éste será una superficie apta para realizar una fuerza de empuje.



IMAGEN 25: MANGO 3

- Mango 4

Podríamos decir que se trata de la alternativa más sencilla (*Imag.26*), el agarre que ofrece no es el óptimo, pero ofrece los dos primeros agarres (*ver Mango 1*) de los que precisamos para portar e hinchar el paraguas, aunque en este caso el agarre durante el hinchado se basará en una superficie donde el usuario deberá presionar. También podríamos indicar que esta forma esférica nos facilitaría la posibilidad de dotarlo con motivos infantiles, como ya hemos visto en otros modelos.



IMAGEN 26: MANGO 4

- Mango 5

Este modelo (*Imag.27*) solo nos ofrecerá un agarre de potencia paralelo a la dirección del esfuerzo y dada su forma, reforzará el agarre cuando este esté aplicando el esfuerzo, ofreciendo topes a la mano durante el hinchado y evitando un posible deslizamiento.

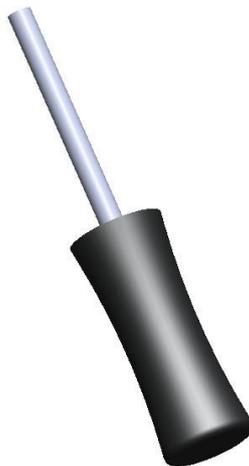


IMAGEN 27: MODELO 5

- Mango 6

La ventaja de este mango (*Imag.28*) no viene tanto por el lado de la usabilidad, como por el espacio ahorrado, sin dejar de ser un agarre óptimo si lo comparamos con el que nos proporciona el del *Mango corto* (*Imag.18*). La curva que presenta en la base del paraguas puede ofrecerse como superficie de empuje durante el hinchado, como ya se pudo observar en el *Mango 3*.



IMAGEN 28: MANGO 6

- Mango 7

Este (*Imag.29*) y el Mango 2 (*Imag.24*), son los únicos que contemplan la posibilidad de ofrecer un agarre oblicuo, solo que en este caso solo contaríamos con este y el agarre vertical.



IMAGEN 29: MANGO 7

### 3.1.3. DATUM

La idea del proyecto es crear un paraguas divertido y más seguro para los niños. Al mismo tiempo este deberá ser lo más funcional posible, teniendo en cuenta la portabilidad, la facilidad de uso, facilidad de fabricación, vida útil y precio.

Dado que resulta difícil cuantificar de forma objetiva las posibilidades de jugar con el mango de un paraguas y que la seguridad viene relacionada sobre todo con aspectos de la cubierta (*ver Diseño de cubiertas*), nos centraremos en analizar el cumplimiento de las demás cualidades.

Para evaluar el cumplimiento de objetivos hemos utilizado la siguiente escala (*Tabla.1*):

Malo	Regular	Bueno
-1	0	+1

Mangos	Volumen plegado	Cómodo (durante el hinchado)	Cómodo (durante el uso)	Facilidad de fabricación	Facilidad de colgado	Total
Mango 1	+1	+1	0	-1	-1	0
Mango 2	-1	+1	+1	0	+1	2
Mango 3	+1	0	0	+1	-1	1
Mango 4	0	0	0	+1	-1	0
Mango 5	0	+1	0	0	0	1
Mango 6	+1	-1	-1	0	+1	0
Mango 7	-1	0	+1	+1	-1	0

TABLA 1. DATUM

La lectura que extraemos del método DATUM nos desvela que el mango 2 es el que más se ajusta a los objetivos establecidos. Vamos a analizar y comentar brevemente los resultados:

1. Volumen plegado → A pesar de ser el candidato más cualificado, el mango 2 no coincide demasiado con nuestras necesidades de portabilidad (poder guardar el paraguas en una mochila o bolso de tamaño medio). Por otro lado, opciones como las 1, 3 y 6 si son competentes en este apartado. Aun así, cabe destacar que el mango 2 facilita un agarre de gancho que permite al usuario transportar el paraguas cogiéndolo del mango a modo de asa (*ver Anexo III*).
2. Cómodo (durante el hinchado) → La opción 2 si cumple con esta condición, de echo podríamos decir que es la que mejor se adapta, ya que permite un agarre de potencia perpendicular a la dirección del esfuerzo realizado durante el hinchado (*ver Anexo III*).
3. Cómodo (durante el uso) → También aquí nos facilita la tarea, no solo cumpliendo con el ángulo que ofrece un agarre más ergonómico (*ver Anexo III*), sino ofreciéndonos también la posibilidad de llevar el paraguas sujeto al antebrazo, como en el mango "tipo C", también comentado en el punto anterior.
4. Facilidad de fabricación → El mango 2 presenta una forma más compleja de moldear que la mayoría de las alternativas, así como un mayor tamaño. Aun así, sigue constando de una sola pieza, mientras que el mango 1 es un ensamblaje, lo que implica un mayor número de piezas a fabricar.
5. Facilidad de colgado → El mango 2 es un asa en sí mismo. Por otro lado, la opción 5 no puede colgarse de una percha a menos que le incorporemos una cinta, pero sí puede mantenerse "en pie" sobre una superficie plana.

### 3.1.4. Método de ponderación

Creemos conveniente realizar otra prueba de selección de alternativas, ya que los resultados del Datum han resultado ser bastante ajustados. De modo que evaluaremos los mangos también mediante el método de ponderación (*Tabla.2*).

Objetivos	Ponderación %	Mango 1	Mango 2	Mango 3	Mango 4	Mango 5	Mango 6	Mango 7
Volumen plegado	20%	9	2	8	6	6	8	4
Comodidad (durante el hinchado)	25%	8	9	5	6	8	4	5
Comodidad (durante el uso)	25%	5	8	6	4	6	3	9
Fabricabilidad	15%	3	4	7	7	6	5	8
Facilidad de colgado	15%	2	9	3	2	2	7	3
<b>TOTAL</b>	100%	<b>58</b>	<b>66</b>	<b>58,5</b>	<b>50,5</b>	<b>59</b>	<b>51,5</b>	<b>59,5</b>

**TABLA 2.** MÉTODO DE PONDERACIÓN

Tras llevar a cabo el método de ponderación, comprobamos que no hay demasiada diferencia entre los distintos mangos, en lo que se refiere al cumplimiento de los objetivos en general, todos los valores están contenidos entre un 50% y un 70% de efectividad aproximadamente. De todos modos, aunque por poco, el mango 2 sigue siendo el que más se adapta a los requisitos.

### 3.1.5. Conclusión

Teniendo en cuenta los resultados y realizando una comparación crítica de todos los modelos, finalmente nos decantamos por el número 2.

Si bien no ofrece tantas facilidades a la hora de guardarlo en un bolso o mochila, sí puede llevarse en la mano cómodamente gracias a su forma de asa. En materia de comodidad, presenta muchas ventajas frente a otros modelos, puesto que no solo ofrece una modalidad de agarre, sino cuatro. Y aunque su forma podría resultar extravagante ante un público acostumbrado a la presencia exclusiva de mangos con formas más sencillas, podemos ver modelos similares que ya han triunfado en el mercado, como sería el caso del "mango tipo C" (*Imag.17*). No cabe duda de que, aunque la peculiaridad más destacada del paraguas viene dada por el hecho de que sea hinchable, este mango también puede otorgar una característica diferenciadora frente al resto de competidores.

Tras haber usado el paraguas y estando este mojado, podremos colgarlo fácilmente en un tendedero o cuerda de tender, así como en un perchero o percha de armario una vez esté seco. También presenta más dificultades durante su fabricación, pero estas no resultan tan notorias como para resultar un impedimento.

## 3.2. Diseño de hinchadores

La variabilidad de modelos que pueda haber en este apartado se debe más a razones técnicas, centradas sobre todo en el modo y tiempo empleado para extraer o inyectar el aire de la cubierta.

### 3.2.1. Hinchadores previos

Para diseñar este elemento nos inspiramos en dos elementos ya existentes que se mezclan para llevar a cabo la función combinada que nuestro producto requiere, hablamos de los bastones de paraguas y los hinchadores:

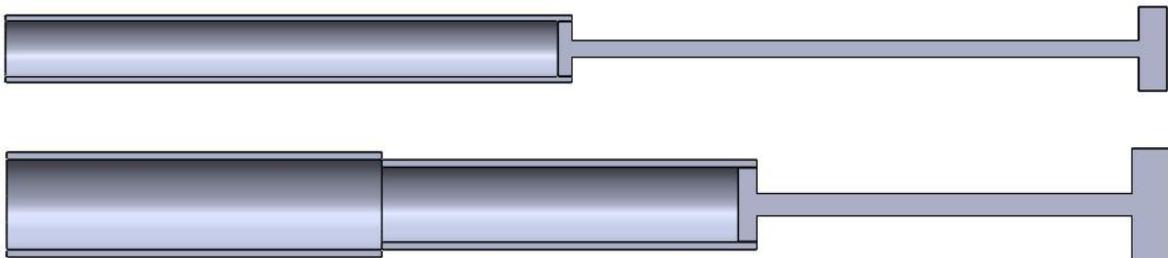
- Modelos de bastón de paraguas

En lo relativo a la forma podemos hablar de dos principales tipos: plegable y no plegable. El bastón no plegable es sencillamente un tubo que en su interior podrá incorporar, o no, un mecanismo desplegado automático conectado con las varillas de la cubierta. El bastón plegable está conformado por una estructura de acero retráctil, formada por una serie cilindros huecos que suelen incorporar un mecanismo de apertura automática enlazado con la cubierta.

En lo relativo a los materiales podríamos decir que prácticamente todos los bastones de paraguas están formados de acero, pero mencionaremos también los bastones de madera, generalmente relacionados con paraguas realizados a mano y de un precio muy superior.

- Modelos de hinchador actuales

Aunque la variedad de modelos es inmensa, en este distinguiremos dos casos únicamente, basándonos en el número de subdivisiones de que está constituida la cámara de aire: una (*Imag.30; arriba*) o dos (*Imag.30; abajo*).



**IMAGEN 30.** REPRESENTACIÓN SIMPLIFICADA DE LOS HINCHADORES

El número de cámaras derivará en un mayor o menor número de piezas, con todo lo que ello implica, pero también supondrá un mayor ahorro de espacio al plegarlo cuantas más cámaras tenga (suponiendo una misma longitud una vez desplegado). Tendremos que valorar los pros y contras de ambos casos para tratar de alcanzar una solución salomónica.

### 3.2.2. Desarrollo de alternativas

Cabe destacar que nuestro bastón no tendrá demasiada relación con los actuales, más allá de tratarse de un elemento recto y cilíndrico, puesto que su misión en el conjunto

del producto no se basa únicamente en funciones estructurales. Para trabajar en esta parte del proyecto deberemos centrarnos sobre todo en el mercado de hinchadores.

Como apuntamos anteriormente, hay muchos tipos de hinchadores, pero nos centraremos en los de mano, ya que en su mayoría están pensados para hinchar las ruedas de bicicleta y ser transportados en ella, lo que implica que la portabilidad (peso y tamaño) será una característica inherente a su diseño. Por lo que se refiere al mecanismo y forma, estos no suelen variar demasiado. Más adelante se explicará detalladamente el funcionamiento de nuestro hinchador ([ver Resultados finales](#)).

Aunque en un principio nos basemos en este tipo de hinchadores, debemos tener en cuenta que en nuestro caso no solo necesitaremos hinchar la cubierta del paraguas, sino que también la deshincharemos con la misma regularidad. Para ello deberemos realizar modificaciones en el diseño del hinchador de mano convencional, es en estas modificaciones dónde encontraremos, nuevamente, dos alternativas en nuestro diseño.

En este primer modelo, el hinchador ([Imag.31](#)) no sólo nos permitirá llenar de aire la cubierta, sino que una vez acabemos de usar el paraguas podremos invertir el proceso y extraer el aire con el propio hinchador, en otras palabras, tendrá la función de hinchador y de bomba de vacío. La viabilidad de este modelo estará marcada por la complejidad de su fabricación y la mayor dificultad de uso.

Como se observa en la imagen, la pieza superior estará dotada de un sistema de cuatro válvulas (dos para hinchar la cubierta y otras dos para deshincharla). Necesitaríamos, dotar al hinchador de un sistema que nos permitiera aislar las parejas de válvulas para cambiar de una opción a otra.

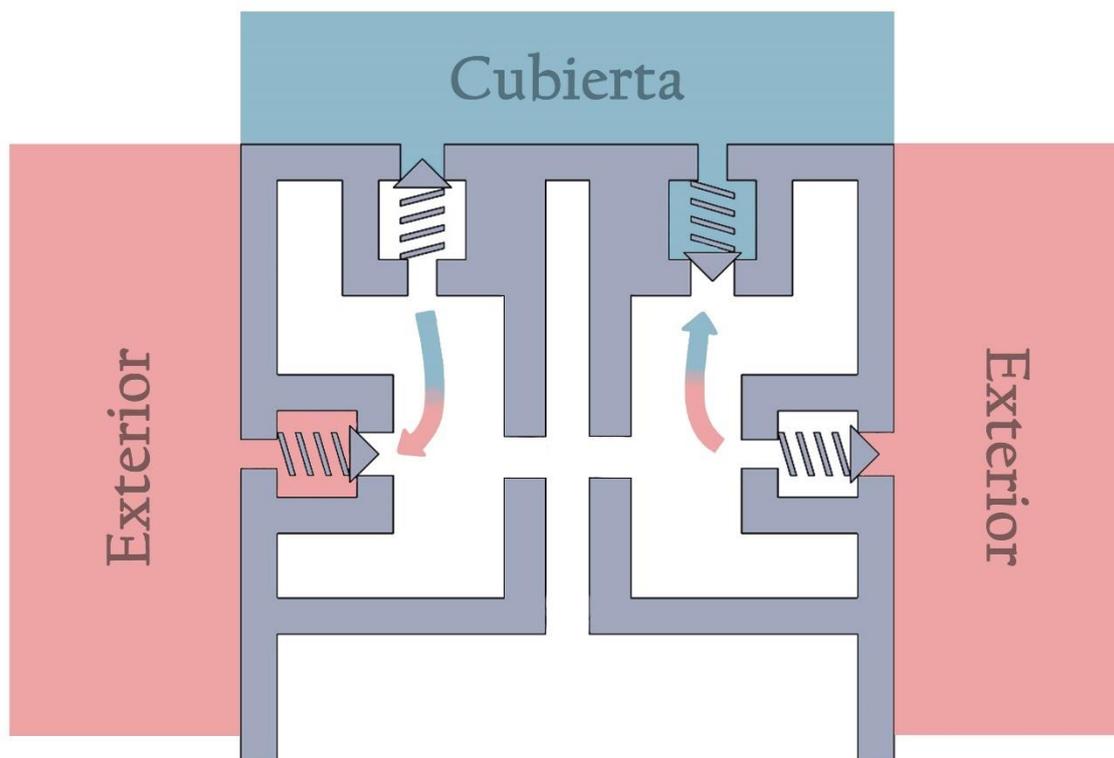


IMAGEN 31. HINCHADOR/BOMBA DE VACÍO

El segundo caso ([Imag.32](#)) reproduce el funcionamiento de un hinchador de mano convencional, solo que en este caso la parte superior contará con un orificio roscado que

nos permitirá liberar el aire de la cubierta al desenroscar la tapa, garantizando un deshinchado rápido.

Primero (*Imag.32; arriba*) vemos como el aire inyectado desde el hinchador hace ceder la válvula y sube a la cubierta. Una vez queramos deshinchar la cubierta, tan solo tendremos que desenroscar la tapa (*Imag.32; abajo*).

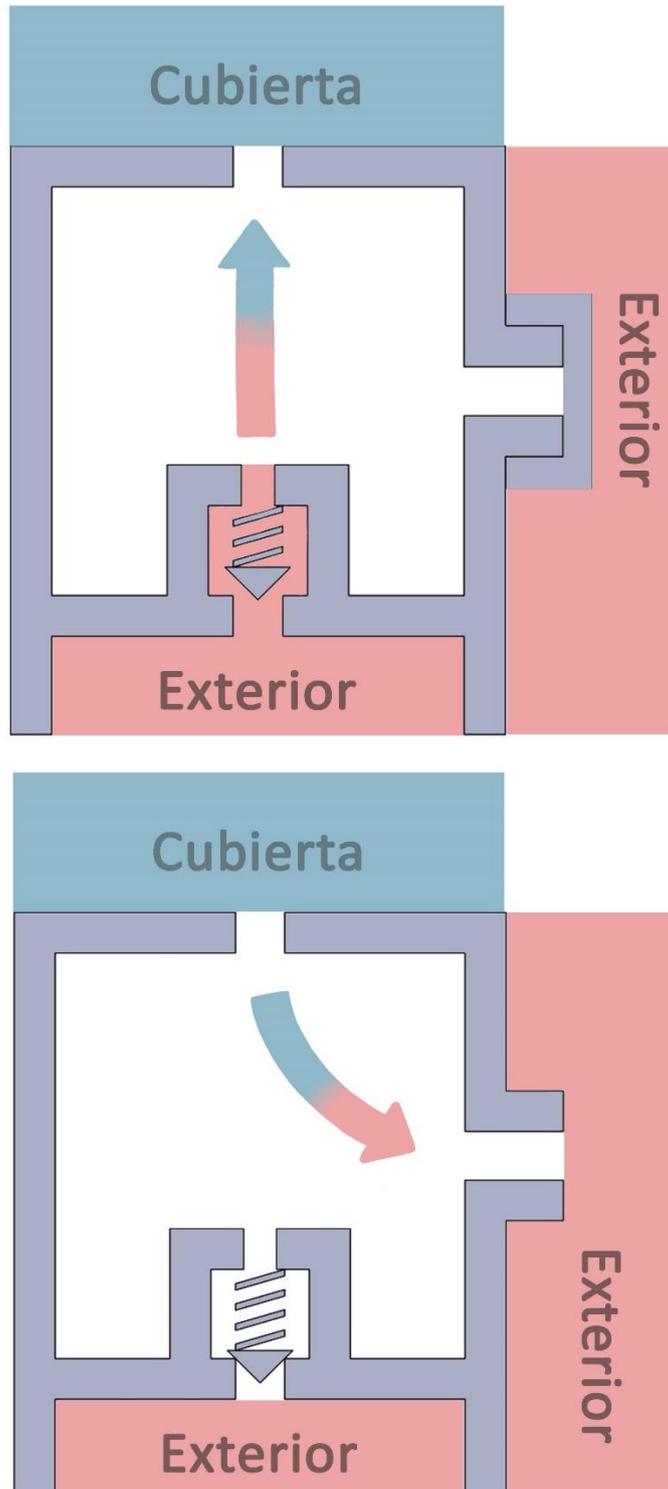


IMAGEN 32. HINCHADOR CON VÁLVULA DE ESCAPE

### 3.2.3. Conclusión

Finalmente nos decantaremos por la segunda opción, esta decisión se debe a dos motivos principalmente:

- El tiempo empleado en deshinchar la cubierta sería muy superior en el primer caso, y probablemente el usuario se encuentre en situaciones en las que se requiera un deshinchado rápido, como, por ejemplo, subir a un autobús.
- La fabricación de la primera alternativa resulta más compleja y no reporta muchos más beneficios, aparte de mantener el hinchador más aislado del exterior.

Por lo que respecta al número de cámaras, primaremos la capacidad de ahorrar espacio frente a la complejidad de fabricación y montaje del hinchador, ya que, si este constara tan solo de una cámara, el paraguas plegado ocuparía demasiado espacio.

## 3.3. Diseño de cubiertas

La selección de las cubiertas no solo estará basada en el diseño, sino en la facilidad que esta ofrezca para ser hinchada, así como la resistencia que presente a ceder ante la presión del viento.

### 3.3.1. Desarrollo de alternativas

La *Cubierta 1 (Imag.33)* nos presenta una propuesta basada en 8 costillas que parten del eje central. La única razón de ser de estos salientes consiste en reducir el volumen hinchado, para así permitir al usuario que despliegue el paraguas, en un menor tiempo.

Por otra parte, el hecho de no tratarse de una superficie esférica continua le aportará una menor solvencia frente a fuertes vendavales. Cabe destacar que la representación tridimensional (*Imag.33*) tan solo muestra la parte hinchable, los huecos que se observan quedarían cubiertos por otro tejido que impidiera pasar el agua.

Esta alternativa también presentaría dificultades en su fabricación, puesto que, para mantener la forma descrita, tendría que estar restringida por una serie de nervios de tela (*ver Anexo VIII*).

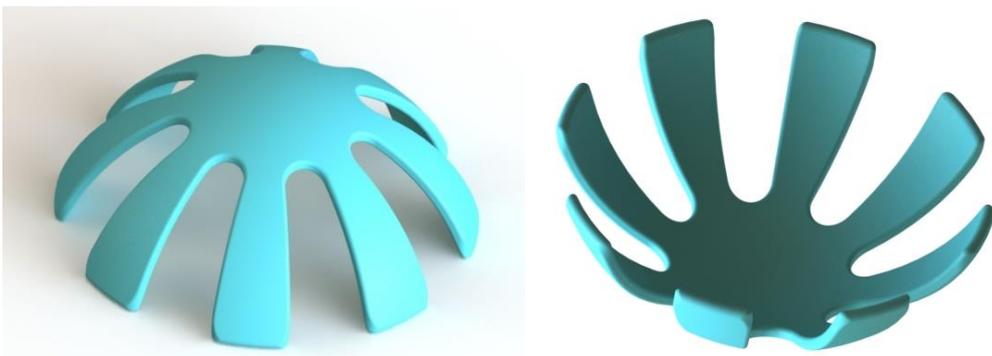
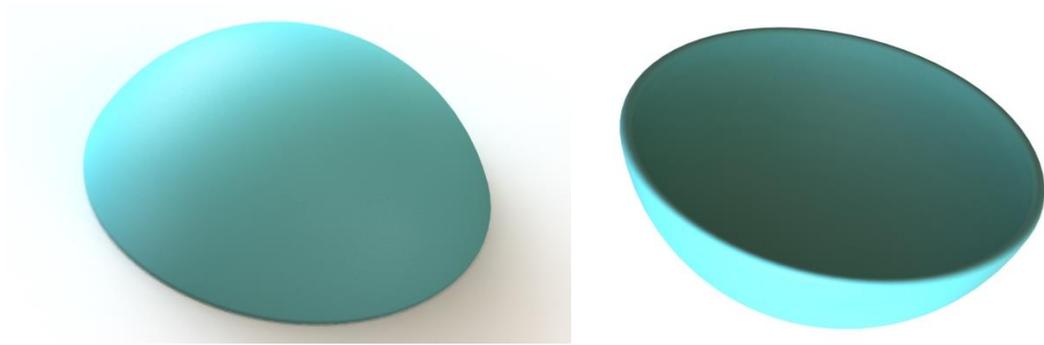


IMAGEN 33. CUBIERTA 1

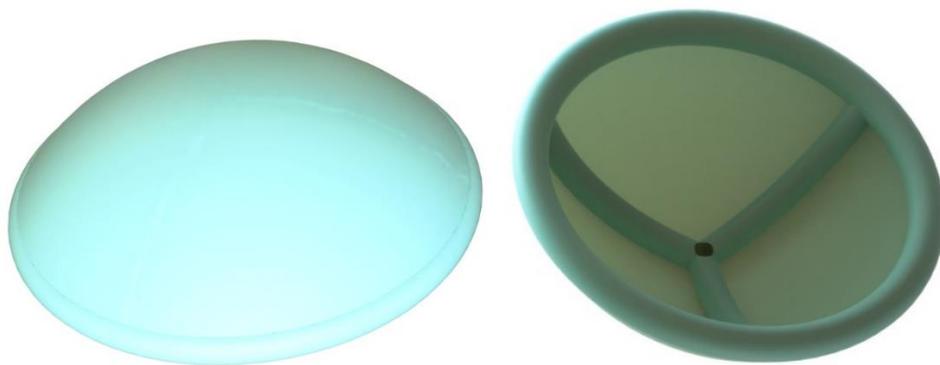
La segunda alternativa (*Imag.34*) es más sencilla que la primera, al ser toda ella una superficie hinchable, presentará una estructura más rígida, pero también requiere un mayor volumen de aire y, por lo tanto, un mayor tiempo invertido en proceso de hinchado. Su fabricación resultará más sencilla dada su forma semiesférica, pero igual que en la *Cubierta 1*, necesitará un entramado interior para mantener la forma al hincharse.



**IMAGEN 34.** CUBIERTA2

La tercera cubierta (*Imag.35*) plantea una solución más realista, ya que mantener la forma de las cubiertas anteriores supondría un entramado que mantuviera a las dos superficies que la conforman de la forma representada (*ver Anexo VII*).

En este caso la estructura principal de la cubierta estará basada en volúmenes de sección circular (un toroide en la parte inferior y tres costillas equidistantes entre ellas que parten de este y acaban juntándose en el centro de la cubierta).



**IMAGEN 35.** CUBIERTA 3

### 3.3.2. Conclusión

Tras analizar la fabricación de un flotador (*Animal Split Ring Flamingo*) (*ver Anexo VII*) comprobamos que la fabricación de las *Cubiertas 1 y 2* resultaría muy compleja, debido a la presencia de tirantes internos destinados a evitar la esferificación de la cubierta. Por lo que la opción más realista sería la *Cubierta 3*.

## 4. Análisis de materiales

### 4.1. Materiales del mango

#### 4.1.1. Materiales previos

Actualmente podemos encontrar mangos en el mercado realizados con todo tipo de materiales, como maderas, metales o cuero (normalmente sintético). Sin embargo, no cabe ninguna duda de que los materiales que más predominan en la actualidad son los plásticos, ya sean con un acabado esponjoso o rígido.

#### 4.1.2. Materiales posibles

En base a la información aportada por M. J. Agost y M. Vergara (7), para que un mango sea óptimo en el apartado ergonómico, deberá poseer, entre otras cosas, una superficie acolchada. Esta será la primera pauta que estableceremos a la hora de buscar un material para el mango. Ejemplos de estos materiales son:

- Caucho SBR

A pesar de que el acolchado de este material (Imag.36) no resulte tan notable como en otros casos, sí resulta agradable al tacto y proporciona una superficie antideslizante. También cabe destacar que el mango presente en el mercado que más se asimila al nuestro (mango "tipo C") está realizado con este material ([ver Mangos previos](#)), por lo que podemos prever que sus resultados serán aceptables aplicándolo a una situación similar.



**IMAGEN 36.** PIEZAS DE CAUCHO SBR

- Poliuretano expandido

Ciertamente este material nos proporcionaría un agarre más acolchado que el del caucho, pero el poliuretano ([Imag.37](#)) actuaría solamente como un recubrimiento del material del mango, ya que por sí solo, no tendría la rigidez necesaria para soportar los esfuerzos del usuario al accionar el mecanismo del hinchador o sencillamente, al sujetar el paraguas. La pieza propiamente dicha debería estar constituida de algún metal o plástico rígido, el poliuretano actuaría como una funda de este.



**IMAGEN 37.** ESPONJA DE POLIURETANO EXPANDIDO

#### 4.1.3. Conclusión

Habiendo seleccionado el diseño del mango (*ver la resolución del Diseño del mango*), nos decidimos por escoger el caucho como material para su fabricación. El uso de este material ya ha sido empleado en aplicaciones similares (*ver mango "tipo C" en el apartado de Mangos previos*), por lo que podemos anticipar que los resultados no presentarán problemas.

Si bien un mango recubierto de poliuretano expandido también podría ser una solución correcta, nos decantamos por el caucho basándonos sobre todo en el aspecto estético.

### 4.2. Materiales del hinchador

El hinchador está compuesto por múltiples piezas, la mayoría de estas se fabricarán con polietileno de alta densidad (HDPE), pero otras como las cámaras o la varilla podrían realizarse con otro material. Piezas como las juntas tóricas, la válvula o el émbolo de la cámara grande, estarán fabricadas con caucho sintético NBR.

#### 4.2.1. Materiales previos

Los dos materiales que imperan en el mercado de los hinchadores son el aluminio y el polietileno, el primero suele emplearse en aplicaciones con un carácter más profesional, mientras que el segundo se suele considerar como la opción más económica.

#### 4.2.2. Materiales posibles

Dado que el polietileno y el aluminio son casi exclusivamente los dos únicos materiales usados en la fabricación de hinchadores, compararemos las características de ambos para tomar una decisión (la aleación de aluminio seleccionada será el aluminio 6060 T66 (8):

- Precio

El precio del aluminio (1,56€/kg) es superior al del polietileno (0.9€/kg), además, el moldeado de aluminio también requerirá de moldes más sofisticados y caros. Por lo que, si escogiéramos el aluminio, probablemente tendríamos que decantarnos por obtener estas piezas de un proveedor externo para evitar un gran aumento en los costes de fabricación.

- Peso

La densidad de las piezas rígidas de polietileno se encuentra entre 0.952 y 0.965g/mm<sup>3</sup>, mientras que el aluminio asciende a los 2.71g/mm<sup>3</sup>. Por lo que realizar un hinchador con cámaras y varilla de aluminio supondría un peso mayor.

- Resistencia a rotura

Aunque los datos variarán enormemente dependiendo de la aleación de aluminio que empleemos o el tipo de poliamida, a priori, las propiedades mecánicas del aluminio (entre 55 y 186MPa) serán siempre superiores a las de una poliamida (entre 22 y 31 MPa).

- Comportamiento frente a agentes externos

Tanto el aluminio como las poliamidas tienen un comportamiento excelente frente a factores como la oxidación o las deformaciones por calor.

### 4.2.3. Conclusión

Si pensamos en el mercado de hinchadores, estos no están fabricados para soportar esfuerzos en direcciones perpendiculares a su eje, sin embargo, en nuestro caso sí nos encontraremos con este tipo de esfuerzos cuando el paraguas se vea afectado por rachas de viento. Lo que nos inclina a pensar que quizá unas cámaras realizadas a partir de polietileno podrían tener una vida útil más corta.

Finalmente, ni el peso ni el precio del paraguas empleando cámaras de aluminio resultarán excesivamente altos (*ver Tabla.4*). Por lo que finalmente nos decantaremos por esta opción.

## 4.3. Materiales de la cubierta

Aunque la cubierta está formada por 2 piezas (cubierta y soportes), nos centraremos en el estudio de la cubierta propiamente dicha. El soporte se fabricará con polietileno de alta densidad (HDPE).

### 4.3.1. Características del material

Necesitamos que la cubierta esté compuesta de un material liviano, resistente, flexible, económico y respetuoso con el medio ambiente. También se deberán tener en cuenta las posibilidades que este pueda ofrecer para modificar su acabado estético.

- Ligero

Para facilitar su transporte, hemos de tratar que los materiales de los que está compuesto tengan el menor peso posible.

- Resistente

Quizá este sea el apartado más sensible de todo el proyecto, la parte que más dudas podría generar a quien deseara comprar este producto. Acostumbrados a los flotadores compuestos por una fina lámina de PVC, tendemos a pensar que los productos hinchables no tienen demasiada vida útil. Pero a día de hoy podemos encontrar muchas otras alternativas, muchas de ellas constan de varias capas de material combinadas con entramados de ciertos tejidos que le otorgan mayor resistencia. Tras observar la amplia variedad de opciones para el material de la cubierta, basándonos en los requerimientos que observamos en esta lista, la resistencia será posiblemente una de las características que precisen de un mayor análisis.

- Flexible

La flexibilidad del material de la cubierta jugará un papel clave en la vida útil de nuestro producto, así como en su comodidad de uso.

Primero nos centraremos en el caso de un paraguas deshinchado, si el material que compone su cubierta es demasiado rígido, nos complicará la tarea de plegado, por lo que nuestro material deberá tener la flexibilidad suficiente como para poder recogerlo sin demasiada dificultad.

Por otro lado, en el caso de tener el paraguas hinchado, dicha flexibilidad no deberá exceder cierto límite. Dado que, si escogemos un material demasiado flexible, este será susceptible de sufrir deformaciones causadas por la presión del aire durante el hinchado del paraguas.

- Económico

El precio del material no deberá exceder los límites de lo que se considere un precio justo a pagar por un paraguas de estas características. Para ello tendremos que realizar comparaciones con el resto de los precios del mercado.

Las tres variables principales que determinarán el resultado de este apartado serán el material empleado, la cantidad, y el proceso de fabricación.

- Respetuoso con el medio ambiente

Trataremos de realizar un avance en este asunto frente a los paraguas tradicionales. No tanto en el material empleado sino en la posibilidad de crear recambios para la cubierta en caso de rotura. En nuestro caso la modulabilidad del paraguas resulta una solución práctica para evitar generar demasiados desechos en casos de desgarros por fuertes vendavales o cualquier otro motivo.

- Capaz de modificar su acabado estético

La modulabilidad de este paraguas también nos abre una puerta por la vía estética. Teniendo en cuenta que la cubierta puede separarse del hinchador, no hay motivo para no pensar en la posibilidad de crear varios diseños de cubierta, ofreciendo al usuario la posibilidad de cambiarla por otra cuando vaya a salir de casa. Así pues, este producto no se venderá tan solo como un utensilio que nos protege de la lluvia, sino también como un artículo de moda, capaz de adaptarse a las necesidades estéticas diarias del usuario sin comprar más de un paraguas. Con el dinero y el espacio ocupado que ello conlleva.

#### 4.3.2. Materiales Posibles

Para facilitar la búsqueda de un material que se adapte lo mejor posible a nuestras necesidades, podemos echar un vistazo a los materiales empleados en productos que tengan un cometido similar al de nuestro producto como, por ejemplo: flotadores, balsas (9), colchones o castillos hinchables.

Tras realizar una búsqueda podemos centrarnos en tres materiales principalmente: Cloruro de polivinilo (PVC), hipalón-neopreno y poliuretano (PUR). Estos materiales pueden combinarse de múltiples formas, ya sea con capas y entramados de otros materiales o con varias capas de un mismo material.

○ Cloruro de polivinilo (PVC)

Hoy en día es, sin lugar a dudas, el material más usado para productos hinchables. Podemos verlo en múltiples aplicaciones, desde lanchas neumáticas semiprofesionales (*Imag.38; arriba, izquierda*), colchones hinchables (*Imag.38; abajo*) y hasta flotadores convencionales (*Imag.38; arriba, derecha*).



**IMAGEN 38.** PRODUCTOS DE PVC

Aquí encontramos algunas de sus principales características:

- Flexibilidad.
- Resistencia a la humedad y a una gran variedad de agentes químicos.
- Resistencia al desgarro del 50%.
- Resistencia a la abrasión de más del 50%.
- Resistencia a las agresiones climáticas.
- Facilidad de soldadura tanto térmica como electromagnética.
- Posibilidad de pegado manual en frío.
- Variedad de acabados estéticos.
- Es el material más económico para este tipo de aplicaciones.

En el caso de la balsa (*Imag.38; arriba, izquierda*), solemos encontrarnos con una composición de tres capas: dos de PVC y un entramado con base poliéster o poliamida entre ambas, que reduce enormemente las deformaciones que pudiera causar la presión del aire. En los casos del flotador (*Imag.38; arriba, derecha*) y el colchón hinchable (*Imag.38; abajo*) hablamos de una única lámina de PVC, si bien es cierto que en el segundo caso también contamos con un recubrimiento aterciopelado.

Por lo que respecta a los métodos de unión, en la balsa (*Imag.38; arriba izquierda*) se realizará mediante una soldadura (termosellado), ya sea por calor o resistencia eléctrica, en los otros dos casos (*Imag.38; arriba izquierda y abajo*) se puede haber optado por este tipo de unión o mediante la aplicación de adhesivos en frío.

○ Hypalón-neopreno

Solemos encontrar este material en aplicaciones que requieren prestaciones mecánicas muy superiores a las que cabría esperar en un paraguas, como por ejemplo, embarcaciones neumáticas de uso profesional y militar (*Imag.39*).



**IMAGEN 39.** LANCHA DE HYPALÓN-NEOPRENO

Estas son algunas de las ventajas que ofrece frente al PVC:

- Mayor resistencia a la abrasión y al desgarro que en el PVC
- Mayor resistencia al descoloramiento que en el PVC
- Resistencia a altas y bajas temperaturas
- Mayor duración

Si bien esta composición parece estar relacionada casi exclusivamente con lanchas profesionales y de uso militar (imagen balsa gris), se ha valorado como alternativa por sus múltiples ventajas, extrapolables a nuestro producto. En estos casos la composición suele estar formada por:

- Una capa interior de neopreno
- Una capa de policloropreno
- Un entramado de base poliéster o poliamida
- Una capa de policloropreno tintado
- Una capa exterior de hypalón tintado

Al igual que en la balsa de PVC (imagen de la balsa blanca), este tejido compuesto también suele someterse a uniones térmicas, tanto en este como en el caso anterior se pueden emplear tiras del mismo material para reforzar la soldadura.

○ Poliuretano (PUR)

Empleado en barreras anti-polución (*Imag.40; arriba, izquierda*), algunas balsas de uso profesional y militar (*Imag.40; arriba, derecha*) o también en colchones hinchables (*Imag.40; abajo*), ofrece unas prestaciones superiores a las del hypalón-neopreno y, por ende, a las del PVC.



**IMAGEN 40.** PRODUCTOS DE PUR

- Mayor resistencia a la abrasión que en el hialón-neopreno.
- Mayor resistencia a la decoloración forzada por rayos UVA.
- Conserva mejor sus cualidades de elasticidad y flexibilidad.
- Excelente impermeabilidad con solo una fina capa.
- Gran resistencia, duración e impermeabilidad de sus soldaduras.
- Buena relación calidad-precio al resultar más barata su manipulación (comparable a la del PVC).

Las uniones de este material también se llevarían a cabo mediante ofreciendo un grado de estanqueidad óptimo.

El precio de este tipo de tejido es aún más elevado que el del hialón-neopreno, esto no solo se debe al precio del propio material, sino también a su poca comercialización.

### 4.3.3. Conclusión

CARACTERÍSTICAS	TEJIDO PVC		
	630gr	1100gr	1450gr
Grosor	0.55 mm	0.9 mm	1.2 mm
Peso	630 g/m <sup>2</sup>	1050 g/m <sup>2</sup>	1450 g/m <sup>2</sup>
Resistencia a la tracción	1800/1800	3000/3000	3000/3000
Fuerza de Desgarro	170/170 N	250/250 N	250/250 N
Adhesión	20 N/cm	20 N/cm	20 N/cm
Resistencia al frío	-50 °C	-30 °C	-30 °C
Resistencia al calor	+70 °C	+70 °C	+70 °C
Resistencia a la luz	+6 Note	+6 Note	+6 Note
Resistencia al desgarro	-100000 x	-100000 x	-100000 x

**TABLA 3.** DISTINTOS GRAMAJES DE COMBINADOS CON PVC

El uso de materiales combinados como en el caso del PVC (*Tabla.3*) otorgaría una mayor resistencia a la cubierta y esto es algo a tener en cuenta. Pero si observamos el peso de este tipo de materiales, veremos que, por ejemplo, el uso de un tejido de PVC de  $630g/m^2$ , (siendo esta la más ligera de nuestras opciones dentro de los materiales con varias capas), otorgaría a nuestra cubierta un peso límite, dentro de lo que se consideraría aceptable para el peso de un paraguas:

$$\text{Peso de la cubierta} = \text{Área del material de la cubierta} \times \text{Peso del material por unidad de superficie}$$

$$\text{Peso de la cubierta} = 0.439982.46m^2 \times 630g/m^2 = 277.19g$$

Si buscamos en otro tipo de materiales, como el hypalón-neopreno o el poliuretano, el peso prácticamente se multiplica por dos. El menor gramaje que encontramos en este tipo de tejidos es de  $1140g/m^2$ , lo que supondría un peso de:

$$\text{Peso de la cubierta} = \text{Área del material de la cubierta} \times \text{Peso del material por unidad de superficie}$$

$$\text{Peso de la cubierta} = 0.439982m^2 \times 1140g/m^2 = 501.58g$$

Una cubierta de medio kilo no se puede considerar viable y mucho menos si nos referimos a un paraguas pensado para niños de entre 5 y 12 años.

Teniendo esto en cuenta, la idea de emplear un material compuesto en la cubierta deberá limitarse al PVC de  $630g/m^2$ .

Por otra parte, en lo relativo al precio, encontramos que el tejido compuesto de PVC rondará los  $34.39€/m$ , es aquí donde tenemos que contemplar a nuestro paraguas como un producto de gama alta, o, por el contrario, recurrir a un material menos sofisticado,

como podría ser una lámina de PVC calandrado de 0.2mm de espesor, lo que supondría una cubierta de menor calidad pero con un precio mucho más accesible (2,54€/m).

Finalmente nos decantaremos por la última opción.



## 5. Normas y referencias

### 5.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

#### 5.1.1. Normativa relacionada con la realización del proyecto o elaboración del proyecto y el aseguramiento de la calidad (10):

- Norma UNE 157001:2014 Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.
- Norma UNE-ISO 21500:2013 Directrices para la dirección y gestión de proyectos.
- Norma UNE-ISO 10006:2018 Gestión de la calidad. Directrices para la gestión de la calidad en los proyectos.
- Norma UNE-EN ISO 9001. Modelos de la Calidad para el aseguramiento de la calidad, el desarrollo, la producción, la instalación y el servicio postventa.
- Norma UNE - EN ISO 7200:2004 - Documentación técnica de productos. Campos de datos en bloques de títulos y en cabeceras de documentos.
- Norma UNE-EN ISO 9004-1. Gestión de la Calidad y elementos del sistema de la calidad. Parte 1: directrices.
- Norma UNE 157001:2002. Norma Española de "Criterios generales para la elaboración de Proyectos".

#### 5.1.2. Normativa relacionada con la realización de planos (11):

- Norma UNE 1032:1982 - Dibujos técnicos. Principios generales de representación.
- Norma - EN ISO 5455:1996 - Dibujos técnicos. Escalas.
- Norma - EN ISO 5457:2000 - Documentación técnica de producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo.
- Norma UNE 1027:1995 - Dibujos técnicos. Plegado de planos.
- Norma UNE 1135:1989 - Dibujos técnicos. Lista de elementos.
- Norma UNE 1039:1994 - Dibujos técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales.
- Norma UNE 1120:1996 - Dibujos técnicos. Tolerancias de cotas lineales y angulares.
- Norma UNE-EN ISO 3098-0:1998. Documentación técnica de productos. Escritura. Requisitos generales. (ISO 3098-0:1997).
- Norma UNE-EN ISO 128-20:2002. Dibujos técnicos. Principios generales de presentación. Parte 20: Convenciones generales para las líneas. (ISO 128-20:1996)
- Norma 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).

### 5.2. Bibliografía

#### Referencias:

1. [https://www.monash.edu/\\_\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0007/218536/umbrella.pdf](https://www.monash.edu/___data/assets/pdf_file/0007/218536/umbrella.pdf)
2. <https://es.db-city.com/Australia--Victoria>
3. [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/12/141217\\_paraguas\\_mejora\\_cambios\\_finde](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/12/141217_paraguas_mejora_cambios_finde)
4. <https://hipertextual.com/2018/04/paraguas-historia-origen>
5. <https://www.curiosfera.com/historia-del-paraguas-inventor/>
6. [https://www.abc.es/ciencia/abci-charles-macintosh-hombre-inventoimpermeable-201612290129\\_noticia.html](https://www.abc.es/ciencia/abci-charles-macintosh-hombre-inventoimpermeable-201612290129_noticia.html)
7. **Información aportada por M. J. Agost y M. Vergara (*Tema 4: Criterios de diseño basados en las capacidades físicas de los usuarios*) y tablas de medidas antropométricas.**

8. [https://www.alacermas.com/img/galeria/files/aluminio/chapa\\_6060\\_aluminio.pdf](https://www.alacermas.com/img/galeria/files/aluminio/chapa_6060_aluminio.pdf)
9. <https://www.semirrigidasonline.com/a/dossier/los-tejidos-de-los-flotadores>
10. <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas>
11. <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas>
12. <http://www.antimoon.com/how/pronunc-soundsipa.htm>
13. <http://www.europalet.com/palets-1200-x-800>
14. <https://www.ratioform.es/Cajas-de-carton-madera-o-plastico/Cajas-de-carton/Cajas-de-carton-para-palets/Euro-cajas-cajas-industriales-y-para-contenedores/>
15. <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas>
16. <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas>
17. <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas>
18. <https://patentscope.wipo.int>
19. [\*\*SUNLU 3D PLA Plus Verde hierba, Filamento PLA Plus 1.75 mm, poco olor Precisión dimensional +/- 0.02 mm, Filamento de impresión 3D, 2.2 LBS \(1 KG\) C\*\*](#)  
[\*\*BASICFIL PLA 1.75mm, 500 gr filamento de impresión 3D, Gris\*\*](#)  
[\*\*Smartfil SMFLX0GR3A033 Filamento Elástico y Flexible para Impresora 3D, 1.75 mm, 330 g, Caribe\*\*](#)
20. <https://juntec.es/planchas-de-caucho/>
21. Análisis del (Animal split ring (flamingo") de INTEX
22. Apuntes de la asignatura de plásticos
- 23.

#### Imágenes:

1. <https://peru.com/viajes/noticia-de-viajes/mausoleo-qin-shi-huang-y-sus-8000-querreros-fotos-noticia-299149-955922>
2. <https://www.tarduchyregalos.com/content/11-comprar-paraguas-infantiles-online>
3. [https://listado.mercadolibre.cl/travel-compact-windproof-umbrella-paquete-de-2-43-inc\\_NoIndex\\_True](https://listado.mercadolibre.cl/travel-compact-windproof-umbrella-paquete-de-2-43-inc_NoIndex_True)
4. <https://www.amazon.es/Sombrero-Paraguas-Multicolor-Sombrilla-Libre/dp/B072JGSXLS?psc=1&SubscriptionId=AKIAJFT7ZL7WOKPPJI7A&tag=juegasinchip-21&linkCode=xm2&camp=2025&creative=165953&creativeASIN=B072JGSXLS>
5. <https://www.independent.co.uk/extras/indybest/kids/clothing-footwear/kids-umbrellas-brolly-children-amazon-a7572881.html>  
  
<https://www.china-umbrellas.com/product/promotions-children-toys-animal-shaped-umbrella/>
7. <https://www.japantrendshop.com/vegetabrella-lettuce-umbrella-p-2480.html>  
<https://www.thegreenhead.com/2019/03/vegetabrella-lettuce-leaf-umbrella.php>
8. <https://www.itespresso.es/el-paraguas-bateria-convierte-la-lluvia-en-algo-mas-agradable-84750.html>
9. <https://es.dhgate.com/product/creative-raindrops-pattern-colour-changing/389555762.html>
10. <https://www.paralelogr.am/saumbrella>
11. [https://www.amazon.com/dp/B07HDC2LG8/ref=sspa\\_dk\\_detail\\_1?psc=1&pd\\_rd\\_i=B07HDC2LG8&pd\\_rd\\_w=3VfgD&pf\\_rd\\_p=8a8f3917-7900-4ce8-ad90-adf0d53c0985&pd\\_rd\\_wg=ZYwFY&pf\\_rd\\_r=CG94B84N09FBA9D6HS0D&pd\\_rd\\_r=97b1d088-a03e-11e9-835d-e5e435a3ed81](https://www.amazon.com/dp/B07HDC2LG8/ref=sspa_dk_detail_1?psc=1&pd_rd_i=B07HDC2LG8&pd_rd_w=3VfgD&pf_rd_p=8a8f3917-7900-4ce8-ad90-adf0d53c0985&pd_rd_wg=ZYwFY&pf_rd_r=CG94B84N09FBA9D6HS0D&pd_rd_r=97b1d088-a03e-11e9-835d-e5e435a3ed81)
12. [https://www.amazon.es/SENZ-Regenschirm-Original-Paraguas-tradicional/dp/B00IVHCPB6/ref=asc\\_df\\_B00IVHCPB6/?tag=googshopes-21&linkCode=df0&hvadid=54364252515&hvpos=1o1&hvnetw=g&hvrnd=16357956843024856905&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=1005545&hvtargid=pla-95449969020&psc=1](https://www.amazon.es/SENZ-Regenschirm-Original-Paraguas-tradicional/dp/B00IVHCPB6/ref=asc_df_B00IVHCPB6/?tag=googshopes-21&linkCode=df0&hvadid=54364252515&hvpos=1o1&hvnetw=g&hvrnd=16357956843024856905&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=1005545&hvtargid=pla-95449969020&psc=1)
13. <https://www.coolthings.com/rainshader-umbrella/>
14. <https://www.suck.uk.com/products/hi-reflective-umbrella/>
15. <https://www.dezeen.com/2014/06/25/drop-umbrella-ayca-dundar-six-parts-show-rca-2014/>
16. <https://www.pinterest.es/pin/514958538621675943/?lp=true>
20. [https://www.amazon.es/ZOMAKE-Paraguas-Invertido-Antiviento-Violetas/dp/B07606XYH9/ref=asc\\_df\\_B07606XYH9/?tag=googshopes-21&linkCode=df0&hvadid=311233657163&hvpos=1o4&hvnetw=g&hvrnd=1144108620322767478&](https://www.amazon.es/ZOMAKE-Paraguas-Invertido-Antiviento-Violetas/dp/B07606XYH9/ref=asc_df_B07606XYH9/?tag=googshopes-21&linkCode=df0&hvadid=311233657163&hvpos=1o4&hvnetw=g&hvrnd=1144108620322767478&)

- [hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvllocint=&hvllocphy=1005545&hvtargid=pla-486109359837&psc=1](https://www.tutete.com/tienda/es/84_moda/137_paraguas/33142_paraguas-caperucita-roja.html?gclid=Cj0KCQjwYHpbRC4ARIsAl3GkH04R58kF8vds2MsMPVLoYTdnV6Bx0JURgJerBdRIPt0ae0c5Em_gaAvnuEALw_wcB)
21. [https://www.tutete.com/tienda/es/84\\_moda/137\\_paraguas/33142\\_paraguas-caperucita-roja.html?gclid=Cj0KCQjwYHpbRC4ARIsAl3GkH04R58kF8vds2MsMPVLoYTdnV6Bx0JURgJerBdRIPt0ae0c5Em\\_gaAvnuEALw\\_wcB](https://www.tutete.com/tienda/es/84_moda/137_paraguas/33142_paraguas-caperucita-roja.html?gclid=Cj0KCQjwYHpbRC4ARIsAl3GkH04R58kF8vds2MsMPVLoYTdnV6Bx0JURgJerBdRIPt0ae0c5Em_gaAvnuEALw_wcB)
  22. [https://www.bikeinn.com/ciclismo/blackburn-mammoth-anyvalve/136279904/p?utm\\_source=google\\_products&utm\\_medium=merchant&id\\_producto=4167909&country=es&gclid=Cj0KCQjwYHpbRC4ARIsAl3GkEB9ld3GICoxsYV5cVA7Z62No1KdTxALnp-SVVW1zME7UbbVSlq5mcaAmmxEALw\\_wcB&gclidsrc=aw.ds](https://www.bikeinn.com/ciclismo/blackburn-mammoth-anyvalve/136279904/p?utm_source=google_products&utm_medium=merchant&id_producto=4167909&country=es&gclid=Cj0KCQjwYHpbRC4ARIsAl3GkEB9ld3GICoxsYV5cVA7Z62No1KdTxALnp-SVVW1zME7UbbVSlq5mcaAmmxEALw_wcB&gclidsrc=aw.ds)
  36. <http://www.rubbersrl.com.ar/productos-de-caucho/piezas-moldeadas/>
  37. <https://www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/29361X/Esponja-para-auto-poliuretano/29361X>
  38. <https://www.inflatableboats.net/zodiac-cadet-rigid-inflatable-boat-cadet-alu-330-dl-rib-pvc-2018-NC/>  
<https://www.perfectpool.cl/producto/flotador-bestway-anillo-luxury/>  
[https://www.decathlon.es/es/p/colchon-inflable-camping-quechua-basic-140-cm-2-personas/\\_/R-p-152294](https://www.decathlon.es/es/p/colchon-inflable-camping-quechua-basic-140-cm-2-personas/_/R-p-152294)
  39. <https://www.elcortenautico.com/productos/semirrigida-zodiac-cadet-310-rib-neo>
  40. <http://es.rcy.fr/barreras-flotantes-anticontaminacion/>  
<http://www.nauticexpo.es/prod/rfd-beaufort/product-25410-467152.html>  
[https://www.decathlon.es/es/p/conchon-inflable-quechua-air-pump-70-cm-1-persona/\\_/R-p-123768?mc=8382791&c=AZUL](https://www.decathlon.es/es/p/conchon-inflable-quechua-air-pump-70-cm-1-persona/_/R-p-123768?mc=8382791&c=AZUL)
  41. [https://www.google.com/intl/es\\_ALL/drive/](https://www.google.com/intl/es_ALL/drive/)
  42. [https://en.wikipedia.org/wiki/Cura\\_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Cura_(software))
  43. <http://maydan.mouldings.co/word-logo/>
  44. <http://www.josh-ua.co/blog/2019/2/13/solidworks-vs-siemens-nx-vs-onshape>
  45. <https://www.solvetic.com/tutoriales/article/2536-crear-logo-flat-con-efecto-3d-en-photoshop/>
  46. [https://www.nicepng.com/ourpic/u2w7e6a9e6e6ilw7\\_microsoft-excel-is-a-spreadsheet-software-containing-excel/](https://www.nicepng.com/ourpic/u2w7e6a9e6e6ilw7_microsoft-excel-is-a-spreadsheet-software-containing-excel/)
  47. <https://www.macupdate.com/app/mac/16647/ganttproject>
  48. [https://es.wikipedia.org/wiki/Adobe\\_Illustrator](https://es.wikipedia.org/wiki/Adobe_Illustrator)
  82. <https://www.trendhunter.com/trends/inflatable-cloud-umbrella-joonsoo-kims-new-concept>
  83. <https://www.trendhunter.com/trends/inflatable-umbrella>
  84. <https://www.designboom.com/project/pumprella/>
  85. <https://www.worthpoint.com/worthopedia/playskool-1986-funbrella-kids-first-498764852>
  112. <https://www.3djake.es/creality-impresoras-3d-y-piezas-de-recambios/ender-3>
  115. <https://www.amazon.com/Intex-Flamingo-Inflatable-Island-53-5in/dp/B01KGS7Z7G>

#### Tablas:

1. Apuntes de la asignatura de diseño conceptual  
Designpedia.80 herramientas para construir tus ideas.
2. Apuntes de diseño conceptual  
Designpedia.80 herramientas para construir tus ideas
3. [http://nauticol.es/fr/guia-y-aplicaciones/29\\_TEJIDOS-PARA-FLOTADORES-DE-SEMIRR%C3%ADGIDAS-Y-NEU.html](http://nauticol.es/fr/guia-y-aplicaciones/29_TEJIDOS-PARA-FLOTADORES-DE-SEMIRR%C3%ADGIDAS-Y-NEU.html)  
[http://nauticol.es/es/module/smartblog/details?id\\_post=13](http://nauticol.es/es/module/smartblog/details?id_post=13)
7. Apuntes de la asignatura de *DI1032 - Proyectos de Diseño (2017/2018)*
8. Gantt Project
9. Información aportada por M. J. Agost y M. *tablas de medidas antropométricas.*
10. Información aportada por M. J. Agost y M. Vergara. *tablas de medidas antropométricas.*
12. <https://juntec.es/planchas-de-caucho/>
14. <https://www.lumetalplastic.com/>
16. <https://plastiductos.com.mx/specs/tabla-de-resistencias-mecanicas.pdf>
18. <https://tienda.jiorings.com/principal/es/familia/001001/dimensiones/37,5xx5>
20. <https://plastiductos.com.mx/specs/tabla-de-resistencias-mecanicas.pdf>
22. <https://plastiductos.com.mx/specs/tabla-de-resistencias-mecanicas.pdf>
24. <https://www.lumetalplastic.com/>

25. <https://plastiductos.com.mx/specs/tabla-de-resistencias-mecanicas.pdf>
27. <https://www.lumetalplastic.com/>
28. <https://juntec.es/planchas-de-caucho/>
30. <https://www.muelles-industriales.es/productos/muelles-de-compresion/>
32. <https://plastiductos.com.mx/specs/tabla-de-resistencias-mecanicas.pdf>
34. <https://plastiductos.com.mx/specs/tabla-de-resistencias-mecanicas.pdf>
36. <https://plastiductos.com.mx/specs/tabla-de-resistencias-mecanicas.pdf>

Gráficos:

1. [https://www.monash.edu/\\_\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0007/218536/umbrella.pdf](https://www.monash.edu/___data/assets/pdf_file/0007/218536/umbrella.pdf)
2. [https://www.monash.edu/\\_\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0007/218536/umbrella.pdf](https://www.monash.edu/___data/assets/pdf_file/0007/218536/umbrella.pdf)

Otros enlaces y libros de interés:

<https://www.muyhistoria.es/curiosidades/preguntas-respuestas/i quien-invento-el-paraguas>

[https://historiaybiografias.com/el\\_paraguas/](https://historiaybiografias.com/el_paraguas/)

<http://www.xn--diseo-rta.unnoba.edu.ar/wp-content/uploads/Paraguas.pdf>

<https://www.topcascosbici.com/mejores-bombas-hinchadores-bicicleta-analisis-opiniones/>

<https://labicikleta.com/las-mejores-bombas-para-bicicleta/>

Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales; William D.Callister, Jr.

Antropometría aplicada al diseño de producto; Margarita Vergara y Maria Jesús Agost Torres

<https://www.telasactivas.es/cordura/yukon-cordura-tela-muy-robusta.html>

[http://www.plasticos-mecanizables.com/plasticos\\_pvc\\_flexible.html](http://www.plasticos-mecanizables.com/plasticos_pvc_flexible.html)

<http://www.elaplas.es/materiales/cauchos-y-elastomeros/hypalon-csm/>

<https://www.alu-stock.es/es/informacion-tecnica/extrusion/>

<http://www.gestiondecompras.com/es/productos/piezas-de-caucho-y-caucho-metal/inyeccion-de-caucho-y-caucho-metal>

<https://www.youtube.com/watch?v=JDIMTLfwS5M>

### 5.3. Programas utilizados



IMAGEN 41. GOOGLE DRIVE



IMAGEN 42. CURA ULTIMAKER



IMAGEN 43. OFFICE WORD



IMAGEN 44. SOLID WORKS



IMAGEN 45. ADOBE PHOTOSHOP



IMAGEN 46. MICROSOFT EXCEL



IMAGEN 47. GANTT PROJECT



IMAGEN 48. ADOBE ILLUSTRATOR



## 6. Resultados finales

### 6.1. Descripción del producto final

El producto consistirá en un paraguas para niños (pensado para entre 5 y 12 años) con la cubierta hinchable (*Imag.49*), evitando con ello posibles accidentes causados por el impacto de las varillas que suelen caracterizar al resto de paraguas que encontramos en el mercado (*ver Mercado de paraguas*). Y, por ende, permitiendo que jueguen con el sin peligro.

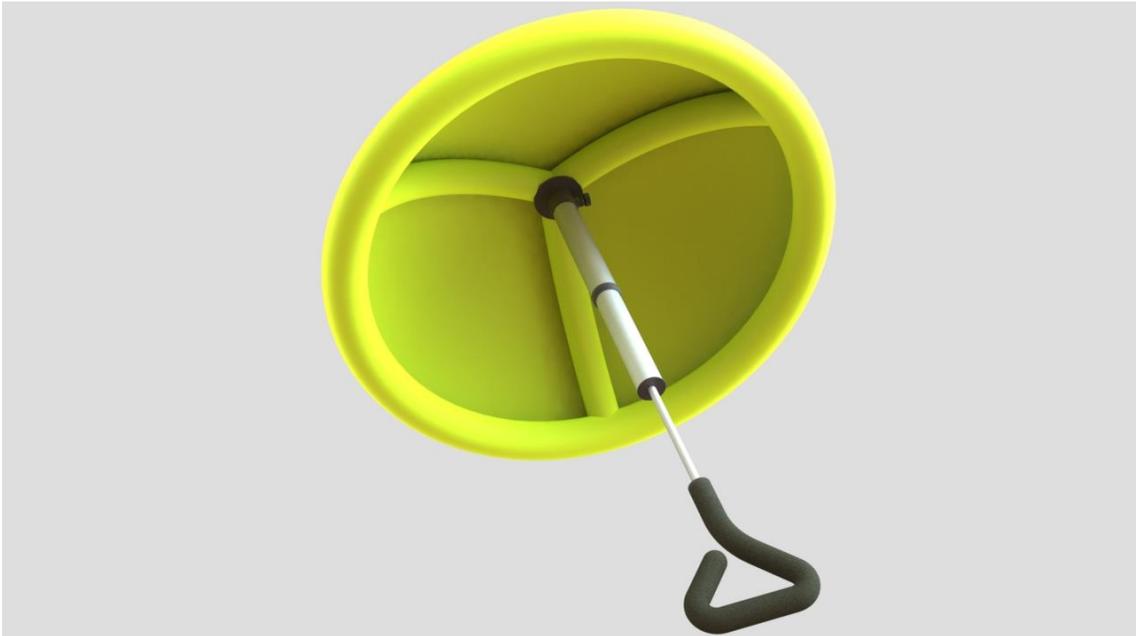


IMAGEN 49. APARIENCIA FINAL DEL PARAGUAS

### 6.2. Descripción y montaje de las piezas

#### 1. Mango

Esta pieza nos permitirá sujetar el paraguas de múltiples formas y para múltiples propósitos (*ver Estudio ergonómico*). Estará fabricada con caucho sintético SBR.

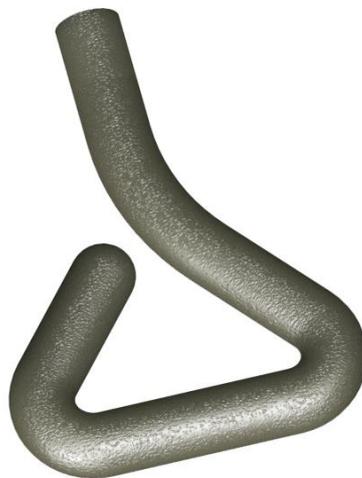


IMAGEN 50. MANGO

## 2. Varilla

Se encargará de transmitir el esfuerzo ejercido sobre el mango al émbolo situado dentro de la cámara pequeña. Estará fabricado con aluminio 6060 T66 y se encargará a un proveedor externo.



IMAGEN 51. VARILLA

## 3. Émbolo de la varilla

Empujará el aire desde la cámara pequeña hasta la cámara grande. Estará fabricado en polietileno de alta densidad (HDPE).



IMAGEN 52. ÉMBOLO DE LA VARILLA

## 4. Junta tórica grande

Proporcionará estanqueidad al émbolo de la varilla para evitar escapes de aire durante el hinchado y permitirá la entrada de aire a las cámaras cuando se despliegue el hinchador. Estará fabricado en caucho NBR y se encargará a un proveedor externo.



IMAGEN 53. JUNTA TÓRICA GRANDE

### 5. Tapa de la cámara pequeña

Mantendrá la varilla y el émbolo sujetos a la cámara pequeña y encarrilará el avance de estos a través de la cámara pequeña. Además, evitará que la cámara pequeña se introduzca completamente en la cámara grande y gracias a las dos ranuras que posee, permitirá la entrada de aire en el hinchador. Estará fabricado en polietileno de alta densidad (HDPE).



**IMAGEN 54.** TAPA DE LA CÁMARA PEQUEÑA

### 6. Junta tórica pequeña

Suavizará el contacto entre el émbolo de la varilla y la tapa de la cámara pequeña. Estará fabricado en caucho NBR y se encargará a un proveedor externo.



**IMAGEN 55.** JUNTA TÓRICA PEQUEÑA

### 7. Cámara pequeña

Almacenará parte del aire contenido en el hinchador, y mantendrá sujeto a su parte superior el émbolo de la cámara grande. Estará fabricado con aluminio 6060 T66.



**IMAGEN 56.** CÁMARA PEQUEÑA

#### 8. Soporte del émbolo de la cámara pequeña

Esta pieza mantendrá unido el émbolo a la cámara pequeña y evitará que este se desplace durante el rozamiento que sufrirá en el hinchado. Estará fabricado en polietileno de alta densidad (HDPE).



**IMAGEN 57.** SOPORTE DEL ÉMBOLO DE LA CÁMARA PEQUEÑA

#### 9. Émbolo de la cámara pequeña

Empujará el aire desde la cámara grande hacia la cubierta. Estará fabricado en caucho NBR.



**IMAGEN 58.** ÉMBOLO DE LA CÁMARA PEQUEÑA

#### 10. Unión entre cámaras

Evitará que la cámara pequeña pueda separarse de la cámara grande. Estará fabricado en polietileno de alta densidad (HDPE).



**IMAGEN 59.** UNIÓN ENTRE CÁMARAS

### 11. Cámara grande

Almacenará parte del aire contenido en el hinchador y en su parte superior, servirá de apoyo a la válvula. Estará fabricado con aluminio 6060 T66.



IMAGEN 60. CÁMARA GRANDE

### 12. Soporte de la válvula

Se encargará de sujetar la válvula y mantener la presión del muelle contra la pared inferior de la cámara de descompresión. Estará fabricado en polietileno de alta densidad (HDPE).



IMAGEN 61. SOPORTE DE LA VÁLVULA

### 13. Válvula

Impedirá que el aire salga de la cubierta hacia la cámara grande. Estará fabricado en caucho NBR.



IMAGEN 62. VÁLVULA

#### 14. Muelle

Mantendrá la válvula presionada contra el orificio de la parte superior de la cámara grande siempre que no haya una presión superior proveniente del hinchador. Permitiendo así el paso de aire en un solo sentido.



IMAGEN 63. MUELLE

#### 15. Cámara de descompresión

Servirá de apoyo al muelle y será la unión entre el hinchador y el soporte inferior de la cubierta. También estará dotada de un orificio roscado orientado al exterior del hinchador, cuando este quede abierto igualará la presión de la cubierta con la del exterior del paraguas. Estará fabricado en polietileno de alta densidad (HDPE).



IMAGEN 64. CÁMARA DE DESCOMPRESIÓN

#### 16. Tapa de descompresión

Abrirá o cerrará la abertura al exterior de la cámara de descompresión mediante una unión roscada. Estará fabricado en polietileno de alta densidad (HDPE).

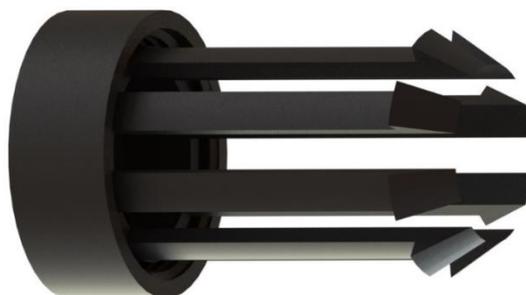


IMAGEN 65. TAPA DE DESCOMPRESIÓN

### 17. Soporte inferior de la cubierta

Será la unión entre la cubierta y la cámara de descompresión. Estará fabricado en polietileno de alta densidad (HDPE).



IMAGEN 66. SOPORTE DE LA CUBIERTA

### 18. Cubierta

Se encargará de evitar que el usuario se moje a causa de la lluvia.

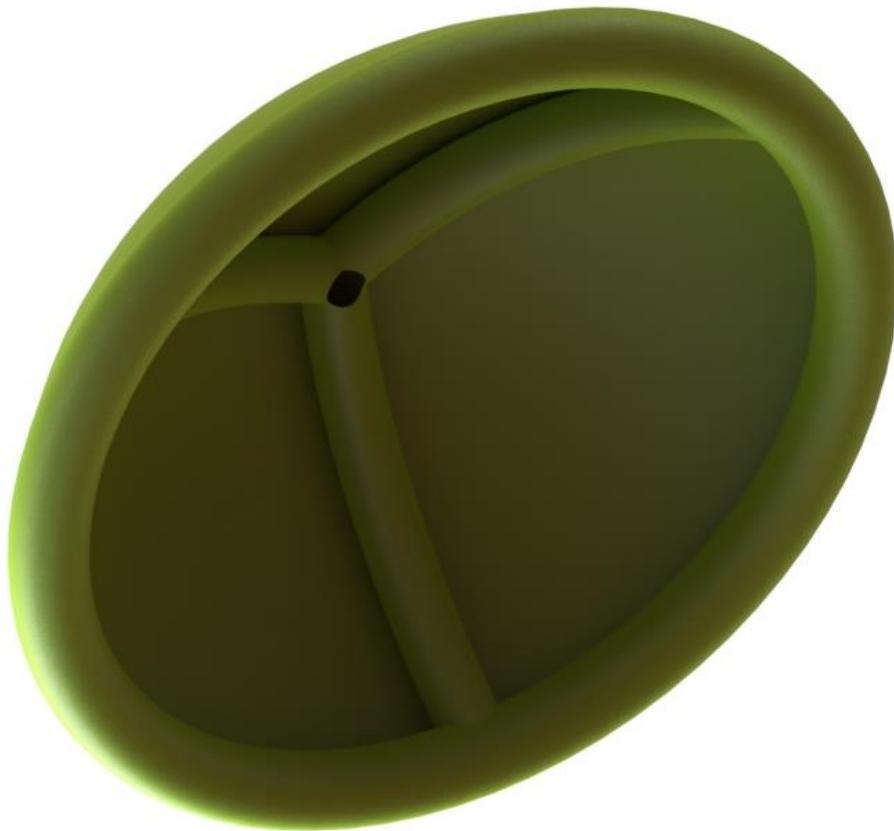


IMAGEN 67. CUBIERTA

El tipo y orden de ensamblaje del conjunto se encuentra en el [Pliego de condiciones](#), así como los materiales y propiedades de cada una de ellas.



**IMAGEN 68.** VISTA EXPLOSIONADA DEL PARAGUAS

Orden	Uniones	Tipo de unión
1	Mango-Varilla	Interferencia eje-agujero
2	Varilla-Tapa de la cámara pequeña	Juego eje-agujero
3	Varilla-Junta tórica pequeña	Interferencia eje-agujero
4	Varilla-Émbolo de la Varilla	Interferencia eje-agujero
5	Émbolo de la varilla-Junta tórica grande	Juego eje-agujero
6	Cámara pequeña-Soporte del émbolo	Unión roscada
7	Soporte del émbolo-Émbolo de la cámara pequeña	Unión tipo snapfit
8	Unión entre cámaras-Cámara grande	Unión roscada
9	Cámara pequeña-Cámara grande	Juego eje-agujero
10	Tapa de la cámara pequeña-Cámara pequeña	Unión roscada
11	Cámara grande-Soporte de la válvula	Interferencia eje-agujero
12	Válvula-Muelle	Pegado con adhesivo en frío
13	Soporte de la válvula-Cámara de descompresión	Unión autoajustada
14	Cámara de descompresión-Tapa de descompresión	Unión tipo snapfit
15	Soporte de la cubierta-Cubierta	Unión por termosellado
16	Cámara de descompresión-Soporte de la cubierta	Unión roscada
17	Piezas de la cubierta	Unión por termosellado

**TABLA 4.** TIPOS DE UNIÓN EN LAS PIEZAS

Lo desarrollaremos en el [Pliego de condiciones](#).

### 6.3. Explicación del proceso de hinchado y deshinchado

Es importante analizar y conocer el funcionamiento del mecanismo de hinchado para entender la función que desempeña cada una de las partes que lo componen. Así que, empezaremos por mostrar el proceso de hinchado del paraguas en términos generales y después analizaremos cada pieza por separado.

Asumiremos que, de partida, el hinchador estará plegado, dándose esta condición, el usuario procederá de la siguiente forma:

1. Deberá colocar una mano en el [mango](#) (ya sea en el agarre perpendicular o paralelo a la dirección del esfuerzo) y la otra sujetando la [cámara grande](#). Tal y como se muestra en la imagen ([Imag.69](#)).

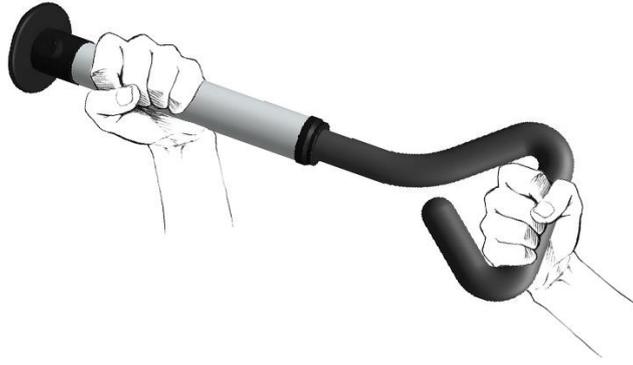


IMAGEN 69. AGARRE EN EL HINCHADO DEL PARAGUAS

2. Estando en esta posición, el usuario mantendrá la mano de la **cámara grande** fija y comenzará a desplegar el hinchador, alejando la mano agarrada al **mango** y extrayendo con ello la **varilla** del interior de la cámara pequeña (*Imag.70; arriba*). Al hacer esto, el aire contenido en la **cámara pequeña** pasará de un lado del **émbolo de la varilla** al otro, gracias a la forma característica de este, que hará que la **junta tórica grande** se doble para permitir el paso del aire solo en ese sentido (*Imag.70; abajo*).

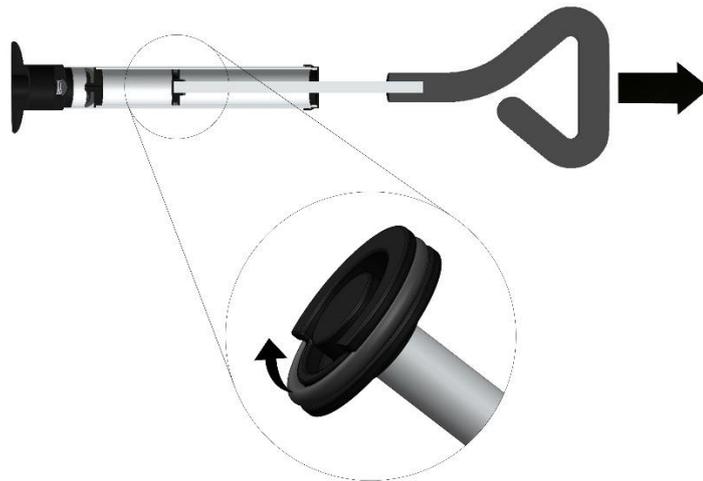


IMAGEN 70. RETROCESO DEL ÉMBOLO DE LA VARILLA

3. Cuando la **junta tórica pequeña** choque contra la **tapa de la cámara pequeña** (*Imag.71; abajo, derecha*), la **cámara pequeña** comenzará a salir del interior de la **cámara grande** (*Imag.68; arriba*). La forma cónica del **émbolo de la cámara pequeña** permitirá el paso del aire también en ese único sentido (*Imag.71; abajo, izquierda*). El despliegue finalizará cuando los salientes de la **cámara pequeña** choquen con el saliente de la **unión entre cámaras**.

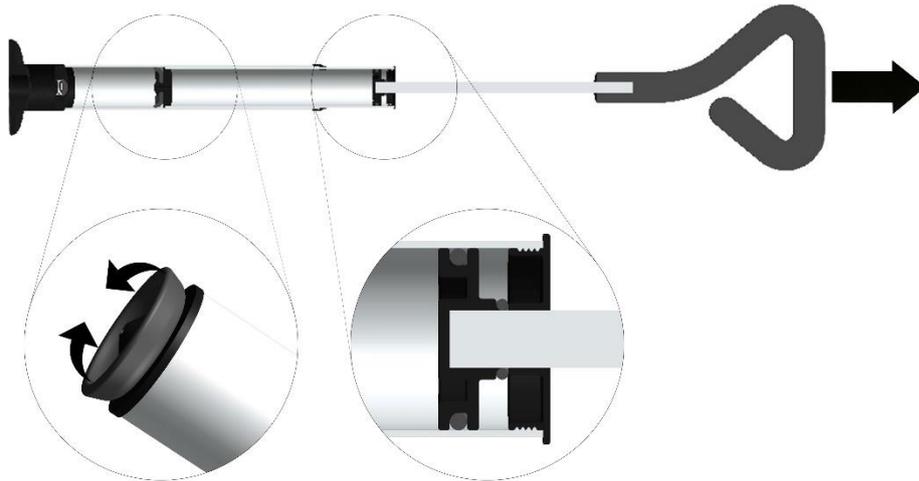


IMAGEN 71. RETROCESO DE LA CÁMARA PEQUEÑA

4. Llegados a este punto el hinchador quedará totalmente desplegado y las dos cámaras estarán llenas de aire (Imag.72). Es el momento de invertir el sentido del esfuerzo.



IMAGEN 72. HINCHADOR EXTENDIDO

5. El agarre del mango empujará la varilla de vuelta hacia el interior de la cámara pequeña (Imag.73; arriba), en este caso la goma del émbolo no cederá ante la presión del aire (Imag.73; abajo).

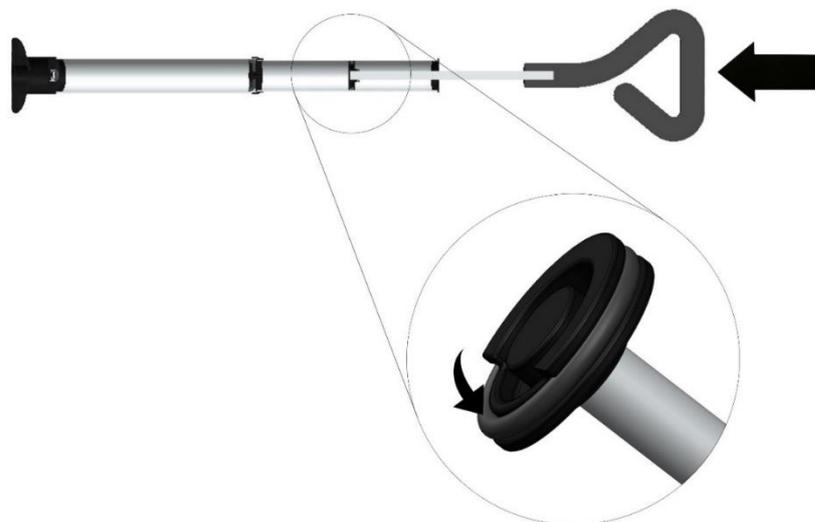


IMAGEN 73. AVANCE DEL ÉMBOLO DE LA VARILLA

6. Cuando el mango tope con la tapa de la cámara pequeña, la cámara pequeña se desplazará al interior de la cámara grande (Imag.74; arriba), donde el émbolo de la cámara pequeña se volverá estanco (Imag.74; abajo) frente a la presión del aire, desplazando a este a su vez hacia el interior de la cubierta.

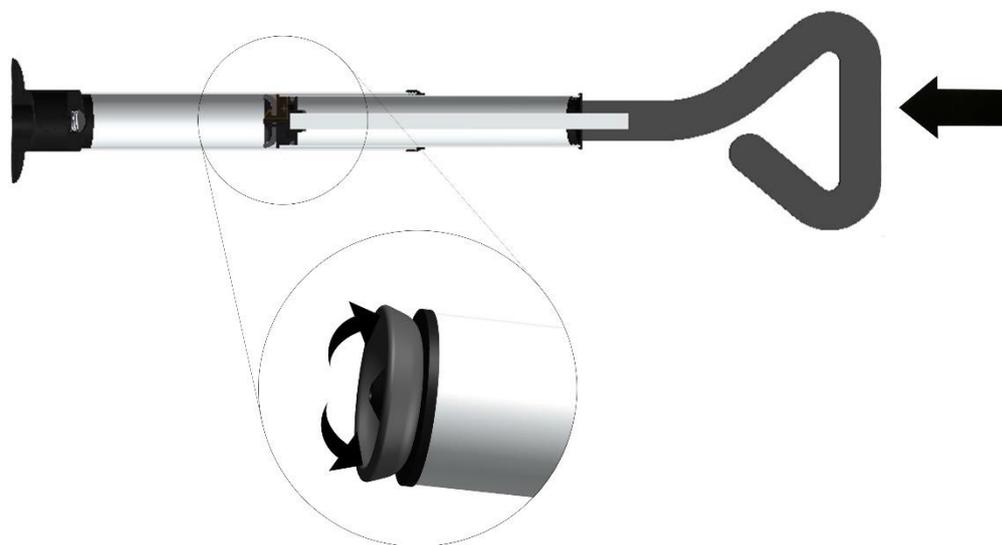


IMAGEN 74. AVANCE DE LA CÁMARA PEQUEÑA

7. Para que el aire pueda acceder a la cubierta, deberá superar la resistencia que opondrá la válvula, al estar ésta obstruyendo el único orificio que conecta al hinchador con la cámara de descompresión y la cubierta. La resistencia de la válvula se deberá a la presión ejercida por un muelle (Imag.75) y permitirá la entrada de aire a la cubierta, pero no la salida.

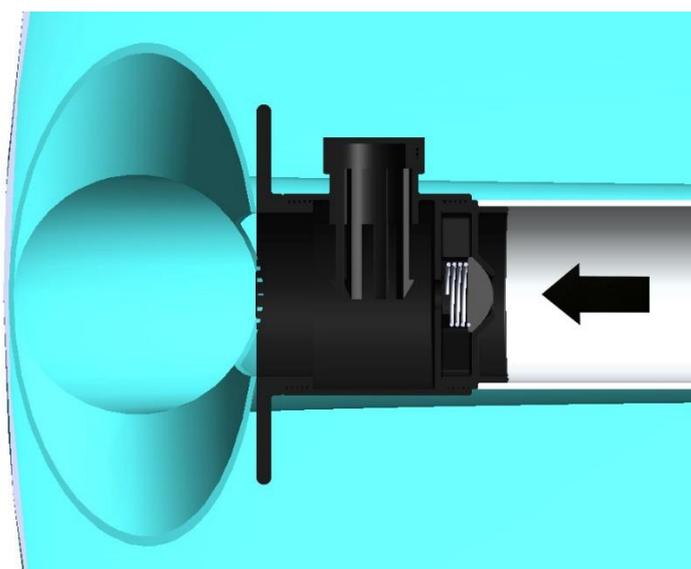


IMAGEN 75. VÁLVULA

8. Finalmente, el saliente de la tapa de la cámara pequeña topará con el extremo de la cámara grande, volviendo con ello el hinchador a la posición inicial.

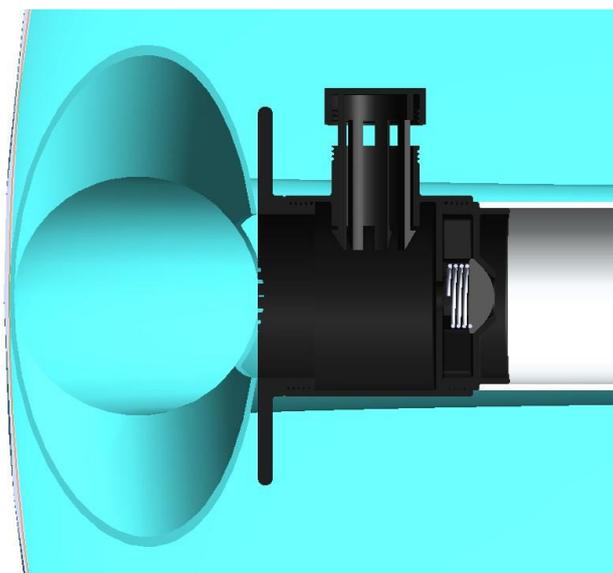
Repitiendo el proceso mencionado (a excepción del primer paso), la cubierta del paraguas irá llenándose de aire progresivamente hasta quedar completamente hinchada (*Imag.76*). Una vez la cubierta haya quedado hinchada, la presión del aire impedirá el avance del aire de las cámaras, quedando el hinchador bloqueado y convirtiéndose producto en un paraguas desplegado.



**IMAGEN 76.** CUBIERTA HINCHADA

Cuando desee plegar el paraguas de nuevo el usuario deberá proceder de la siguiente forma:

1. El usuario desenroscará la **tapa de descompresión** situada en la parte alta del paraguas (*Imag.77*).



**IMAGEN 77.** APERTURA DE LA TAPA DE DESCOMPRESIÓN

2. Quedando la obertura roscada de la **cámara de descompresión** abierta, el aire de la **cubierta** comenzará a desplazarse hacia el exterior, igualando la presión dentro y fuera del paraguas.
3. Una vez la **cubierta** haya quedado completamente deshinchada, se podrá plegar el hinchador (en caso de que este no se haya plegado por su propio peso), el aire sobrante que contenga escapará también por el mismo orificio roscado.
4. Llegados a este punto el usuario tendrá que plegar la **cubierta**, de modo que la superficie expuesta a la lluvia quede por dentro, evitando así mojarse.
5. Rodeando-la con la cinta que hay unida a la propia **cubierta**, evitaremos que esta vuelva a desplegarse.

#### 6.4. Peso del paraguas

Pieza	Peso (g)
Mango	237.31
Varilla	46.07
Émbolo de la varilla	2.94
Junta tórica grande	0.784
Tapa de la cámara pequeña	2.02
Junta tórica pequeña	0.11
Cámara pequeña	82.99
Soporte del émbolo	2.15
Émbolo de la cámara pequeña	3.364
Unión entre cámaras	2.18
Cámara grande	101.05
Válvula	0.616
Muelle	0.6
Cámara de descompresión	7.55
Tapa de descompresión	1.75
Soporte de la cubierta	12.36
Cubierta	109.12
<b>Total</b>	<b>612.96</b>

**TABLA 5.** PESO DEL PARAGUAS

Las propiedades de los materiales empleados, así como los pesos específicos, se desarrollarán en el apartado del **Pliego de Condiciones**.

#### 6.5. Plan de explotación, venta y distribución; estudio económico; rentabilidad

También en este apartado encontraremos un apartado (**Costes**) donde analizaremos estos aspectos más a fondo.

Costes	Subtotal
Costes directos	10.78€
Costes Indirectos (10% de C.D.)	1.08€
Costes de distribución y marketing (20% de C.D.+C.I.)	2.37€
Beneficio industrial (35% de C.D.+C.I.+C.D.M.)	4.98€
<b>Precio de venta al comercio (PVP)</b>	<b>19.21€</b>

**TABLA 6.** PRECIO DE VENTA AL COMERCIO

Nuestra estrategia de venta consistirá en dividir el producto en dos partes (hinchador y cubierta). Esto supondrá una mejora en el aspecto medioambiental, ya que, en caso de romperse o pincharse la cubierta podrá cambiarla por otra sin necesidad de tirar todo el paraguas.

## 6.6. Variedad en el diseño

La capacidad para dividirse en módulos también nos permitirá personalizar el paraguas.

El material de la cubierta (PVC) nos permitirá darle distintas apariencias a nuestro paraguas, esto significa que podremos darle acabados brillantes o mate. También podremos incorporar cualquier tipo de diseño a esta, desde colores ([Imag.75](#)) a imágenes.

Además, tendremos en cuenta la siguiente normativa:

UNE-EN ISO 23900-2:2018 Pigmentos y extendedores. Métodos de dispersión y evaluación de la dispersibilidad en plásticos. Parte 2: Determinación de las propiedades colorimétricas y de la facilidad de dispersión en el poli (cloruro de vinilo) plastificado por calandrado con dos cilindros. (ISO 23900-2:2015).



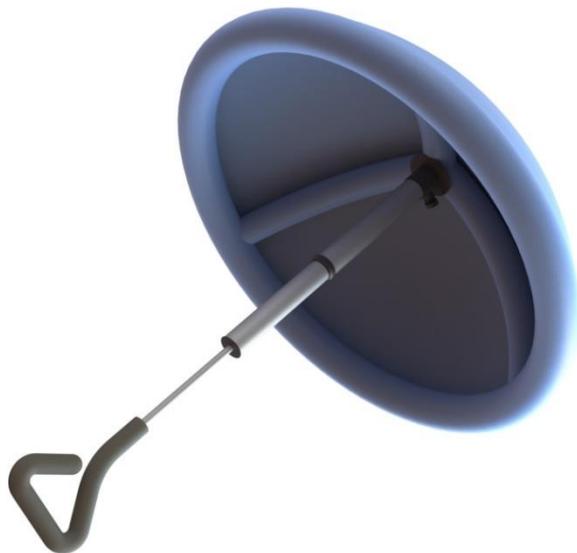




IMAGEN 78. DISTINTOS ACABADOS DE LA CUBIERTA

## 6.7. Imagen de marca

### 6.7.1. Logotipo

También crearemos una marca registrada, con un logotipo (*Imag.79*) que permita a los compradores identificar nuestro producto frente a posibles imitaciones. Este podrá ser grabado en la cámara grande de aluminio mediante láser o un bombardeo de partículas de silicio. Aunque al tratarse esta de una superficie cilíndrica, podría dificultar ligeramente la operación.

También se encontrará en el envase del punto de venta (*ver Packaging*).



IMAGEN 79. LOGOTIPO

El logotipo (*Imag.76*) representa un paraguas (forma convexa de la izquierda) y una gota de agua (formas concéntricas cóncavas de la derecha). Ambas construyen la palabra "Nu", que se corresponde con las siglas de *New Umbrella* ("Nuevo paraguas" en inglés) y con las letras del alfabeto fonético internacional (IPA) (12) que componen la palabra "Nuevo".

## 6.8. Packaging

Aunque generalmente los paraguas no tienen envase, en este caso si haremos uso de uno ya que esto puede otorgarle cierta exclusividad a nuestro producto. Además, con el crecimiento de las ventas por internet y los envíos a domicilio se hará necesario el uso de un envase.

Como ya se indicó anteriormente, el paraguas se venderá en dos módulos, hinchador y cubierta, por lo que tendremos que realizar dos envases.

### 6.8.1. Posibles envases del hinchador

Todas las alternativas consistirán en una caja de cartón corrugado de doble cara, con un canal E (8). Las variaciones nacerán a partir del modo en que organicemos los elementos en su interior:

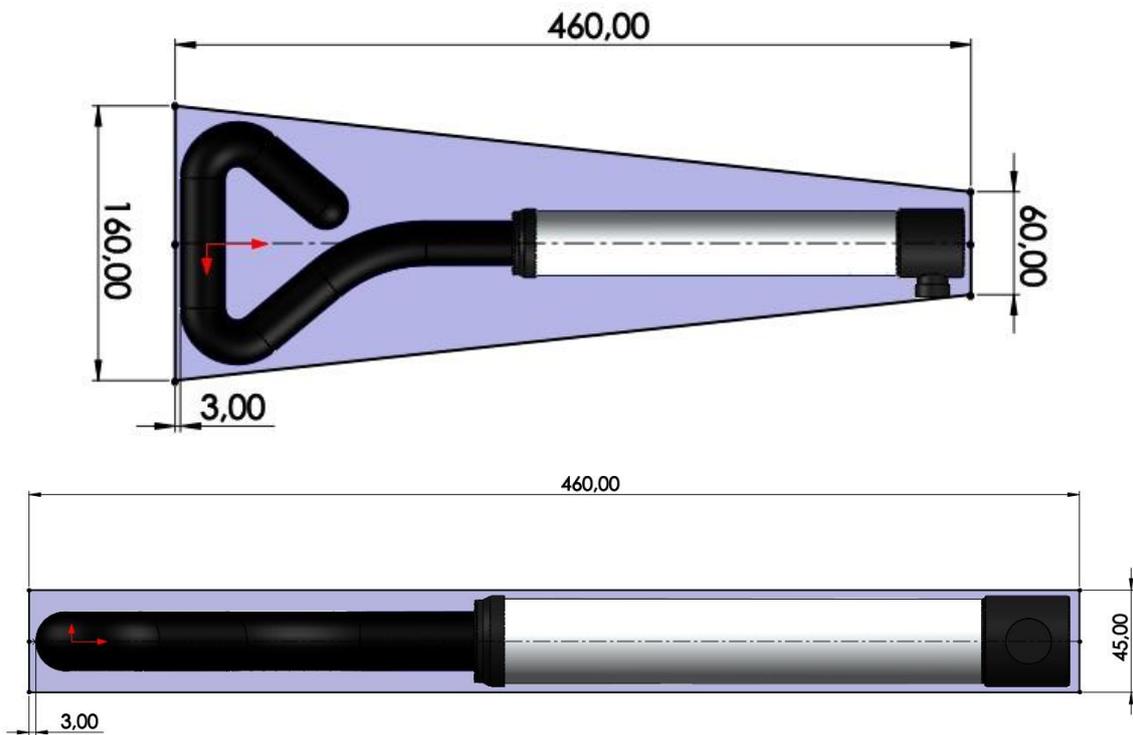
- Alternativa 1

La primera opción consistirá en envasar el hinchador totalmente montado y plegado (*Imag.80*):



IMAGEN 80. HINCHADOR PLEGADO

En este caso solo necesitaremos diseñar una caja de cartón corrugado con forma trapezoidal que se ajuste a las dimensiones (*Imag.81*):



**IMAGEN 81.** DIMENSIONES DE LA ALTERNATIVA 1

- Alternativa 2

Por otra parte, tendremos la posibilidad de ofrecer el hinchador con la cámara de descompresión desmontada (*Imag.82*):



**IMAGEN 82.** HINCHADOR SIN CÁMARA DE DESCOMPRESIÓN

Esta alternativa supondría un ahorro de espacio y un menor gasto en cartón corrugado, pero también es cierto que con esta composición tanto la válvula como el muelle quedarían libres de su ensamblado, por lo que probablemente deberíamos usar una bolsa de plástico sellada para guardar la pieza, Lo que incrementaría los costes frente a la *Alternativa 1*.

Estéticamente, ambas opciones tendrán una apariencia prácticamente idéntica, por lo que, en vista de la previsión de costes de ambas opciones, nos decantaremos por la primera alternativa (Imag.83).

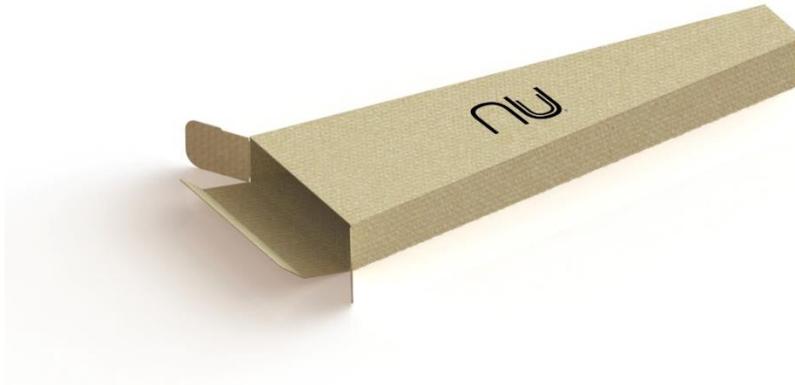


IMAGEN 83. ENVASE DEL HINCHADOR

### 6.8.2. Envase de la cubierta

Debido al tamaño y ausencia de fragilidad en la pieza, haremos uso de una caja de cartón fino de entre 400 y 500g/m<sup>2</sup>. Asumiremos que la tela de PVC de la cubierta podrá plegarse para caber (junto con el soporte de la cubierta) en una caja de las siguientes dimensiones (Imag.84):

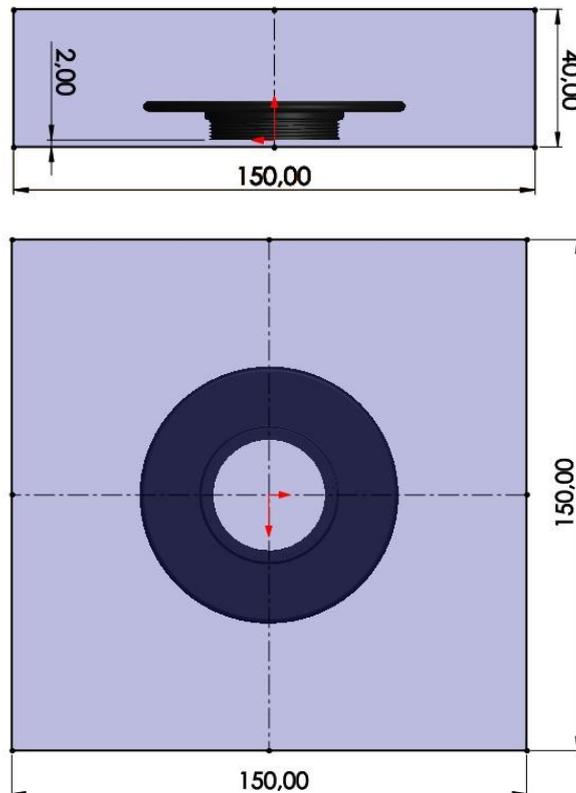


IMAGEN 84. DIMENSIONES DEL ENVASE DE LA CUBIERTA

### 6.8.3. Embalaje para el transporte

Estimaremos el precio del envasado y transporte de las piezas como un incremento de 0.2€ en el coste unitario del producto (*ver apartado Costes*).

#### i. Embalaje de los hinchadores

Calcularemos el número de hinchadores que cabrían por caja, así como el número de cajas por palé (*Medidas de un europalet = 1200mm × 800mm*) (13). Para ello, lo primero será ver cuántos envases caben por palé (sin apilar) (*Imag.85*):

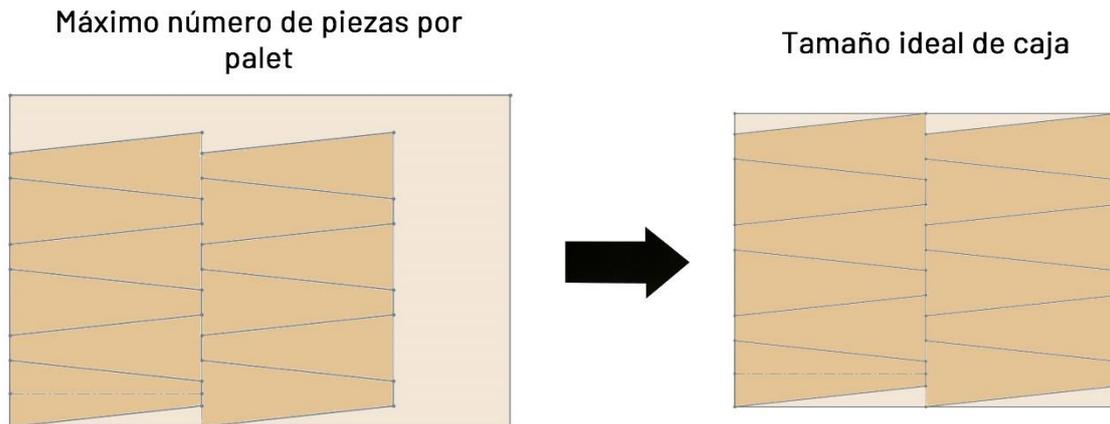


IMAGEN 85. NÚMERO DE ENVASES POR CAJA

Las medidas de la base ideal en una caja (con dimensiones contenidas en el área de un palet), serían de  $920 \times 710\text{mm}$ . Buscaremos una caja con unas medidas de base similares y la mayor altura posible. En caso de no haber cajas que se ajusten a nuestras dimensiones sopesaremos la posibilidad de tener varias cajas por paleté, lo que supondría un aumento en los costes.

Las cajas que utilizaremos para guardar los envases del paraguas (con el paraguas en su interior) tendrán unas dimensiones de  $1050 \times 710 \times 590\text{mm}$  (14). Las medidas de esta caja se corresponden a la perfección con el ancho de nuestro ideal, el largo y alto de la caja también se acerca mucho a las dimensiones óptimas (*Imag.86*):

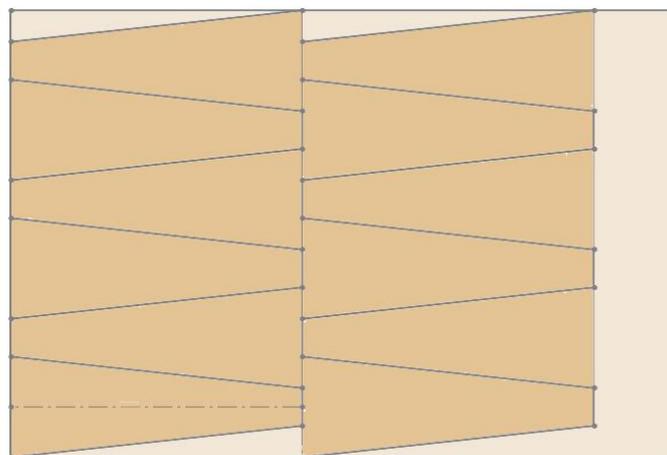


IMAGEN 86. DIMENSIONES DE LA CAJA ESCOGIDA

La adecuación de la altura de la caja con respecto a nuestros envases será la siguiente:

$$N^{\circ} \text{ de pisos por caja} = \frac{\text{Altura de la caja}}{\text{Altura del envase}}$$

$$N^{\circ} \text{ de pisos por caja} = \frac{590\text{mm}}{45\text{mm}} = 13.11 \text{ pisos}$$

Este resultado nos informa de que en cada caja cabrá una pila de 13 pisos de envases y el 11% de un piso 14, lo que equivale a 4.95mm sobrantes.

Una vez hayamos calculado todas las dimensiones podremos obtener el número de envases por caja:

$$N^{\circ} \text{ de envases por caja} = N^{\circ} \text{ de envases por piso} \times N^{\circ} \text{ de pisos por caja}$$

$$N^{\circ} \text{ de envases por caja} = 12 \text{ envases} \times 13 \text{ pisos} = 156 \text{ envases por caja}$$

Y también el número de cajas al año:

$$N^{\circ} \text{ de cajas por año} = \frac{N^{\circ} \text{ de envases por año}}{N^{\circ} \text{ de envases por caja}}$$

$$N^{\circ} \text{ de cajas por año} = \frac{10000 \text{ envases por año}}{156 \text{ envases por caja}} = 64.10 \text{ cajas por año}$$

Estas cajas se emplearán para grandes envíos, para ser más rigurosos, se debería contemplar el uso de otras cajas de menor tamaño destinadas a envíos más pequeños.

## ii. Embalaje de la cubierta

Los cálculos de este envase serán más sencillos debido a su base cuadrada de  $150\text{mm} \times 150\text{mm}$ . En este caso usaremos cajas de menor tamaño, ya que, de no ser así, los envíos de cubiertas serían demasiado abultados. Por eso escogemos cajas con una dimensión de  $770 \times 570 \times 440\text{mm}$  (14).

Por lo tanto:

$$N^{\circ} \text{ de envases por embalaje (largo)} = \frac{\text{Largo del embalaje}}{\text{Largo del envase}} = \frac{770\text{mm}}{150\text{mm}} = 5.13 \text{ cubiertas}$$

$$N^{\circ} \text{ de envases por embalaje (ancho)} = \frac{\text{Ancho del embalaje}}{\text{Ancho del envase}} = \frac{570\text{mm}}{150\text{mm}} = 3.8 \text{ cubiertas}$$

$$N^{\circ} \text{ de envases por embalaje (alto)} = \frac{\text{Alto del embalaje}}{\text{Alto del envase}} = \frac{440\text{mm}}{40\text{mm}} = 11 \text{ cubiertas}$$

De estos resultados obtenemos que cabrán 5 envases de cubierta a lo largo de la caja, 3 a lo ancho y 11 pisos de estos envases, es decir, 165 envases por caja.

Los decimales restantes de los resultados será el espacio vacío que quede. En el ancho este espacio será de 120mm (un valor bastante alto), por lo que debería considerarse la selección de una caja más ajustada a nuestras medidas.

Con estos resultados podremos calcular el número de cajas que necesitaremos al año:

$$N^{\circ} \text{ de cajas por año} = \frac{N^{\circ} \text{ de envases por año}}{N^{\circ} \text{ de envases por caja}}$$

$$N^{\circ} \text{ de cajas por año} = \frac{10000 \text{ envases por año}}{165 \text{ envases por caja}} = 60.6 \text{ cajas por año}$$

Estas cajas se emplearán para grandes envíos, para ser más rigurosos, se debería contemplar el uso de otras cajas de menor tamaño destinadas a envíos más pequeños.



## 7. Requisitos de diseño

### 7.1. El cliente

Nuestro cliente principal serán los niños de entre 5 y 12 años, aunque, por otra parte, los compradores no serán ellos sino sus padres. El objetivo de nuestro producto es satisfacer a ambos. Queremos que los niños vean la parte divertida del paraguas y los padres la mayor seguridad que este presenta.

### 7.2. Legislación, reglamentación y normativa aplicables

Este apartado también podrá consultarse en el [pliego de condiciones](#):

#### 7.2.1. Relativa a las piezas de aluminio (14)

- UNE-EN 755-9:2016 Aluminio y aleaciones de aluminio. Varillas, barras, tubos y perfiles extruidos. Parte 9: Perfiles, tolerancias dimensionales y de forma.
- UNE-EN 12020-2:2017 Aluminio y aleaciones de aluminio. Perfiles extruidos especiales en aleaciones EN AW-6060 y EN AW-6063. Parte 2: Tolerancias dimensionales y de forma.
- UNE-EN 755-8:2016 Aluminio y aleaciones de aluminio. Varillas, barras, tubos y perfiles extruidos. Parte 8: Tubos extruidos con matriz-puente, tolerancias dimensionales y de forma.
- UNE-EN ISO 286-2:2011 Especificación geométrica de productos (GPS). Sistema de - codificación ISO para las tolerancias en dimensiones lineales. Parte 2: Tablas de las clases de tolerancia normalizadas y de las desviaciones límite para agujeros y ejes. (ISO 286-2:2010)
- UNE-EN ISO 5458:1999 Especificación geométrica de productos (GPS). Tolerancias geométricas. Tolerancias de posición. (ISO 5458:1998).
- UNE-EN 755-3:2009 Aluminio y aleaciones de aluminio para forja. Varillas, barras, tubos y perfiles extruidos. Parte 3: Barras redondas extruidas. Tolerancias dimensionales y de forma.
- UNE-EN ISO 286-2:2011/AC:2013 Especificación geométrica de productos (GPS). Sistema de codificación ISO para las tolerancias en dimensiones lineales. Parte 2: Tablas de las clases de tolerancia normalizadas y de las desviaciones límite para agujeros y ejes. (ISO 286-2:2010/Cor 1:2013).
- UNE-EN ISO 8062-1:2009 Especificación geométrica de producto (GPS). Tolerancias dimensionales y geométricas para piezas moldeadas. Parte 1: Vocabulario. (ISO 8062-1:2007)
- UNE-EN 10226-2:2005 Roscas de tuberías para uniones con estanquidad en la rosca. Parte 2: Roscas exteriores cónicas y roscas interiores cónicas. Dimensiones, tolerancias y designación.

EN 754-3. Tolerancias de barras redondas calibradas

EN 755-3. Tolerancias de barras redondas extruidas

EN 755-7. Tolerancias de tubos sin soldadura

EN 755-8. Tolerancias de tubos extruidos

### 7.2.1. Relativa a las piezas de HDPE moldeadas por inyección (15)

- UNE-EN 15344:2008 Plásticos. Plásticos reciclados. Caracterización de reciclados de polietileno (PE).

- UNE-ISO 13953:2011 Tubos y accesorios de polietileno (PE). Determinación de la resistencia a la tracción y tipo de fallo en probetas soldadas a tope.

- UNE-EN ISO 23900-2:2018 Pigmentos y extendedores. Métodos de dispersión y evaluación de la dispersibilidad en plásticos. Parte 2: Determinación de las propiedades colorimétricas y de la facilidad de dispersión en el poli (cloruro de vinilo) plastificado por calandrado con dos cilindros. (ISO 23900-2:2015).

- UNE-EN ISO 17855-2:2016 Plásticos. Materiales de polietileno (PE) para moldeo y extrusión. Parte 2: Preparación de probetas y determinación de propiedades. (ISO 17855-2:2016).

## 8. Planificación

### 8.1. Diagrama de Gantt

	Actividad	Duración (días)	Actividades precedentes inmediatas	Personal
A	Encargar granza de HDPE	5	-	-
B	Encargar caucho	5	-	-
C	Encargar tubos de aluminio	20	-	-
D	Encargar rollos de PVC flexible	3	-	-
E	Encargar muelles	3	-	-
F	Encargar juntas tóricas	3	-	-
G	Encargar máquinas inyectoras de HDPE	10	-	-
H	Encargar máquinas inyectoras de caucho	10	-	-
I	Encargar máquinas de termosellado	5	-	-
J	Encargar mesas de patronaje	2	-	-
K	Encargar herramientas de patronaje	1	-	-
L	Encargar equipamiento de taller	1	-	-
M	Marcado y corte de las piezas de PVC	21	D, K	C
N	Ensamblaje de cubiertas	52	D, I, J, K, L, M	C

O	Inyección de piezas de HDPE	56	A, G, L	C
P	Inyección de piezas de caucho	30	B, H, L	C
Q	Ensamblaje de los hinchadores	20	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P	NC
R	Empaquetado de los hinchadores y cubiertas	5	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q	NC

**TABLA 7.** LISTADO DE TAREAS

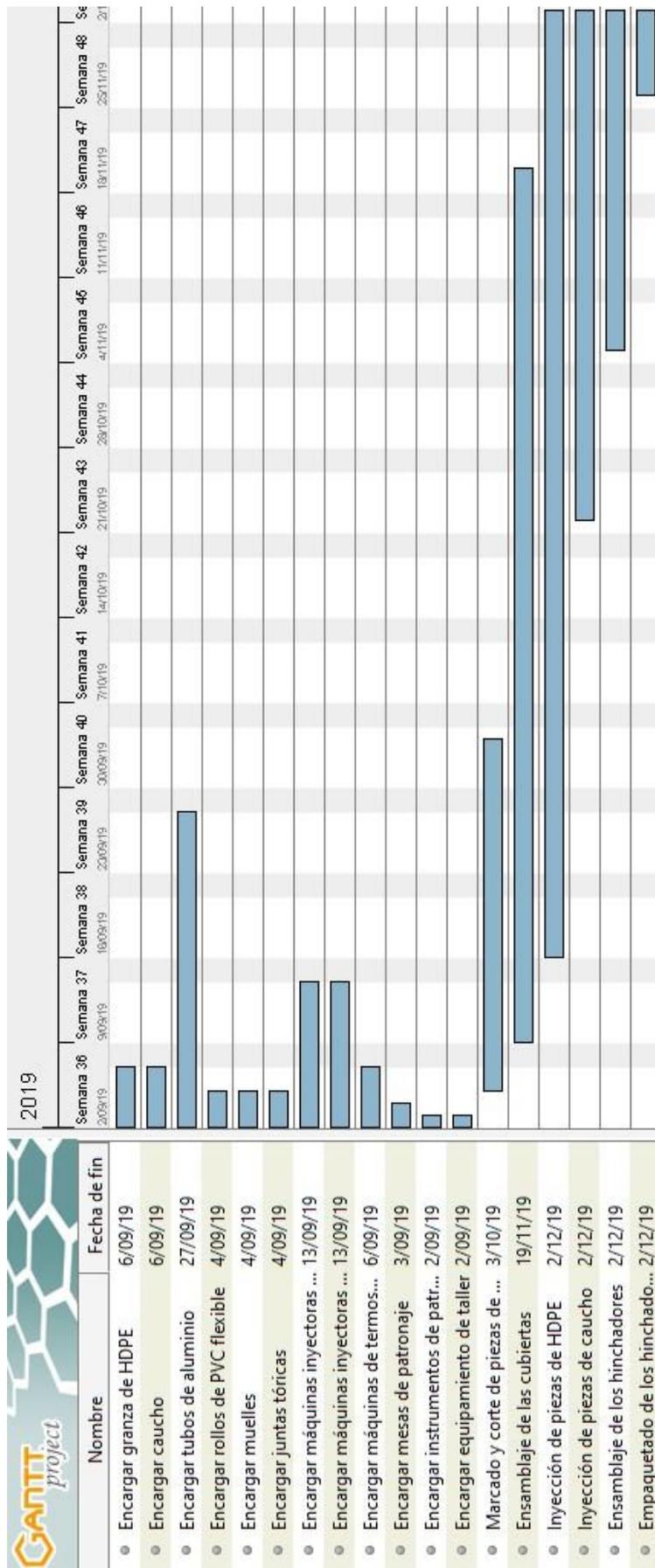


TABLA 8. DIAGRAMA DE GANTT

Como se puede observar (*Tabla.3*), los encargos de materiales o piezas serán independientes del resto de tareas, a diferencia de los procesos de fabricación o ensamblaje, que dependerán de la disponibilidad de maquinaria y materiales para poder llevar a cabo los encargos.

De este modo nos encontramos con 4 situaciones de espera inevitables:

- El encargado de marcar y cortar el patronaje no podrá empezar a cortar piezas del paraguas hasta que no tenga el tejido, la mesa de patronaje y las herramientas necesarias.
- Los ensambladores de cubiertas no podrán empezar hasta que no reciban las máquinas de termosellado. Cuando estas lleguen, el encargado del patronaje ya habrá fabricado algunas piezas, y dado que trabaja a un mayor ritmo, los ensambladores no tendrán que preocuparse por la falta de piezas.
- Los Inyectores de piezas (tanto de caucho como de HDPE) empezarán a trabajar tan pronto como las máquinas lleguen al taller
- El ensamblador, no podrá empezar a montar los hinchadores hasta que no tengan una gran cantidad de piezas fabricadas, ya que necesita la mitad del tiempo que emplean los operarios en fabricar las piezas.

Para solventar estas situaciones deberemos solaparlas todo lo posible unas con otras, de modo que los trabajadores puedan empezar a trabajar en la fecha más cercana.

Tras realizar el diagrama de Gantt, averiguamos que se tardaremos 68 días en fabricar y empaquetar los 10000 hinchadores y cubiertas. El día de inicio será el 1 de septiembre, el 2 de diciembre será la fecha de finalización.

# Anexos



# Índice de los anexos

Anexo I: Productos similares

Anexo II: Patentes relacionadas

Anexo III: Estudio ergonómico

Anexo IV: Dimensionado eficiente

Anexo V: Realización de maquetas

Anexo VI: Encuesta para usuarios

Anexo VII: Comportamiento mecánico

Anexo VIII: Fabricación de la cubierta

Anexo IX: Análisis del material



## Anexo I: Productos similares

Aunque ninguno de ellos resultó ser la semilla de este proyecto, si es cierto que guardan muchas similitudes. La revisión de estos proyectos se hace necesaria, dado que quizá alguna de sus características podría tenerse en cuenta a la hora de perfeccionar nuestro modelo.

### - Cloud Umbrella

De la diseñadora Joonsoo Kim, un paraguas hinchable (*Imag.87*) que fue presentado como un concepto, una idea, una nube sobre nuestras cabezas y no como un producto. El tiempo que requiere para ser hinchado al completo o la eficiencia con la que pueda evitar que nos mojemos son dos aspectos que deberíamos tener en cuenta.

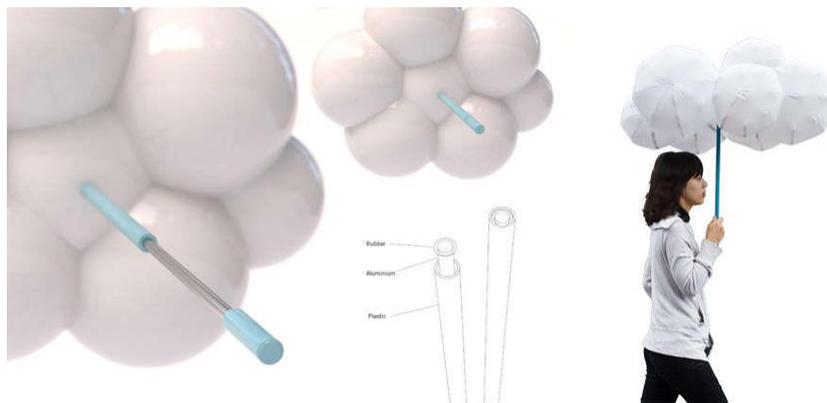


IMAGEN 87. CLOUD UMBRELLA

### - Shield Umbrella

Del diseñador Kevin Lee, en este caso (*Imag.88*) si fue creado como un producto, facilitando el hinchado mediante un motor eléctrico, hará que nuestro paraguas dependa de un cargador y aumente notablemente su peso. También posee un farolillo en su parte superior, que, en la mayoría de ciudades podría resultar de poca utilidad, aunque esta idea quizá sí podría tener uso en otros ambientes. A día de hoy, no parece que se haya llevado a producción.



IMAGEN 88. SHIELD UMBRELLA

- Pumprella

De autor desconocido, sigue el mismo principio que Shield Umbrella (*Imag.89*), solo que en este caso (*Imag.26*) varía la localización del motor y no cuenta con un farolillo. Tampoco parece haberse producido en serie.



IMAGEN 89: PUMPRELLA

- Funbrella

Diseñada y llevada a la venta por la empresa Playskool, este (*Imag.90*) es el único caso en el que tenemos constancia de una puesta en producción. Aunque la fuente no sea del todo fiable, al parecer, se puso en el mercado en 1986. Se desconoce dónde, durante cuánto tiempo y cuantas ventas logró en este tiempo.



IMAGEN 90. FUNBRELLA

## Anexo II: Patentes relacionadas

Se ha realizado una búsqueda a través del portal de la "World international property organization" (16) para encontrar diseños relacionados con el concepto de paraguas hinchable:

**Oficina:** China

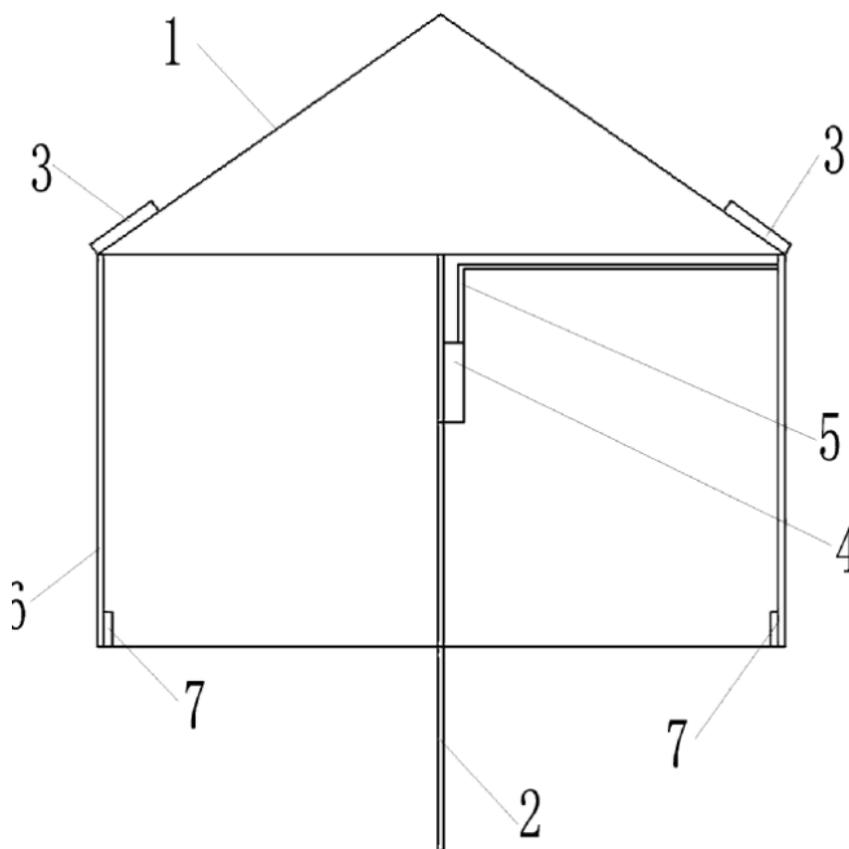
**Numero de patente:** 201310569945.0

**Número de publicación:** 104643441

**Inventor/a:** Luan Rumbo

**Título:** Inflatable umbrella

**(EN)** The invention relates to an inflatable umbrella. The inflatable umbrella comprises an umbrella cover, an umbrella handle mounted in the umbrella cover, an inflatable curtain mounted for a full circle under the umbrella cover, an air pump mounted on the umbrella handle, sticky buckle male sides mounted on the outer side of the umbrella cover and sticky buckle female sides mounted on the inner side of the inflatable curtain, wherein the air outlet of the air pump is connected to the inflatable curtain through an air pipe. When the inflatable umbrella is in use, the inflatable curtain is reversed, the air pump is adopted to inflate the inflatable curtain, the inflatable curtain becomes stiff after being inflated and therefore can prevent rainwater from entering the umbrella from all directions, and accordingly, clothes of people holding the inflatable umbrella cannot be moistened by rain. After use of the inflatable umbrella, air in the inflatable curtain is discharged, and then the inflatable curtain is reeled up and finally collected through adhering the sticky buckle female sides to the sticky buckle male sides on the umbrella cover. Therefore, the inflatable umbrella is convenient to use.



**IMAGEN 91.** INFLATABLE UMBRELLA (LUAN RUMBO)

**Oficina:** Estados unidos

**Numero de patente:** 09537189

**Número de publicación:** 6354314

**Inventor/a:** Edoardo Iurincich

**Título:** Inflatable umbrella

An inflatable umbrella comprises an inflatable hollow umbrella handle, an inflatable hollow umbrella cover, and an inflatable valve; wherein the inner spaces of the umbrella handle and the umbrella cover are interconnected, while inflatable valve is positioned at a proper position of the umbrella. The handle and cover are inflated directly or by means of an air pump through the inflation valve, so that a safe and convenient umbrella is formed.

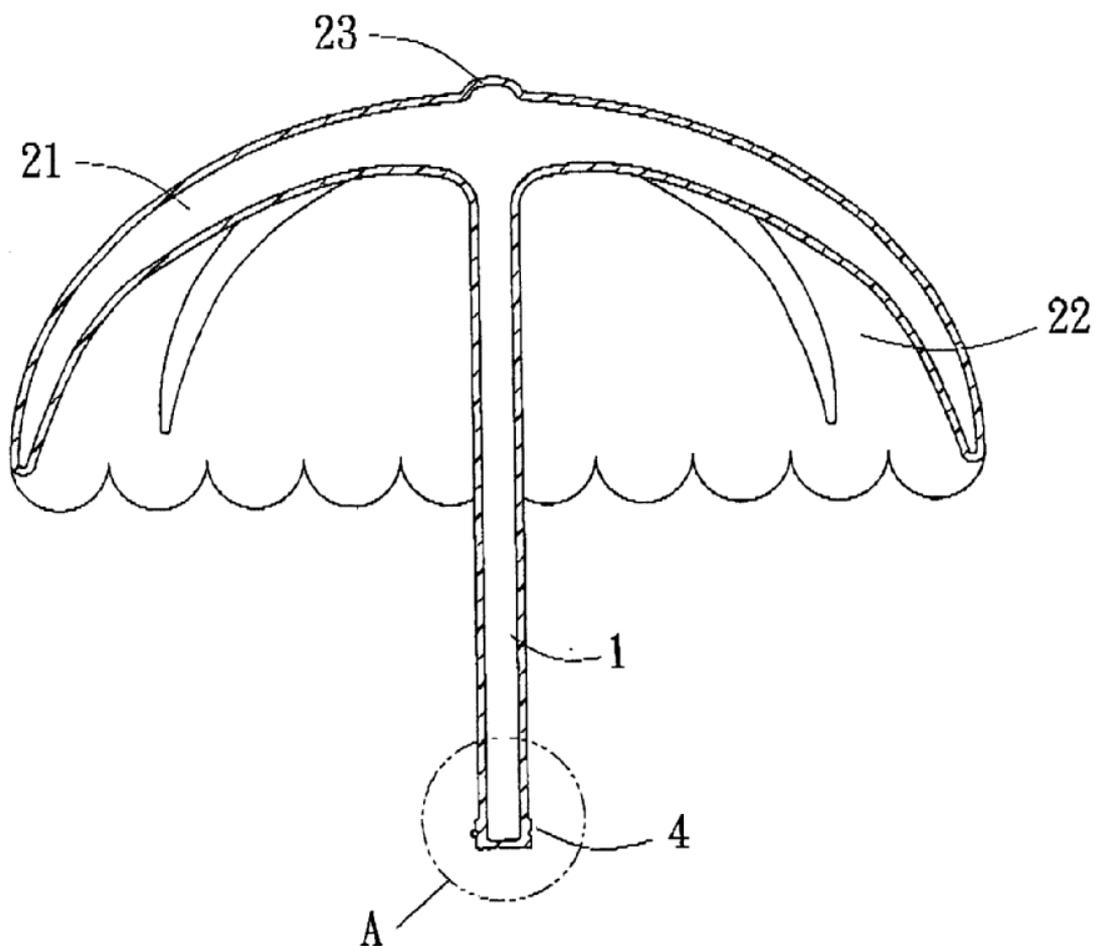


IMAGEN 92. INFLATABLE UMBRELLA (EDOARDO IURINCICH)

**Oficina:** Estados unidos

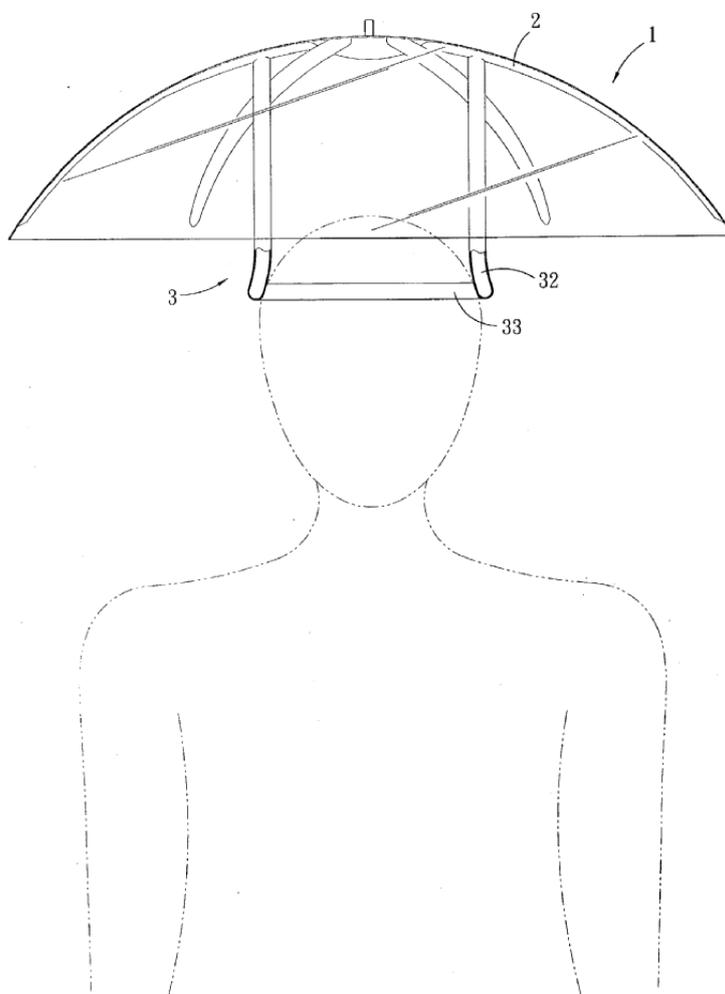
**Numero de patente:** 10305907

**Número de publicación:** 20040099296

**Inventor/a:** Chang Yuan-Fu

**Título:** Inflatable umbrella

An inflatable umbrella includes a panel and a plurality of inflatable ribs made of soft material connected to an underside of the panel. An inflatable handle made of soft material is connected to the underside of the panel. The inflatable handle is connected with the inflatable ribs. One of the inflatable ribs has an inlet. The umbrella can be folded into a thin layer when not in use. In addition, a circular rib formed under the panel is flexible and its diameter is changeable, so the umbrella can be mounted to different user's heads with similar sizes.



**IMAGEN 93.** INFLATABLE UMBRELLA (CHANG YUAN-FU)

**Oficina:** Estados unidos

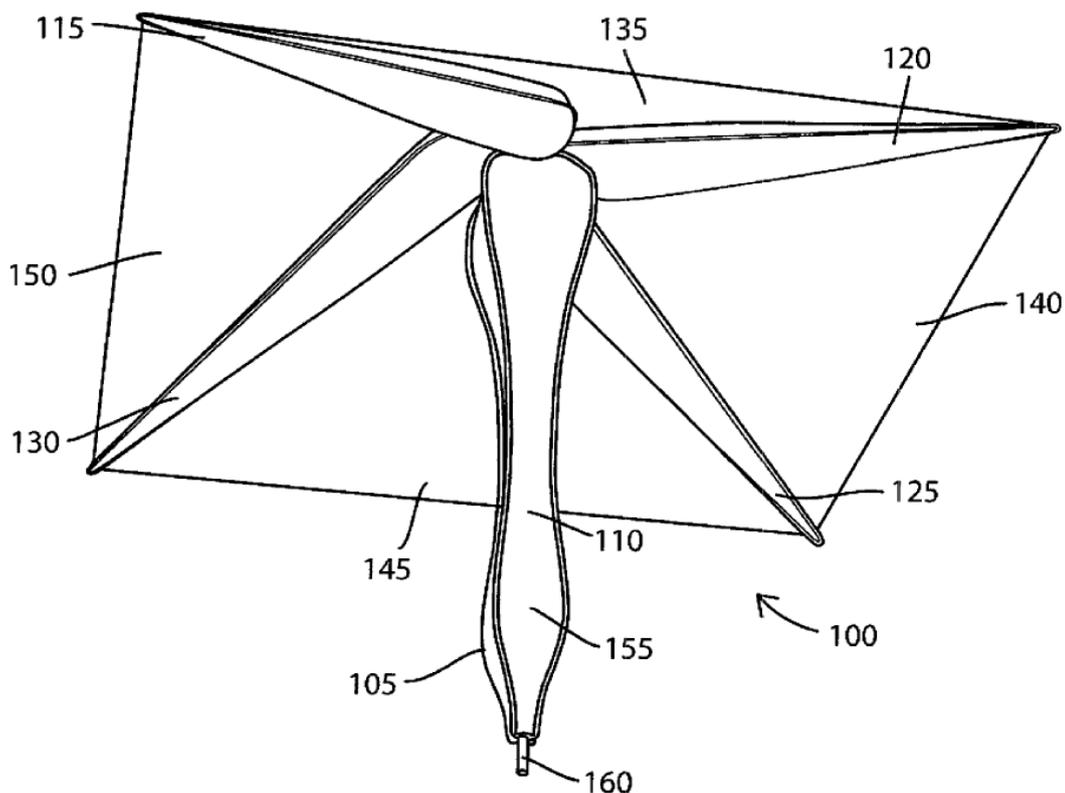
**Numero de patente:** 13812399

**Número de publicación:** 20130152985

**Inventor/a:** Rolf Vaitl

**Título:** Inflatable umbrella

An inflatable umbrella has an inflatable covering made from a flexible material. In an inflated state, said covering forms at least the following elements: a central holding element, at least three umbrella strut elements extending away from the central holding element, and at least one umbrella surface element stretched out by the umbrella strut elements. In this case, the central holding element and each umbrella strut element are supported against each other at the respective contact point thereof. In the inflated state, the umbrella has greater stability and resistance to external forces in comparison to previously known inflatable umbrellas.



**IMAGEN 94.** INFLATABLE UMBRELLA (ROLF VAITL)

**Oficina:** Canada

**Numero de patente:** 278463

**Número de publicación:** 1054019

**Inventor/a:** George Pappanikolaou

**Título:** Inflatable umbrella

An inflatable umbrella comprising a flexible canopy having at least one enclosed space adapted to be filled with a fluid for inflating the umbrella to an open condition. A self-contained compressible reservoir containing a fluid supply communicates with the enclosed space, and means are provided for compressing said reservoir, which may either be of the manual or automatic type.

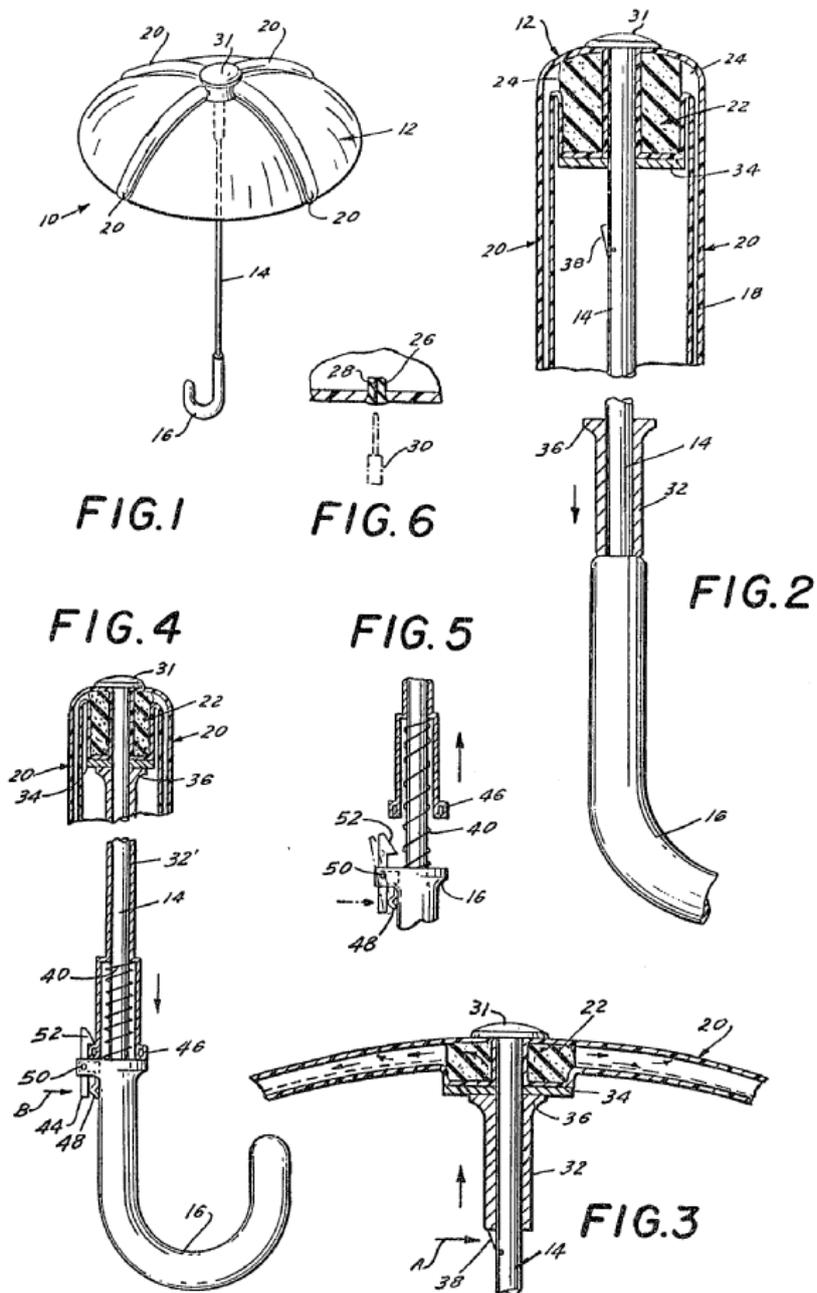


IMAGEN 95. INFLATABLE UMBRELLA (GEORGE PAPPANIKOLAOU)

**Oficina:** Estados unidos

**Numero de patente:** 07097545

**Número de publicación:** 5040555

**Inventor/a:** Cheng Chung Wang

**Título:** Inflatable umbrella

An inflatable umbrella includes an inflatable canopy member made of first upper and lower sheets and having a central portion, a plurality of elongated air compartments which extend radially from the central portion and which are spaced apart from each other, and a plurality of web portions spacing and interconnecting the elongated air compartments. A hollow shaft member being either rigid or inflatable is connected to the canopy member.

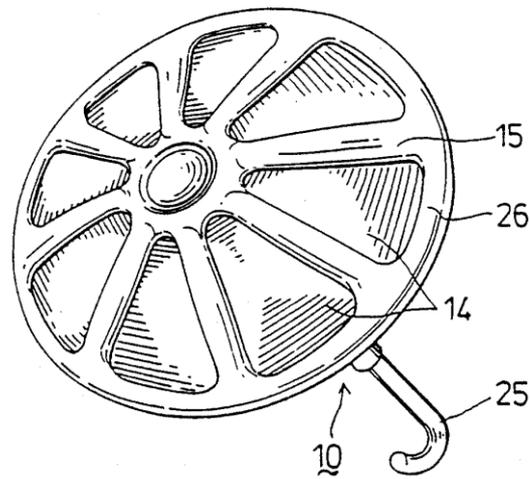


FIG. 4

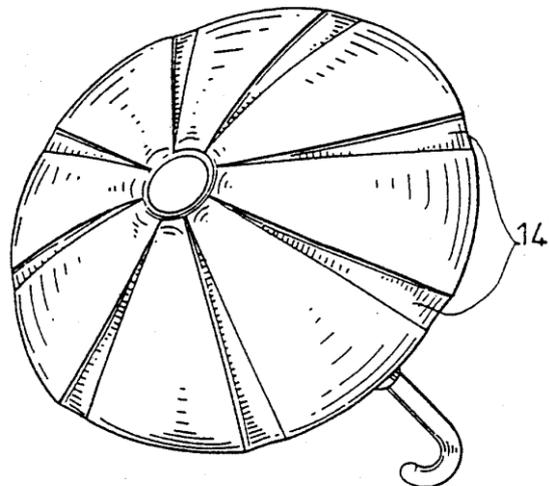


IMAGEN 96. CHENG CHUNG WANG

**Oficina:** Estados unidos

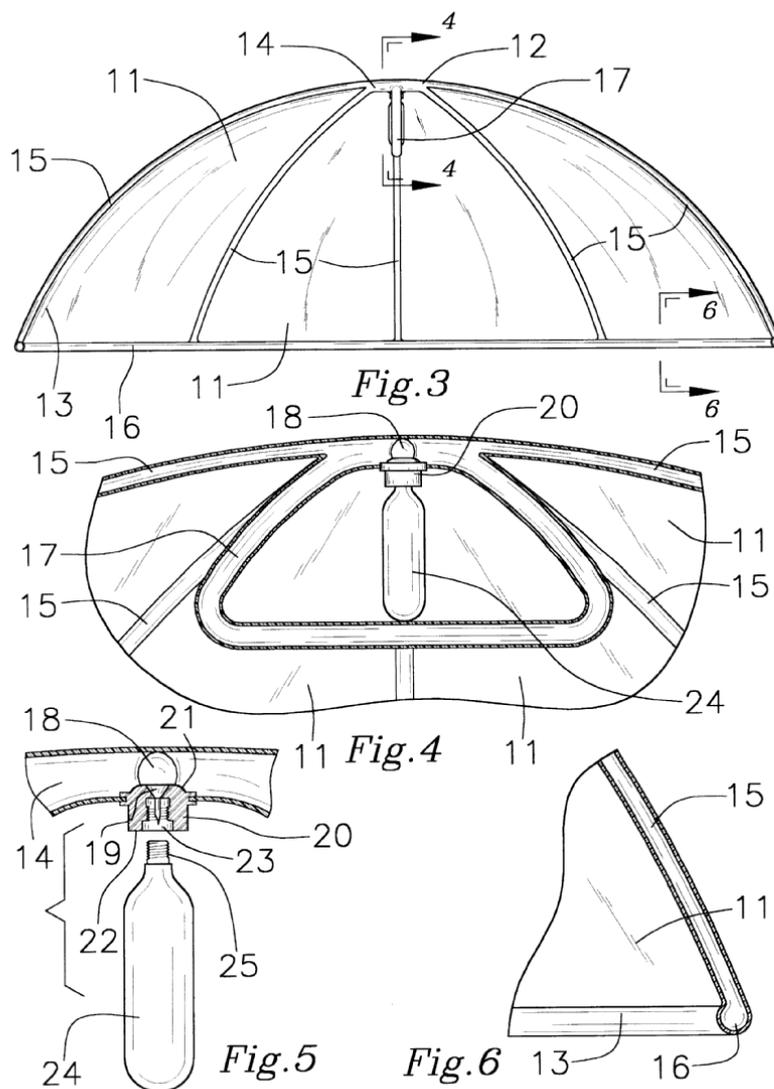
**Numero de patente:** 09595468

**Número de publicación:** 6318390

**Inventor/a:** Eric V. Innis

**Título:** Inflatable umbrella

An inflatable umbrella for providing an umbrella that can be carried in one's pocket or purse. The inflatable umbrella includes a flexible and foldable sheet of material having a central portion and a perimeter; and also includes a hub air chamber being securely attached to the central portion; and further includes a plurality of flexible rib-like air chambers connected to the hub air chamber and extending radially from the hub air chamber and being securely attached to the sheet of material with each of the rib-like air chambers having a first end and a second end which is securely connected to the hub air chamber; and also includes a flexible annular air chamber being connected to the first ends of the rib-like air chambers and being securely attached along the perimeter of the flexible sheet of material; and further includes a handle air chamber being integrally connected to the hub air chamber and depending therefrom; and an inflating and deflating assembly for inflating and deflating the air chambers.



**IMAGEN 97. INFLATABLE UMBRELLA (ERIC V. INNIS)**

**Oficina:** Reino Unido

**Numero de patente:** PCT/GB2001/005455

**Número de publicación:** WO/2002/047507

**Inventor/a:** TRICKETT, John Neville

**Título:** Inflatable umbrella

**(EN)** The umbrella comprises a canopy (1), an inflatable frame (2) attached to the canopy (1), inflation and deflation means (3), a shaft (4) attached to the inflatable frame (2) and the canopy, and a handle or grip (5) on the shaft (4). The canopy (1) and frame (2) are attached to the shaft (4) in such a way as to provide stability in adverse wind conditions.

WO 02/47507

PCT/GB01/05455

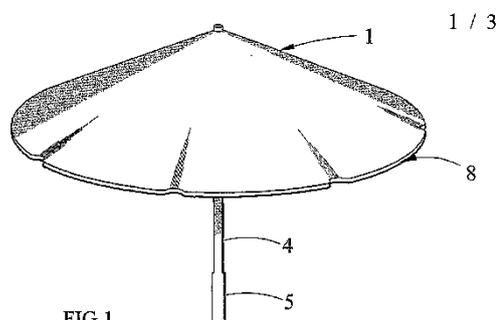


FIG 1

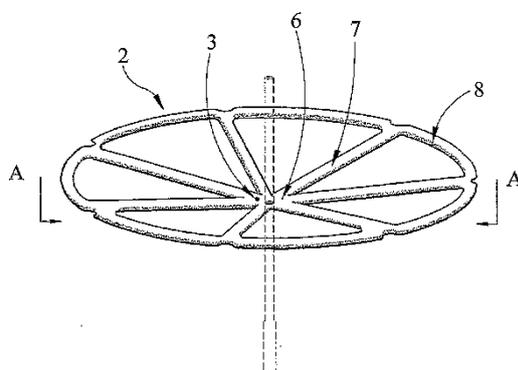


FIG 2

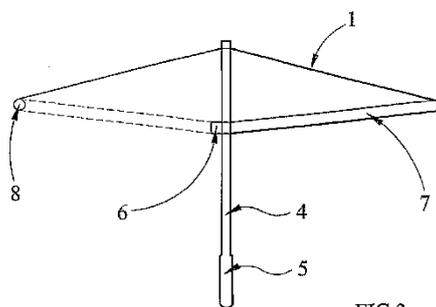


FIG 3

**IMAGEN 98. INFLATABLE UMBRELLA (TRICKETT, JOHN NEVILLE)**

**Oficina:** Estados Unidos

**Numero de patente:** 06764634

**Número de publicación:** 4643210

**Inventor/a:** Feld Oscar

**Título:** Inflatable umbrella

An inflatable umbrella consisting of canopy and handle which may be folded and conveniently carried about on the person and which has in its handle a compartment for a cartridge which can emit a pressurized gas for inflating the umbrella and has air passages formed in the canopy extending both circularly and radially with respect to the canopy, the air passages intersecting at a plurality of points.

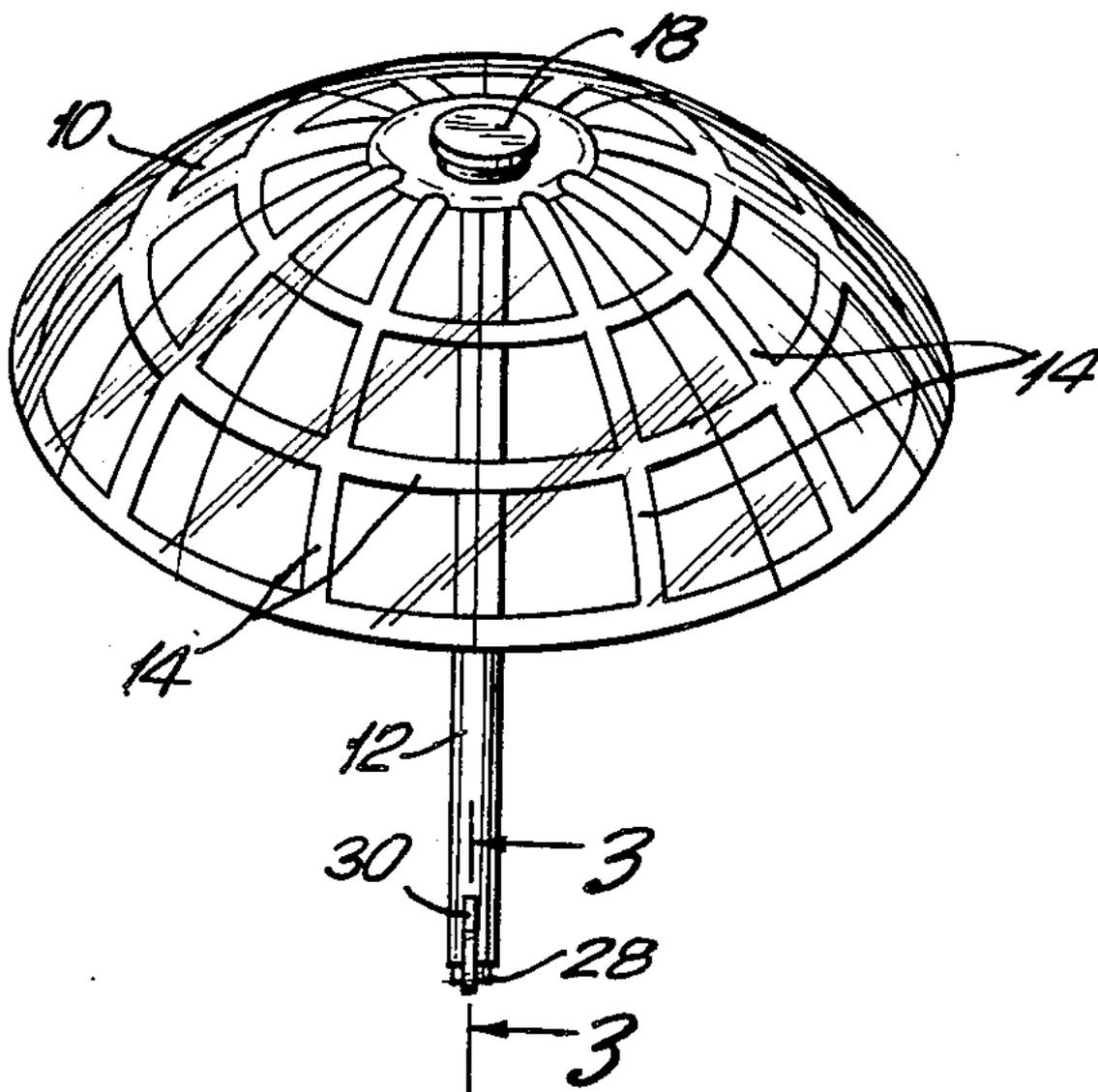


IMAGEN 99. INFLATABLE UMBRELLA (FELD OSCAR)

**Oficina:** Estados Unidos

**Numero de patente:** 06235955

**Número de publicación:** 4370994

**Inventor/a:** Pittman Benny R.

**Título:** Inflatable umbrella

An inflatable umbrella is provided which may be collapsed and retained in the form of a small easily carried package when not in use, and which may be rapidly inflated to an operative configuration by the breath of the user or other air source. The umbrella comprises a flexible plastic cover sheet having a generally circular outline, and an undercarriage which includes a flexible plastic panel having a star-like configuration, an elongate flexible plastic tubular member having a bulbous handle portion at the free end, and valve means mounted on the handle to permit air to be selectively blown into and released from the interior of the tubular member and enclosed airspace. The umbrella preferably also includes a flexible plastic bag mounted at the free end of the tubular member for retaining the umbrella in its collapsed position, and a drawstring may be disposed about the periphery of the cover sheet to permit the cover sheet to be drawn into a generally hemispheric configuration when in use. Two embodiments of a method of fabricating the above described umbrella are also disclosed.

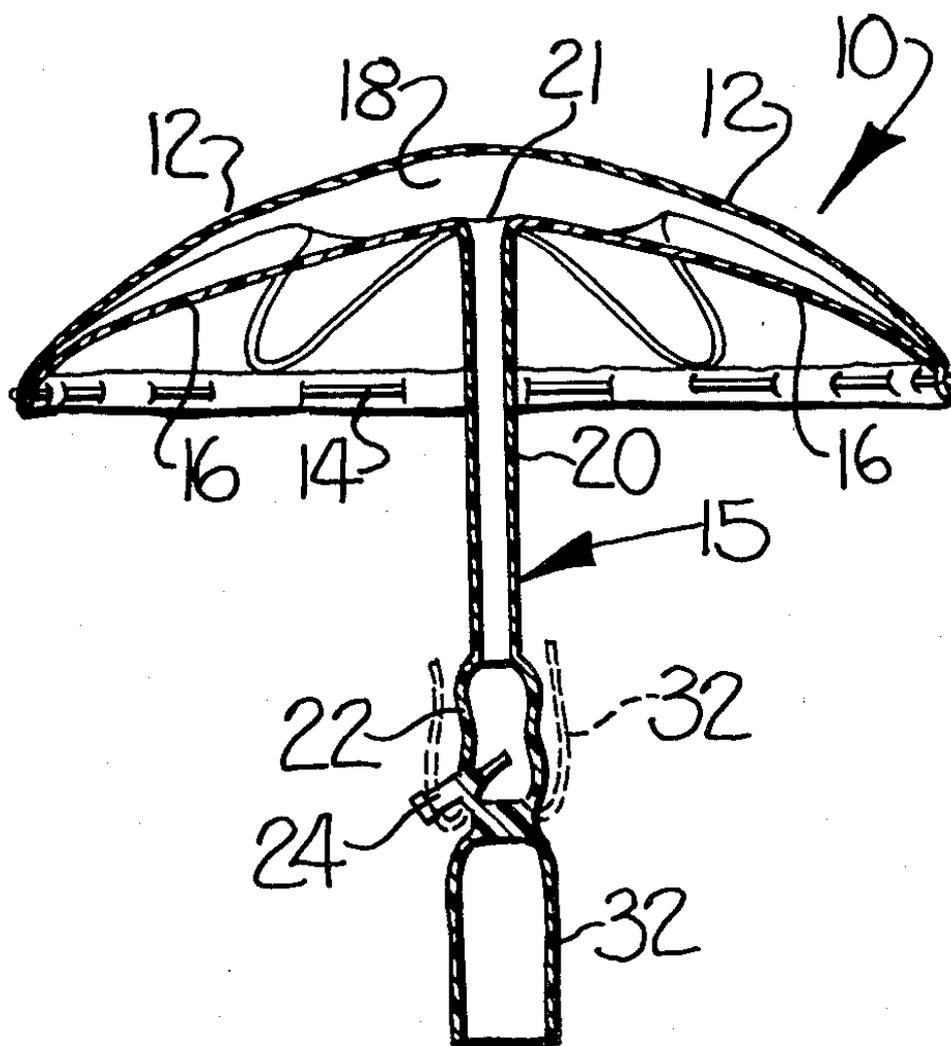


IMAGEN 100. INFLATABLE UMBRELLA (PITTMAN BENNY R.)

**Oficina:** Canada

**Numero de patente:** 309964

**Número de publicación:** 1109765

**Inventor/a:** Peter Ross y Sharon Ross

**Título:** Inflatable umbrella

An umbrella having a shaft and ribs extending there- from for supporting a canopy in an open condition thereof, the improvement in which said shaft and ribs are in fluid communica- tion with each other, are hollow, and are formed from a flexible gas impervious solid material and means are provided for releasably inflating said shaft and ribs to open said umbrella.

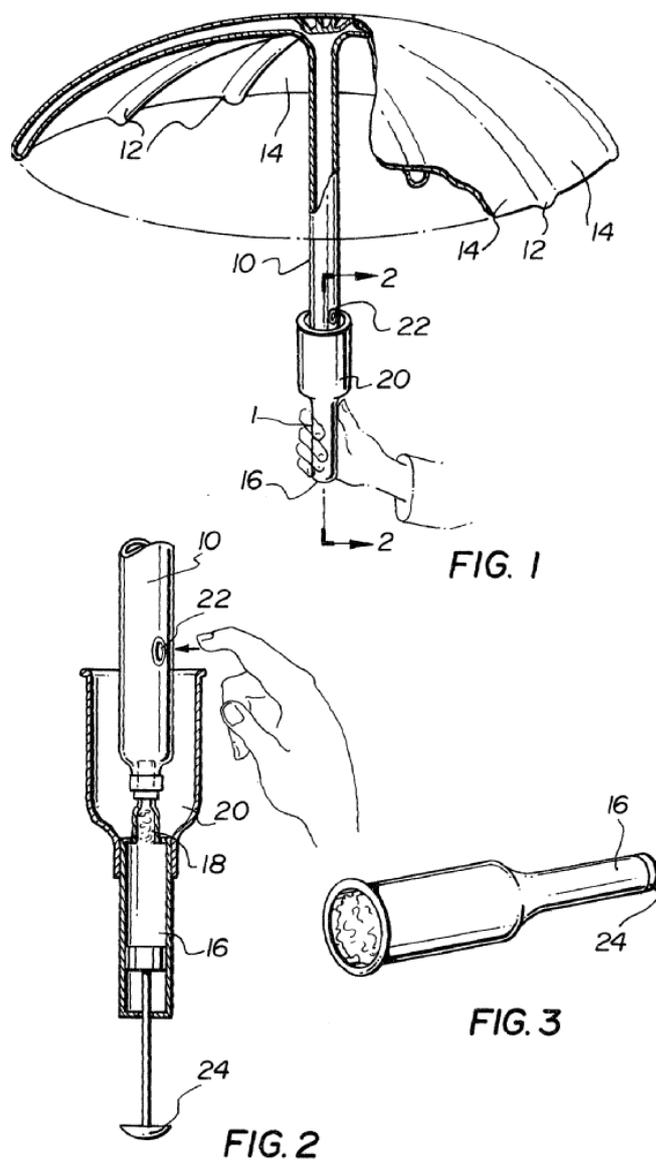


IMAGEN 101. INFLATABLE UMBRELLA (PETER ROSS Y SHARON ROSS)



## Anexo III: Estudio ergonómico

Como ya se indicó en apartados anteriores, este paraguas está pensado para niños y niñas con una edad comprendida entre los 5 y los 12 años, es en este periodo cuando las dimensiones del cuerpo varían de forma más notable en la mayoría de los usuarios, por lo que la tarea de establecer unas dimensiones justificadas se complica.

Calcularemos estas dimensiones para un caso en el que el usuario sostiene el paraguas guardando un ángulo de  $90^\circ$  entre las dos mitades del brazo y apoyando el bastón en el hombro. Es de suponer que, si las dimensiones son correctas para la mayoría de los usuarios en este caso, también lo serán en caso de sostener el bastón de forma recta.

- Dimensiones del hinchador

Las características básicas a tener en cuenta serán: su longitud cuando esté extendido y el diámetro de las cámaras del tubo con las que entraremos en contacto a la hora de accionar el mecanismo.

La longitud del hinchador quedará en parte influenciada por las dimensiones y la forma de la cubierta, por lo que a la hora de realizar los cálculos deberemos plantear una visión de conjunto. La única dimensión que podremos calcular independientemente de la cubierta será la distancia entre el agarre y el hombro, para ello necesitaremos saber la distancia hombro-codo y la distancia codo-agarre (*Tabla.3*). El objetivo es permitir que la mayor cantidad de usuarios posible pueda apoyar el bastón del paraguas sobre su hombro manteniendo las dos mitades del brazo a  $90^\circ$ , por lo que usaremos las medidas correspondientes al usuario más grande, siendo este una niña de 12 años situada en el percentil 95.

Si las medidas se adecúan a este sujeto, también lo harán con dimensiones de menor tamaño (dado que la distancia agarre-hombro será menor). Esto nos garantizará que el paraguas se ajuste a las medidas de un 95% de las niñas aproximadamente y a un porcentaje aún mayor en los niños.

12 años	HOMBRES				MUJERES			
	5%	50%	95%	DT	5%	50%	95%	DT
1. Estatura.	1382	1490	1598	65,9	1397	1511	1626	69,8
2. Altura de los ojos.	1267	1375	1483	65,9	1279	1395	1511	70,7
3. Altura de los hombros.	1115	1215	1315	60,8	1124	1224	1324	61,0
4. Altura de los codos.	854	930	1006	46,4	860	947	1034	53,0
5. Altura de la cadera.	732	805	878	44,7	718	786	854	41,5
6. Altura de los nudillos.	590	645	700	33,8	603	670	737	40,7
7. Altura de la yema de los dedos.	485	540	595	33,8	497	564	631	40,7
8. Altura desde el asiento.	711	765	819	32,9	715	781	846	39,8
9. Altura ojos-asiento.	599	650	701	31,2	612	670	728	35,4
10. Altura hombros-asiento.	448	490	532	25,3	447	494	540	28,3
11. Altura codos-asiento.	168	205	242	22,8	162	207	251	27,4
12. Espesor del muslo.	107	125	143	11,0	106	131	156	15,0
13. Longitud nalga-rodilla.	456	500	544	27,0	462	514	566	31,8
14. Longitud nalga-popliteo.	383	415	447	19,4	390	438	486	29,2
15. Altura de la rodilla.	438	480	522	25,3	431	473	515	25,6
16. Altura poplitea.	358	390	422	19,4	353	388	423	21,2
17. Anchura de hombros.	320	355	390	21,1	316	358	400	25,6
18. Anchura hombros biacrómica.	296	325	354	17,7	297	327	358	18,6
19. Anchura de caderas.	239	275	311	22,0	246	297	348	30,9
20. Espesor del pecho.	142	175	208	20,3	144	191	239	29,2
21. Espesor del abdomen.	170	200	230	18,6	162	201	241	23,9
22. Longitud hombro-codo.	285	310	335	15,2	288	317	346	17,7
23. Longitud codo-yema dedos.	365	400	435	21,1	364	403	442	23,9
24. Longitud hombro-yema dedos.	608	665	722	34,6	589	665	740	46,0
25. Longitud hombro-agarre	503	560	617	34,6	484	559	634	46,0
26. Longitud de la cabeza.	174	185	196	6,8	166	176	186	6,2
27. Anchura de la cabeza.	138	145	152	4,2	132	141	150	5,3
28. Longitud de la mano.	151	165	179	8,4	150	166	182	9,7
29. Anchura de la mano.	68	75	82	4,2	63	71	78	4,4
30. Longitud del pie.	217	235	253	11,0	211	232	252	12,4
31. Anchura del pie.	80	90	100	5,9	75	86	96	6,2
32. Envergadura.	1381	1510	1639	78,5	1352	1491	1630	84,8
33. Envergadura de codos.	722	795	868	44,7	702	786	870	51,3
34. Alcance de pie hacia arriba.	1683	1835	1987	92,9	1686	1848	2011	99,0
35. Alcance sentado hacia arriba.	942	1035	1128	56,6	945	1043	1140	59,2
36. Alcance hacia adelante.	562	620	678	35,5	564	630	695	39,8

TABLA 9. MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS (12 AÑOS)

La separación entre el hombro y el comienzo de la cubierta vendrá determinada por la altura de la cabeza sobre los hombros y la curvatura de la propia cubierta. Esta dimensión

nos garantiza que para una mayoría de usuarios la cubierta no tocará sus cabezas cuando las dos mitades del brazo guarden un ángulo de  $90^{\circ}$  y el bastón del paraguas quede recostado sobre el hombro.

Los dos factores más determinantes a la hora de establecer los diámetros del hinchador serán: tratar de garantizar un agarre cómodo al usuario durante el hinchado del paraguas y el número de veces de deberemos accionar el hinchador, basándonos en el volumen de aire contenido en sus cámaras. Solo el primero de estos dos factores responde a cálculos ergonómicos. El segundo factor será calculado más adelante ([ver Anexo III](#)), en base a estas dos medidas tomaremos una decisión definitiva para asignar un diámetro a nuestro hinchador.

Para calcular esta dimensión basándonos en razones ergonómicas tomaremos el diámetro máximo permitido en el agarre. Sin embargo, en este caso no tendremos en cuenta las dimensiones del sujeto anterior, aquí deberemos considerar las medidas de una niña de 5 años situada en el percentil 5 ([Tabla.4](#)). Si las medidas se adecúan a este sujeto también lo harán para otros con mayor diámetro de agarre máximo. Esto nos garantizará que el paraguas se ajuste a las medidas de un 95% de las mujeres aproximadamente y a un porcentaje aún mayor en hombres.

5 años	HOMBRES				MUJERES			
	5%	50%	95%	DT	5%	50%	95%	DT
1. Estatura.	1046	1118	1190	43,9	1039	1110	1182	43,6
2. Altura de los ojos.	929	1002	1076	44,7	913	999	1085	52,6
3. Altura de los hombros.	827	881	935	32,9	808	873	938	39,5
4. Altura de los codos.	621	675	729	32,9	611	666	721	33,7
5. Altura de la cadera.	504	554	604	30,4	503	545	587	25,5
6. Altura de los nudillos.	418	458	498	24,5	423	469	515	28,0
7. Altura de la yema de los dedos.	338	378	418	24,5	343	389	434	28,0
8. Altura desde el asiento.	586	624	663	23,6	576	616	655	23,9
9. Altura ojos-asiento.	468	509	549	24,5	463	505	546	25,5
10. Altura hombros-asiento.	348	383	417	21,1	338	373	408	21,4
11. Altura codos-asiento.	136	166	197	18,6	131	156	182	15,6
12. Espesor del muslo.	77	91	104	8,4	75	91	107	9,9
13. Longitud nalga-rodilla.	318	347	377	17,7	322	353	384	18,9
14. Longitud nalga-popliteo.	258	282	306	14,4	272	298	323	15,6
15. Altura de la rodilla.	307	337	368	18,6	305	333	361	17,3
16. Altura poplítea.	247	272	297	15,2	251	272	294	13,2
17. Anchura de hombros.	253	277	301	14,4	251	272	294	13,2
18. Anchura hombros biacrómica.	231	252	273	12,7	236	252	268	9,9
19. Anchura de caderas.	191	212	232	12,7	190	212	233	13,2
20. Espesor del pecho.	117	136	155	11,8	117	136	155	11,5
21. Espesor del abdomen.	140	156	173	10,1	143	161	180	11,5
22. Longitud hombro-codo.	207	227	246	11,8	204	222	240	10,7
23. Longitud codo-yema dedos.	274	297	321	14,4	270	293	316	14,0
24. Longitud hombro-yema dedos.	448	488	529	24,5	427	474	521	28,8
25. Longitud hombro-agarre	368	408	448	24,5	346	394	441	28,8
26. Longitud de la cabeza.	170	181	192	6,8	156	167	177	6,6
27. Anchura de la cabeza.	134	141	148	4,2	124	131	138	4,1
28. Longitud de la mano.	113	126	138	7,6	110	121	132	6,6
29. Anchura de la mano.	55	60	66	3,4	50	56	61	3,3
30. Longitud del pie.	161	176	191	9,3	158	172	185	8,2
31. Anchura del pie.	64	71	77	4,2	60	66	71	3,3
32. Envergadura.	1020	1103	1186	50,7	983	1070	1156	52,6
33. Envergadura de codos.	532	579	626	28,7	512	565	618	32,1
34. Alcance de pie hacia arriba.	1208	1314	1421	65,0	1205	1302	1399	59,2
35. Alcance sentado hacia arriba.	718	781	843	38,0	701	762	823	37,0
36. Alcance hacia adelante.	432	473	515	25,3	416	464	513	29,6

TABLA 10. MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS (5 AÑOS)

o Dimensiones de la cubierta

Cuando hablamos de las dimensiones de la cubierta, nos referimos tanto al diámetro, como a la curvatura de la misma. Estos dos parámetros se establecerán en base a tres objetivos:

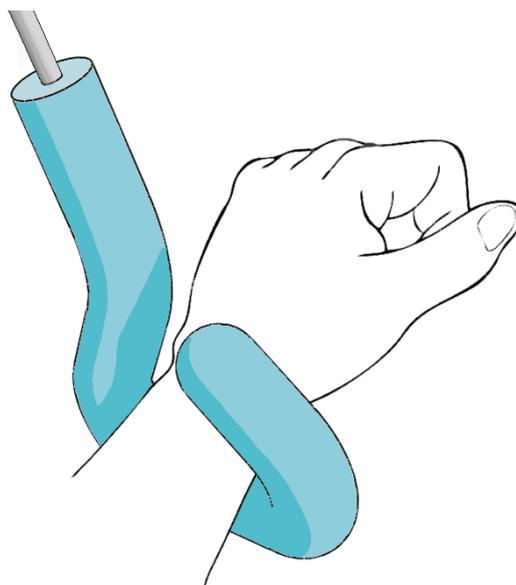
1. La cubierta no deberá tocar la cabeza del usuario cuando este sostenga el paraguas recostado sobre su hombro con las dos mitades de su brazo guardando un ángulo de 90°.
2. La cubierta deberá permitir que el usuario tenga acceso a las zonas llamadas "de visión cómoda y de visión aceptable", siempre y cuando el paraguas esté posicionado en las mismas circunstancias que en el punto anterior.
3. Por último, y como es lógico, la cubierta deberá cubrir la totalidad del usuario visto desde un plano cenital, es decir, la cubierta deberá impedir que el usuario se moje por lluvias de trayectoria vertical. Asumiendo que este último objetivo perderá sus garantías cuando el usuario no sostenga el paraguas de la forma antes descrita o la lluvia no mantenga una trayectoria puramente vertical, en cuyo caso el usuario podrá orientar la cubierta de otro modo para evitar mojarse.

En este caso ambas dimensiones dependerán de la longitud del hinchador una vez desplegado, de modo que las medidas de ambas partes del producto guardan relación entre ellas, por lo que se necesitan unos cálculos ergonómicos combinando ambas partes.

Por otro lado, tendremos que establecer un espesor a la cubierta, este espesor se regirá por una serie de razones mecánicas y por la facilidad que ofrezca a ser hinchado, es decir, le otorgaremos un espesor capaz de tolerar vientos de cierta magnitud y al mismo tiempo, trataremos de minimizar el número de repeticiones durante el hinchado en la mayor medida posible.

#### o Dimensiones del mango

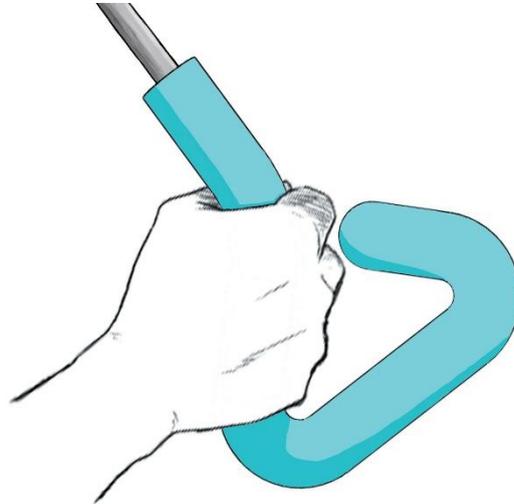
Teniendo en cuenta su forma y las prestaciones que debe ofrecer, calcularemos tanto el diámetro del tubo que lo conforma (para proporcionar un agarre cómodo), como el hueco que queda en el centro del triángulo, pensado para permitir utilizar el paraguas sin necesidad de usar las manos, este deberá ser lo suficientemente ancho como para que el mango rodee la muñeca del usuario (*Imag.102*).



**IMAGEN 102.** AGARRE DE MUÑECA

Las tres partes del mango pensadas para ofrecer una zona de agarre al usuario, también deberán tener una longitud adecuada para la mano de este:

- iii. La primera zona (*Imag.103*), está pensada para aquel momento en que el usuario desee sujetar el paraguas apoyándolo sobre su hombro.



**IMAGEN 103.** AGARRE OBLICUO

- iv. La segunda zona (*Imag.104*), está pensada para poder sujetar el paraguas en cualquier situación, aunque en caso de querer apoyar el bastón sobre el hombro, sería recomendable hacer uso del primer agarre mencionado.



**IMAGEN 104.** AGARRE RECTO

- v. La tercera zona (*Imag.105*) tendrá dos posibles usos, permitir un apoyo cómodo al usuario durante la fase de hinchado del paraguas y permitir que el usuario transporte el paraguas con facilidad, como si de un asa se tratara.

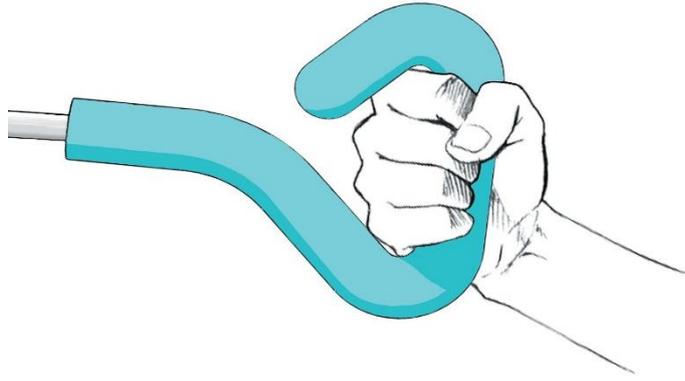


IMAGEN 105. AGARRE PERPENDICULAR

Deberemos tener en cuenta que las dos primeras zonas se ofrecen a un agarre de potencia, mientras que la tercera zona puede someterse tanto a un "agarre de potencia" como a uno "de gancho".

- o **Cálculos ergonómicos**

Como se indicó al principio de este proyecto, barajamos la posibilidad de crear dos versiones del paraguas en función de la edad. La primera versión estará pensada para niños/as de entre 5 y 12 años y la segunda para adultos de entre 19 y 65 años.

Si comprobamos las distintas dimensiones que conforman el paraguas, nos percatamos de que tan sólo las relativas al agarre del usuario, podrían considerarse independientes del resto, por lo que dividiremos las medidas en dos grupos: Dimensiones de agarre y dimensiones de usabilidad.

- i. **Cálculo de las dimensiones del agarre (5-12 años)**

Tendremos en cuenta tres dimensiones principales:

- o Diámetro de la sección del mango
- o Longitud de las zonas de agarre del mango
- o Dimensiones del hueco central del mango

El diámetro del cilindro que conforma el mango (*Imag.106*), deberá adaptarse lo mejor posible al diámetro de agarre de potencia adecuado (y en menor medida al agarre de gancho) de la mayor cantidad de usuarios de edades contenidas entre los 5 y 12 años. Esto implica que no deberá ser demasiado grande, para permitir el agarre cómodo de una niña de 5 años localizado en el percentil 5.

Como no contamos con los datos de diámetro de agarre óptimo para niños con una edad entre los 5 y los 12 años, calcularemos esta medida a partir de otros mangos que hemos encontrado en el mercado. Fijaremos este valor en 26mm.

Basándonos en los apuntes sobre "Criterios de diseño basados en las capacidades físicas del usuario" facilitados por Margarita Vergara y María Jesús Agost, tenemos que, para edades adultas, el agarre óptimo se considera aproximadamente de 5cm.

No disponemos de esta información aplicada a niños de entre 5 y 12 años, pero podemos estimar un valor aproximado en base a otras medidas relacionadas, es decir:

$$\text{Agarre \u00f3ptimo (ni\u00f1as del p.5)} \cong \frac{\text{Longitud de la mano (ni\u00f1a del p.5)}}{\text{Longitud de la mano (ni\u00f1a del p.5)}} \times \text{Agarre \u00f3ptimo(mujeres del p.5)}$$

$$\text{Agarre \u00f3ptimo (ni\u00f1as del p.5)} \cong \frac{110\text{mm}}{159\text{mm}} \times 50\text{mm} = 34.6\text{mm}$$

Daremos este valor por bueno y lo tendremos en cuenta a la hora de seleccionar un di\u00e1metro para nuestro mango.

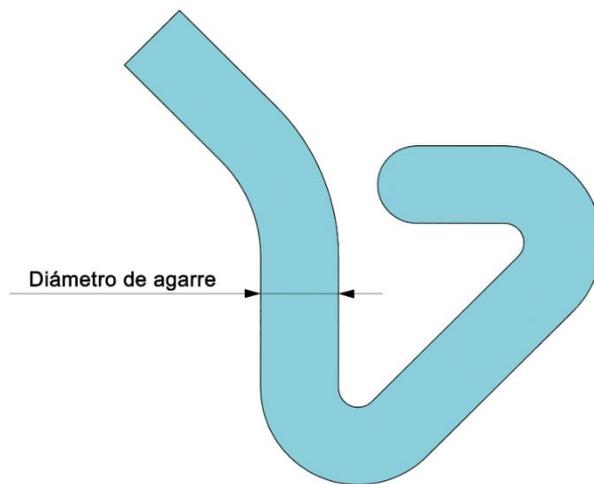


IMAGEN 106. DI\u00c1METRO DE AGARRE

Por otra parte, la longitud las zonas de agarre (*Imag.107*) deber\u00e1 ajustarse a la anchura de la mano en los nudillos de un ni\u00f1o de 12 a\u00f1os perteneciente al percentil 95 (*Tabla.9*), es de suponer que si se ajusta a estas dimensiones tambi\u00e9n lo har\u00e1n aproximadamente el 95% de los ni\u00f1os, as\u00ed como un porcentaje superior en ni\u00f1as. Esta longitud es de 82mm.

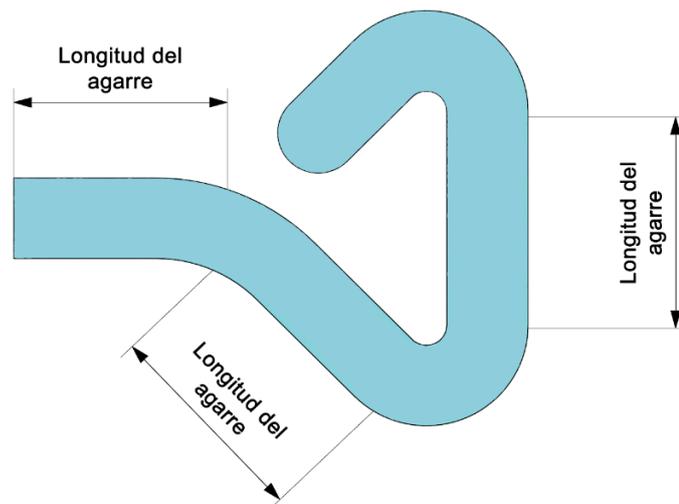


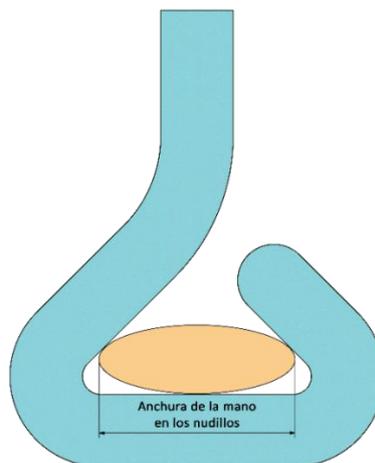
IMAGEN 107. LONGITUDES DE AGARRE

Por \u00faltimo, deberemos tener en cuenta el espacio que queda en el interior de la forma triangular que conforma el mango. Este deber\u00e1 permitir al usuario pasar su mano a trav\u00e9s, por lo que, mediante una representaci\u00f3n gr\u00e1fica en Solid Works, calcularemos cu\u00e1l ser\u00e1 la dimensi\u00f3n m\u00e1xima, capaz de atravesar dicho espacio.

Esta medida dependerá totalmente del diámetro del tubo del mango, así como de las longitudes de los tres tramos que conforman el hueco triangular.

A pesar de la mencionada dependencia, podemos anticipar que este hueco tendrá que dar cabida a la anchura de la mano en los nudillos de un niño del percentil 95. Los cálculos vinculados a esta anchura serán aproximaciones basadas en el tanteo del resto de medidas condicionantes. No será posible garantizar mucha precisión en estas medidas, dado que no disponemos de acceso a datos relacionados con las dimensiones del pulgar, que deberían añadirse a la anchura de la mano. Por ello, dejaremos un poco de margen en el hueco del mango, es decir, el hueco del mango dará cabida a anchuras en los nudillos superiores a las de un niño de 12 años perteneciente al percentil 95.

Para estimar la adecuación del hueco del mango a la muñeca de los usuarios haremos uso de una representación en Solid Works, traduciendo la anchura de la mano en los nudillos (*Imag.108*) como una elipse con el eje mayor de 82mm. Siendo esta, ligeramente superior a la medida antes mencionada.



**IMAGEN 108.** SECCIÓN AGARRE DE MUÑECA/ANTEBRAZO

## ii. Cálculo de las dimensiones de usabilidad (5 - 12 años)

Empezaremos por calcular la distancia agarre-hombro, ésta determinará la distancia en línea recta que hay desde el eje del puño hasta el acromion (parte superior del hombro). Para ello usaremos las longitudes hombro-codo y codo-agarre en una niña de 12 años situado en el percentil 95. Debido a la falta de datos, en este caso deberemos calcular la longitud entre el codo y el agarre restando la longitud hombro/codo a hombro/agarre. Esto añadirá cierta imprecisión a los resultados obtenidos.

$$(D. \text{agarre} - \text{hombro}) = [(D. \text{hombro} - \text{agarre}) - (D. \text{hombro} - \text{codo})]^2 + (D. \text{hombro} - \text{codo})^2$$

$$(D. \text{agarre} - \text{hombro}) = \sqrt{(634 \text{ mm} - 346 \text{ mm})^2 + (346 \text{ mm})^2}$$

$$(D. \text{agarre} - \text{hombro}) = 450.17 \text{ mm}$$

Este resultado nos indica que el bastón del paraguas deberá medir al menos 450.17mm para que una niña de 12 años situado en el percentil 95 pueda apoyarlo sobre su hombro.

La medida escogida para la distancia entre el hombro y el punto de partida de la cubierta se basará en dos parámetros:

- Hacer que la cúpula que conforma la cubierta sea tangente a la parte más alta de la cabeza de una niña de 12 años del percentil 95. Esta condición solo se cumplirá cuando el paraguas esté colocado de la forma antes descrita. Con ello, aseguramos que la cubierta no choque con la cabeza de estas ni de niñas pertenecientes a un percentil más bajo, lógicamente, el porcentaje será aún menor en los niños.
- Respetando la condición anterior y manteniendo el paraguas de la forma indicada, las niñas pertenecientes al percentil 95 e inferiores, así como un mayor porcentaje en los niños, deberán tener acceso a sus zonas de visión aceptable y cómoda, sin ser estas interrumpidas por la cubierta del paraguas.

Para averiguar estas medidas se hace necesario combinar ambas partes del paraguas. Realizaremos los cálculos empleando un esquema que incluya las dimensiones pertinentes en Solid Works. Estas dimensiones serán:

- Distancia codo-agarre: restando la distancia hombro-codo a la distancia hombro-agarre.
- Distancia hombro-codo: obtenida directamente de las tablas.
- Distancia cabeza-hombro: restando la altura de los hombros a la estatura.
- Distancia cabeza-ojos: restando la altura ojos a la estatura.
- Longitud de la cabeza: obtenida directamente de las tablas.

Gracias a esta representación podemos concluir que la longitud máxima del hinchador extendido deberá ser de  $734\text{mm}$  aproximadamente (*Imag.109; arriba, izquierda*) y el radio de la cúpula que forma la cubierta de  $387\text{mm}$  (*Imag.109; arriba, derecha*) con una altura de  $284\text{mm}$  (*Imag.109; abajo*).

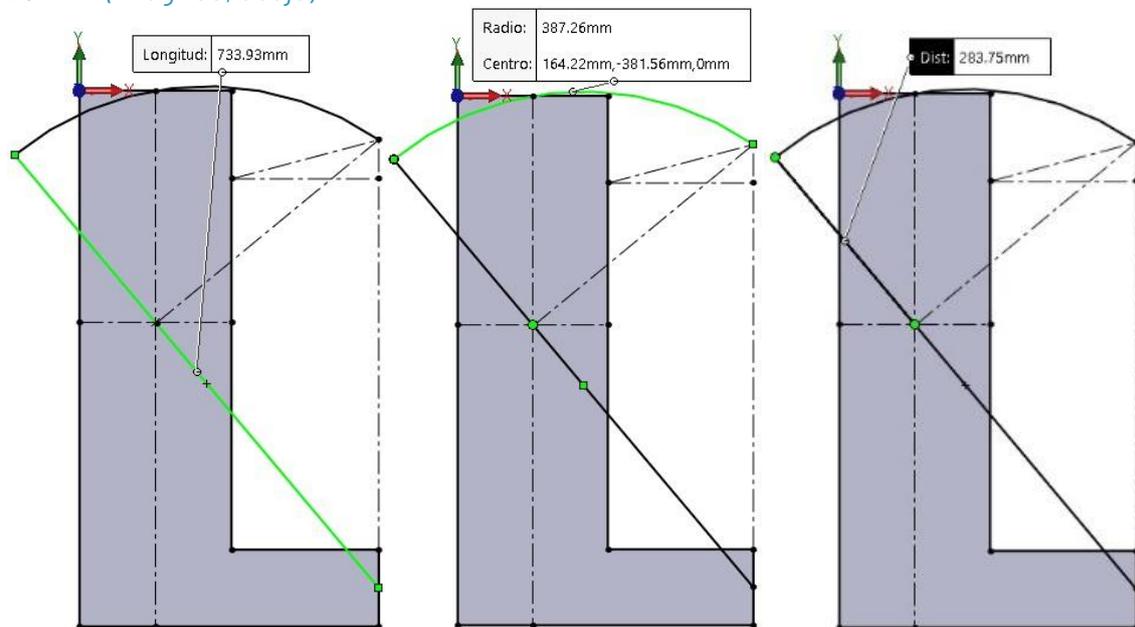


IMAGEN 109. DIMENSIONES PRINCIPALES DEL PARAGUAS

Las dimensiones finales del paraguas podrían variar ligeramente respecto a estas, estos tendrán una función meramente orientativa.

Aún con todo, todavía no podemos asegurar que el usuario vaya a quedar resguardado de la lluvia colocando el paraguas de la forma indicada. Debemos considerar la posibilidad de

que el paraguas no llegue a cubrir completamente, si observamos al usuario desde un plano frontal. En cuyo caso tendremos que emplear la anchura de los hombros (bideltoide) para determinar la máxima longitud que ocupa el usuario visto desde un plano cenital o frontal. También debemos tener en cuenta que el paraguas quedará apoyado junto a la cabeza y no en medio de esta, por eso estimaremos que la distancia del punto de apoyo del paraguas respecto al centro del usuario será aproximadamente la mitad de la anchura de la cabeza de una niña de 12 años perteneciente al percentil 95.

$$\text{Distancia del centro de la cabeza al punto de apoyo} = \frac{\text{Anchura de la cabeza}}{2}$$

$$\text{Distancia del centro de la cabeza al punto de apoyo} = \frac{150 \text{ mm}}{2}$$

$$\text{Distancia del centro de la cabeza al punto de apoyo} = 75 \text{ mm}$$

Restaremos esta distancia al radio máximo del paraguas y comprobaremos si esta medida es igual o superior a la mitad de la anchura de los hombros (bideltoide) de una niña de 12 años perteneciente al percentil 95.

$$R. \text{ máximo del paraguas} - D. \text{ del punt de apoyo al centro de la cabeza} \neq \frac{A. \text{ de los hombros (bideltoide)}}{2}$$

$$374 \text{ mm} - 75 \text{ mm} \neq \frac{400 \text{ mm}}{2}$$

$$299 \text{ mm} \geq 200 \text{ mm}$$

Como se puede observar, la relación se cumple sobradamente, por lo que aceptaremos el diámetro máximo del paraguas obtenido en los primeros cálculos.



## Anexo IV: Dimensionado eficiente

Todas las medidas serán meramente orientativas, es decir, nos ayudarán a establecer unas dimensiones finales que hagan de este un producto funcional, regulando el número de repeticiones necesarias para hinchar la cubierta y estimando el peso final del paraguas para ajustarlo a un valor razonable.

### o Análisis del proceso de hinchado

Para realizar dicho análisis lo primero que tendremos que averiguar son los volúmenes de la cubierta y el hinchador respectivamente. El orden de cálculo de estas medidas debe ser el mencionado y no al contrario, ya que la cantidad de aire contenido en la cubierta responderá a razones mecánicas y ergonómicas (*Anexo III*), que, de no cumplirse, harían del paraguas un producto poco útil.

Por otra parte, el volumen de las cámaras del hinchador establecerá la cantidad de inyecciones de aire que deberemos llevar a cabo para hinchar por completo el paraguas. Aquí deberemos evitar que el usuario realice demasiadas repeticiones para hinchar el paraguas, sin excedernos en el diámetro de las cámaras del hinchador, ofreciendo así un agarre cómodo al usuario, un menor peso y una apariencia estética que consideremos correcta.

#### i. Volumen de aire contenido en la cubierta

Teniendo en cuenta que el diámetro de las distintas zonas es de *60mm*, mediante nuestro modelo 3D macizo realizado en *Solid Works* podemos obtener el volumen de aire contenido (*Imag.110*).

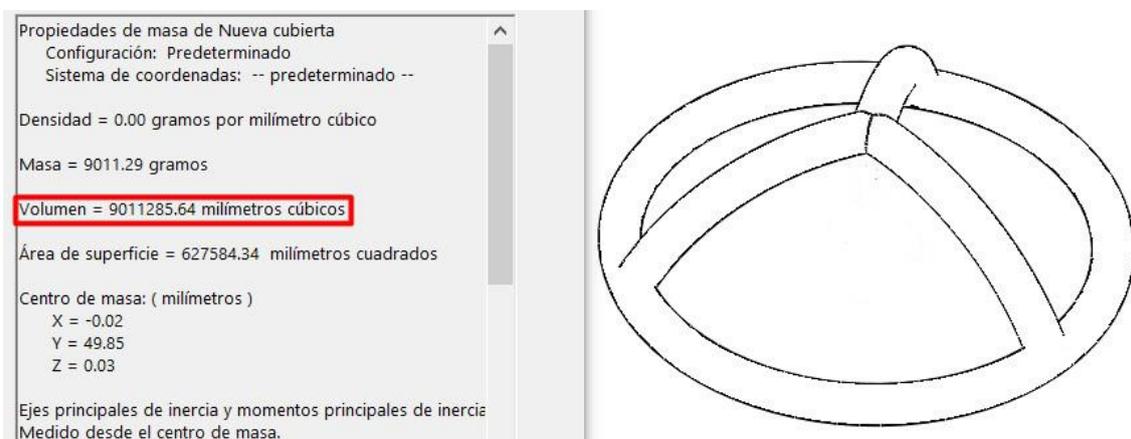


IMAGEN 110. VOLUMEN DE AIRE EN LA CUBIERTA

Como se muestra en la imagen, el volumen total del aire contenido en la cubierta cuando está completamente hinchada es de  $9011285.64\text{mm}^3$ ,  $9.01\text{L}$  aproximadamente.

#### ii. Volumen de aire en el hinchador

Tal y como se ha indicado antes, el volumen de este dependerá del de la cubierta. En el apartado de ergonomía del producto (*ver Anexo III*) ya estipulamos que la longitud adecuada para el hinchador del paraguas era de  $733\text{mm}$ . Si tenemos en cuenta que el hinchador está dividido en tres partes principales (y otras de menor tamaño) de igual longitud, de las cuales dos son cámaras de aire, estableceremos que:

$$L. \text{ de una cámara} = \frac{(L. \text{ agarre} - \text{cubierta}) - (\text{Alt. mango} + \text{Alt. cámara deshinche} + \text{Alt. soporte inf cubierta})}{3}$$

$$L. \text{ de una cámara} = \frac{733\text{mm} - (50\text{mm} + 30\text{mm} + 8\text{mm})}{3}$$

$$L. \text{ de una cámara} = 215\text{mm}$$

Ya tenemos la longitud de ambas cámaras cilíndricas, pero para conocer el volumen de aire contenido deberemos establecer el radio de la base de ambos cilindros. Cuanto mayor sea este radio, menos repeticiones deberá realizar el usuario para hinchar el paraguas por completo, pero esta anchura deberá respetar también las necesidades ergonómicas referentes al agarre establecidas anteriormente, es decir, el valor del diámetro del agarre deberá ser cercano a los 5cm.

Debemos tener en cuenta que el radio de la cámara más alejada del mango será ligeramente mayor, puesto que la otra cámara debe poder introducirse en esta. La diferencia entre los radios será igual al espesor de las paredes de los cilindros, más una ligera tolerancia para permitir el deslizamiento de una superficie sobre la otra. Estimaremos el espesor de la pared de las cámaras cilíndricas en 1.25mm. Un valor recomendado en los tubos de aluminio.

Hemos tenido en cuenta el cálculo de estas medidas a la hora de diseñar nuestro paraguas, (ver Planos). Donde la longitud de las cámaras ha acabado siendo 193mm en la pequeña y 215mm en la grande.

### iii. Cálculo de las repeticiones

Teniendo en cuenta los argumentos de los párrafos anteriores (ver Volumen de aire en el hinchador), decidimos calcular estos radios por tanteo. Los calcularemos para permitir un hinchado completo en 15 repeticiones, si observamos que el diámetro resultante es demasiado grande para facilitar un agarre cómodo al usuario, subiremos el número de repeticiones. O, por el contrario, si el diámetro fuera demasiado pequeño, bajaremos el número de repeticiones, permitiendo al usuario hinchar el paraguas más rápido.

Cabe destacar que la cubierta del paraguas ya tendrá aire en su interior antes de comenzar a hincharla, así que a la hora de realizar los cálculos estimaremos esta cantidad de aire como un 50% de su volumen total.

Esta será la ecuación que emplearemos para calcular el volumen necesario en las cámaras para según qué cantidad de repeticiones:

$$V. \text{ de aire en la cubierta} = (V. \text{ cámara pequeña} + V. \text{ cámara grande}) \times N^{\circ} \text{ de repeticiones}$$

$$V. \text{ cubierta} = [L. \text{ cámara} \times \pi \times r_{10}^2 + L. \text{ cámara} \times \pi \times (r_{10} + E. \text{ pared})^2] \times N^{\circ} \text{ de repeticiones}$$

$$9011285.64\text{mm}^3 \times 0.5 = [193\text{mm} \times \pi \times r_{10}^2 + 215\text{mm} \times \pi \times (r_{10} + 1.25\text{mm})^2] \times 15$$

$$r_{10} = 19.75\text{mm}$$

Tras resolver la ecuación de segundo grado obtenemos que el radio interior de la cámara pequeña para poder hinchar la cubierta en 15 repeticiones será de unos 19.75mm aproximadamente, lo que equivale a un diámetro de 39.5mm; 52mm en la grande. En base a estas medidas podemos establecer que el radio exterior de la cámara grande será de 55mm, este valor es lo suficientemente cercano a 5cm, que como comentamos anteriormente podría considerarse como el valor óptimo.

Por razones de ergonomía y estética, se ha decidido que 4cm sería un valor deseado en el diámetro del mango. Puesto que al plegar el hinchador sería aconsejable que las dimensiones de las cámaras y el mango se parecieran, modificaremos ligeramente los valores de las cámaras y calcularemos el número de repeticiones resultante. Esto implicará que el diámetro externo de la cámara pequeña sea igual al diámetro del mango:

$$N^{\circ} \text{ de repeticiones} = \frac{V. \text{ aire cubierta}}{(V. \text{ cámara pequeña} + V. \text{ cámara grande})}$$

$$N^{\circ} \text{ de repeticiones} = \frac{V. \text{ aire cubierta}}{(L. \text{ cámara} \times \pi \times r_p^2 + L. \text{ cámara} \times \pi \times r_g^2)}$$

$$N^{\circ} \text{ de repeticiones} = \frac{9011285.64\text{mm} \times 0.50}{193\text{mm} \times \pi \times (15.75\text{mm})^2 + 215\text{mm} \times \pi \times (17.5\text{mm})^2}$$

$$N^{\circ} \text{ de repeticiones} = 12.61 \text{ repeticiones}$$

Cabe destacar que tanto estos cálculos como los de la cubierta son aproximados, ya que estos volúmenes tendrán en su interior otras piezas que deberían restarse al volumen de aire contenido, pero dado el reducido tamaño de estas, podemos despreciar estos volúmenes en nuestros cálculos.



## Anexo V: Realización de prototipos

La realización de prototipos nos puede ayudar a visualizar mejor las piezas, llegar a conclusiones a las que quizá no habríamos llegado observando un modelo virtual en 3D. Los materiales que hemos usado para la impresión (17), son el PLA y material flexible.

Gracias a un proceso de FDM, podremos realizar maquetas de nuestras piezas (*Imag.111*).



**IMAGEN 111.** REALIZACIÓN DE PROTOTIPOS

Nos facilitará la verificación o apreciación de coherencia en las distintas dimensiones de las piezas, un ejemplo de esto es el mango (*Imag.112*). Aunque no se haya podido corroborar su adaptación con sujetos de la edad del perfil deseado.



**IMAGEN 112.** PROTOTIPO DEL MANGO

Observaremos si la deformación que debe sufrir la junta tórica para ensamblarse con el émbolo de la varilla podría resultar excesivo (*Imag.113*).



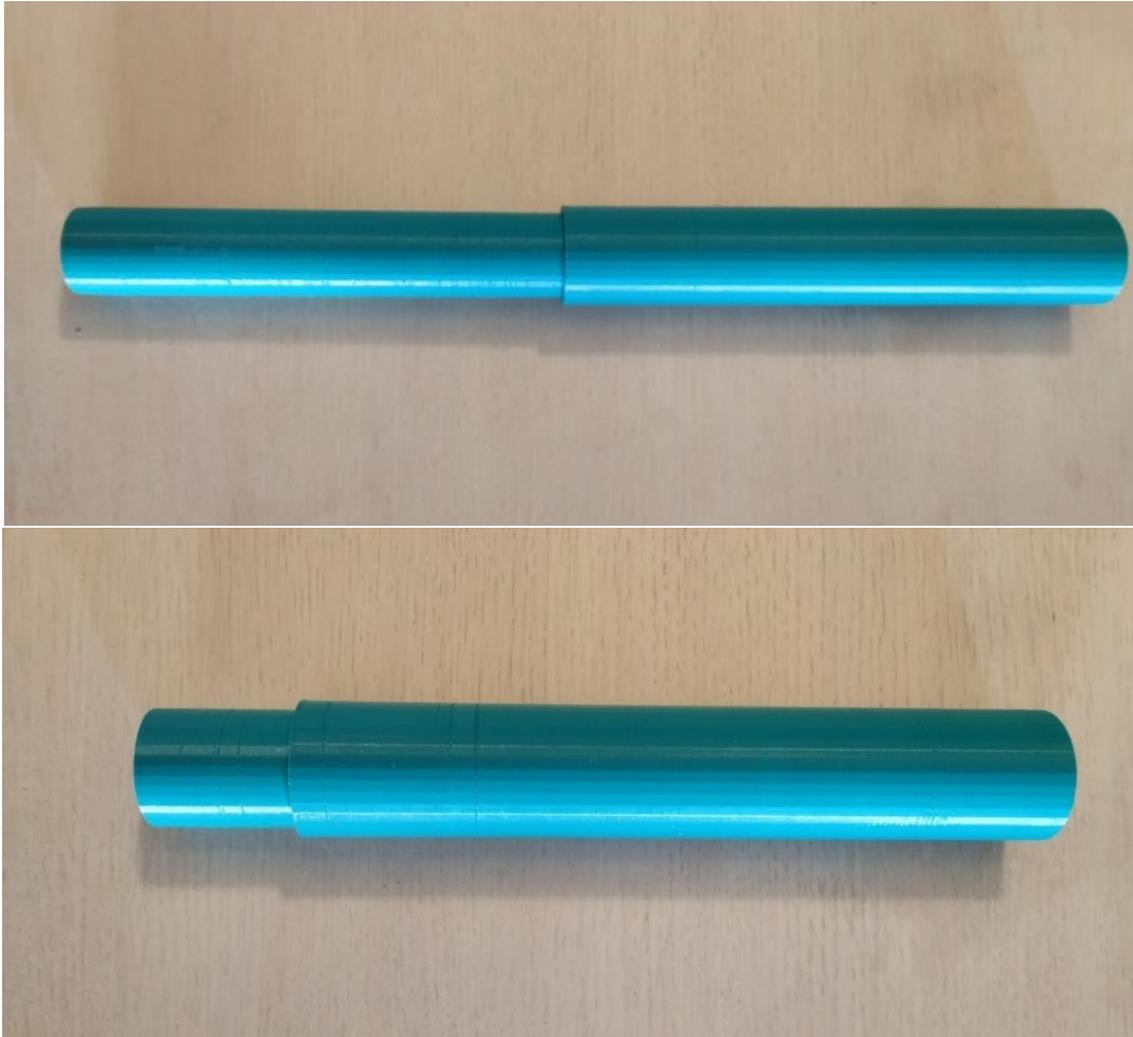
**IMAGEN 113.** PROTOTIPO DEL ÉMBOLO DE LA VARILLA Y LA JUNTA TÓRICA GRANDE<sup>4</sup>

Lo mismo ocurrirá con el soporte y el émbolo de la cámara pequeña (*Imag.114; arriba*), donde quizá se necesite hacer uso de un elemento cónico para realizar más fácilmente el ensamblaje (*Imag.114; abajo*).



**IMAGEN 114.** PROTOTIPO DEL SOPORTE Y ÉMBOLO DE LA CÁMARA PEQUEÑA

También fabricaremos otras piezas para tener un contacto real con sus dimensiones, como las cámaras del hinchador (*Imag.115*) o la cámara de descompresión y el soporte de la válvula (*Imag.116*).



**IMAGEN 115.** PROTOTIPO DE LAS CÁMARAS DEL HINCHADOR



**IMAGEN 116.** PROTOTIPOS DEL SOPORTE DE LA VÁLVULA Y LA CÁMARA DE DESCOMPRESIÓN

Las características de la fabricación por FDM se darán en la siguiente tabla (Tabla.11):

	<i>T<sup>a</sup> del extrusor (°C)</i>	<i>T<sup>a</sup> de la mesa de impresión (°C)</i>	<i>Material</i>
Mango	225	100	Filament o elástico
Émbolo de la varilla	200	60	PLA
Junta tórica grande	225	100	Filament o elástico
Émbolo de la cámara pequeña	225	100	Filament o elástico
Cámara pequeña	200	60	PLA
Cámara grande	200	60	PLA
Soporte de la válvula	200	60	PLA
Cámara de descompresión	200	60	PLA

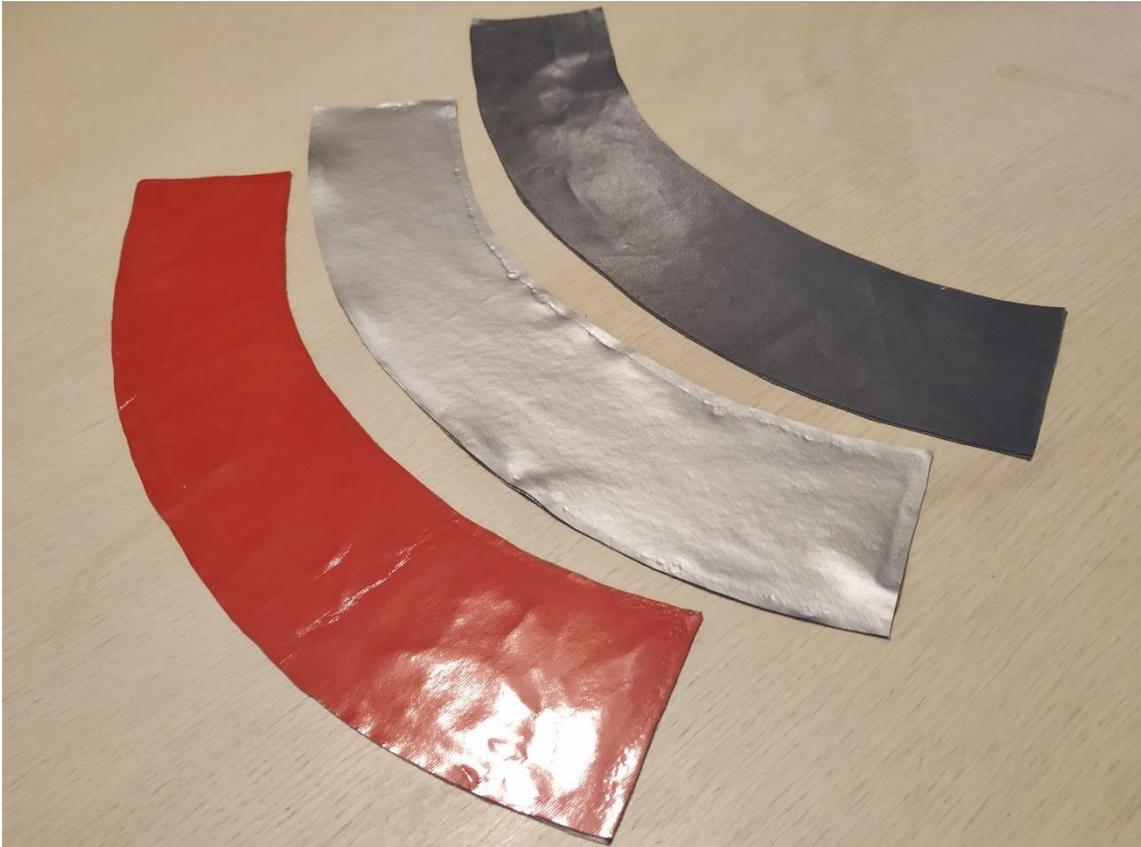
**TABLA 11.** CONDICIONES DE LA IMPRESIÓN

La impresora 3D que utilizaremos será una Creality Ender 3 (Imag.117).



**IMAGEN 117.** CREALITY ENDER 3

Finalmente recortaremos tejidos de PVC con entramados de algodón (*Imag.118*) y los uniremos en sus extremos para comprobar su sellado mediante distintos adhesivos, pero finalmente nos decantaremos por el termosellado.



**IMAGEN 118.** TEJIDOS DE PVC

También comprobaremos los distintos acabados que puede tener este material.



## Anexo VI: Encuesta para usuarios

Realizamos una encuesta mediante <https://docs.google.com/forms/> con el objetivo de recoger información entre los usuarios potenciales del producto acerca de su necesidad, respondiendo a la hipótesis básica que da lugar a este proyecto, tratando de responder a tres cuestiones básicas:

- Utilización del paraguas en juegos durante la infancia y/o la adolescencia
- Percepción por los usuarios de los riesgos el uso del paraguas en la infancia
- Porcentaje de accidentes derivados del uso del paraguas

El cuestionario se estructura en seis preguntas cerradas, dos de las cuales son de contestación opcional pues dependen para su respuesta de la anterior.

### Indica tu edad

275 respuestas

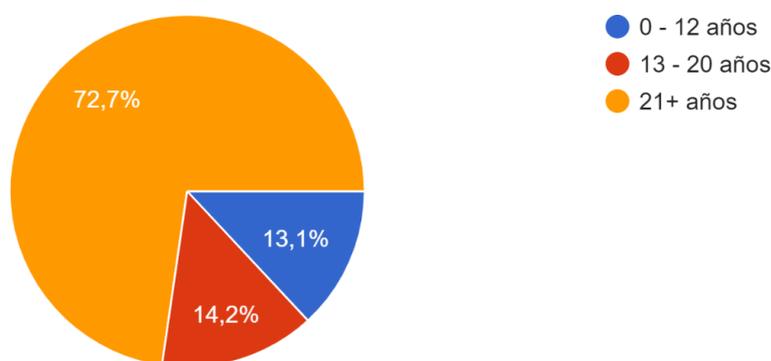


GRÁFICO 3. EDAD DE LOS ENCUESTADOS

Trabajamos sobre una muestra de 275 individuos, compuesta por 200 personas mayores de 21 años, 39 personas en el rango de edades que va de los 13 a los 20 años y 36 niños y niñas de edades comprendidas entre los 3 y los 12 años.

### Alguna vez has jugado con un paraguas desplegado?

275 respuestas

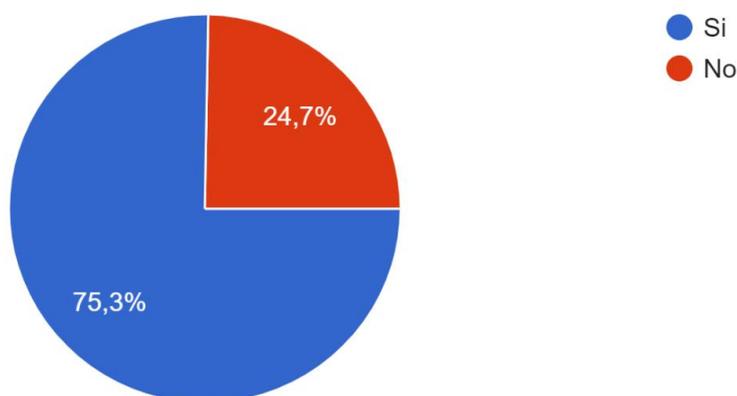


GRÁFICO 4. NÚMERO DE ENCUESTADOS QUE HAN JUGADO

Los resultados de la encuesta realizada son coherentes con la hipótesis de que una gran parte de los usuarios del objeto paraguas lo han utilizado en algún momento como juguete. Se confirmaría en consecuencia nuestra hipótesis relativa a la posibilidad de que en algún momento la forma del objeto o su uso generen una perspectiva que vincula o incita al juego.

### Si así fue. Que edad tenias cuando esto ocurrió?

222 respuestas

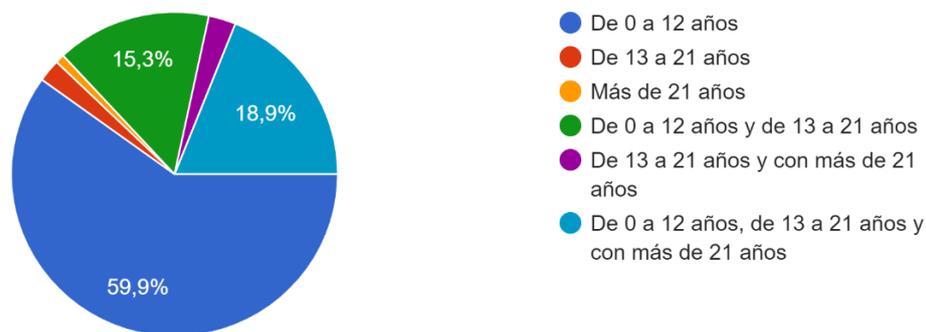


GRÁFICO 5. EDAD CUANDO SE JUGÓ

Los resultados de la encuesta revelan una amplia utilización del paraguas como elemento de juego. De las 275 personas que han contestado la encuesta 222 reconocen haberle dado al paraguas este uso en algún momento, fundamentalmente en la primera infancia como se pone de manifiesto en el hecho de que los tres grupos mayoritarios incluyen el tramo de edad de los 0 a 12 años.

Deducimos así mismo de las respuestas que prácticamente el 35% de las personas que afirman haber jugado con el paraguas reconocen haberlo hecho también en la adolescencia y un 18,9% después de esa edad.

Los datos son coherentes nuevamente con la hipótesis relativa a la utilización del objeto "paraguas" como un elemento de juego.

### Alguna vez has temido sufrir un accidente relacionado con las puntas de un paraguas?

275 respuestas

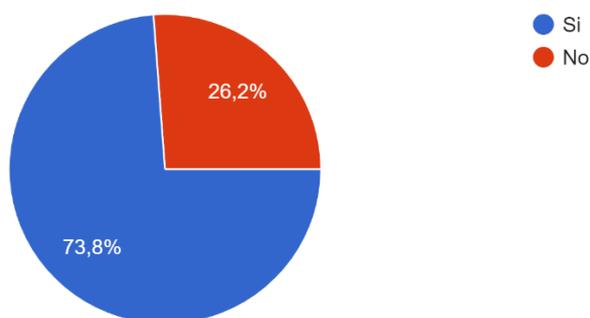


GRÁFICO 6. TEMOR A SUFRIR UN ACCIDENTE

La pregunta acerca de la percepción de peligro en la utilización del paraguas ha sido mayoritariamente contestada en sentido positivo. Se confirma por tanto en los datos proporcionados por la encuesta la hipótesis relativa a la percepción de los riesgos que entraña para los usuarios la utilización del paraguas que ha sido contestada de forma positiva por más de 200 personas.

### Alguna vez has sufrido un accidente relacionado con las puntas de un paraguas?

275 respuestas

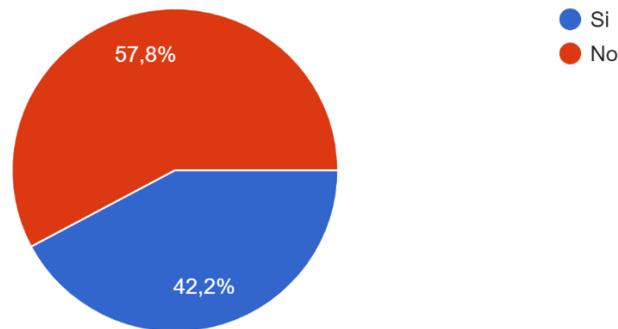


GRÁFICO 7. CANTIDAD DE ACCIDENTES

El número de respuestas afirmativas a la ocurrencia de accidentes es inferior al número de respuestas negativas respecto, ya no de la percepción de riesgos derivados del uso del paraguas, sino de la ocurrencia real de accidentes. Esta cifra, 115 personas aproximadamente del total de la muestra, es superior a la del estudio de la Universidad de Monash (2012) mencionado anteriormente. Esta diferencia podría estar justificada en el hecho de que en el citado estudio los datos se extraían del número de consultas relacionadas con este tema en servicios de urgencias de centros hospitalarios. Cabe la posibilidad de que los datos del estudio de Monash contabilicen únicamente los accidentes en los que se ha producido una lesión suficientemente grave como para requerir una atención médica urgente, mientras que en nuestro caso la pregunta no remite al encuestado a la existencia de una lesión que requiera de intervención

### Si así fue. Que edad tenías cuando esto ocurrió?

125 respuestas

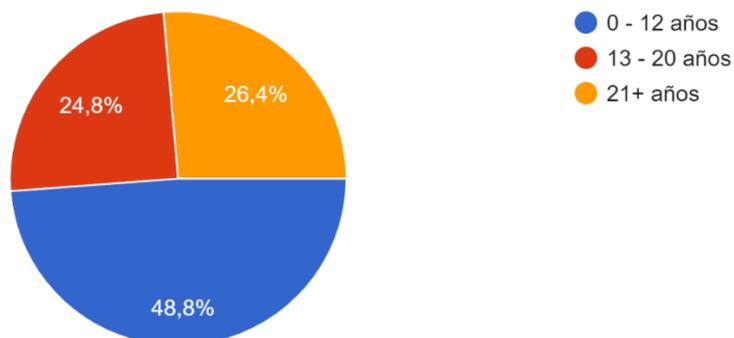


GRÁFICO 8. EDAD DEL ACCIDENTE

El porcentaje mayoritario de los accidentes que los encuestados recuerdan se produjeron durante la infancia en el primer tramo, de 0 a 12 años, lo que confirmaría la hipótesis de un mayor riesgo en esta edad probablemente condicionado por un uso inadecuado del paraguas.

La cantidad de accidentes en los otros tramos de edad están probablemente vinculados a situaciones de riesgo potencial tales como la utilización del paraguas en aglomeraciones, el plegado al subir a medios de transporte público, etc. que no se han investigado en la encuesta.

Los resultados de la encuesta respecto de las hipótesis planteadas son concluyentes:

- El paraguas es utilizado como juguete con frecuencia y sobre todo en la infancia temprana.
- Existe en los usuarios del paraguas la percepción de que su uso entraña ciertos riesgos.
- El porcentaje de accidentes leves derivados del uso del paraguas es alto (inferior al 50% superior al 40%) y parece estar vinculado a su utilización como juguete y probablemente a su uso en situaciones de aglomeración o estresantes en adultos, aunque esta hipótesis no ha sido objeto de este estudio.

## Anexo VII: Fabricación de la cubierta

La cubierta estará realizada a partir de un film de PVC (*ver Estudio de materiales y Anexo XII*). Para comprender la forma de unir este tipo de materiales, hemos encontrado información acerca de dicho proceso en aplicaciones destinadas a la fabricación de lanchas neumáticas. Pero también hemos investigado los métodos de unión y las formas originales (previas al hinchado) de las piezas que componen un flotador (19) (*Imag.121*).



IMAGEN 119. ANIMAL SPLIT RING (FLAMINGO)

Como se observa en la imagen (*Imag.122*), esta modalidad de flotador tiene un saliente (en este caso se trata de la cabeza del flamenco), esta es precisamente la parte que más nos interesa, dado que nuestra cubierta funcionará como un flamenco de cuatro cabezas unidas entre ellas en el eje central del paraguas.



IMAGEN 120. SALIENTE DEL FLOTADOR

Lo primero que debemos entender, es que cuando hinchamos un flotador, las paredes de este sufrirán un esfuerzo de tracción desde el interior del hinchador, esta presión se repartirá de forma homogénea, por lo que a menos que el propio material lo restrinja, las formas tenderán a buscar una sección circular (*Imag.123*).

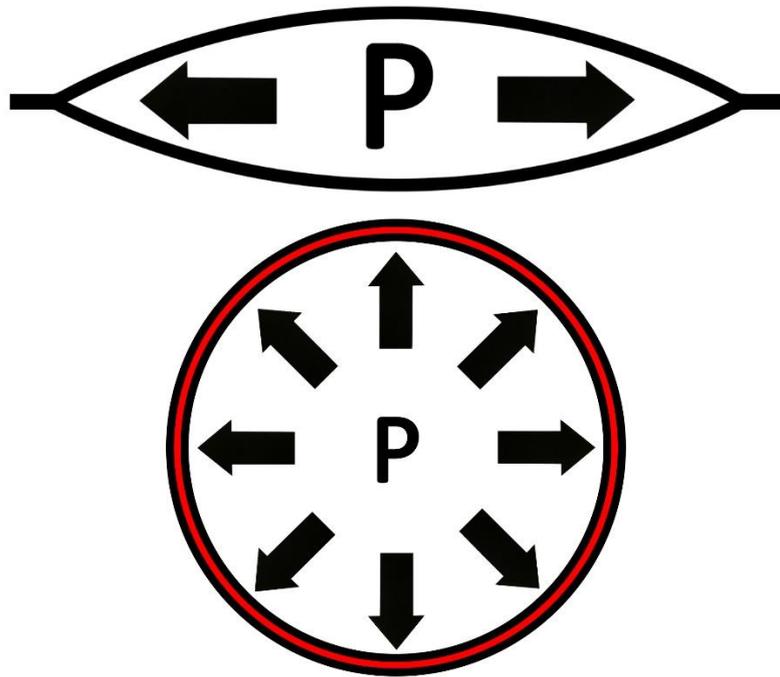


IMAGEN 121. PRESIÓN DEL AIRE EN UN CILINDRO

Es por eso, que soluciones como la *Cubierta 1* o *Cubierta 2* (ver *Diseño de cubiertas*) requerirían de un entramado en su interior para mantener la forma deseada (*Imag.124*).



IMAGEN 122. PRESIÓN DEL AIRE CON ENTRAMADO RESTRICTIVO

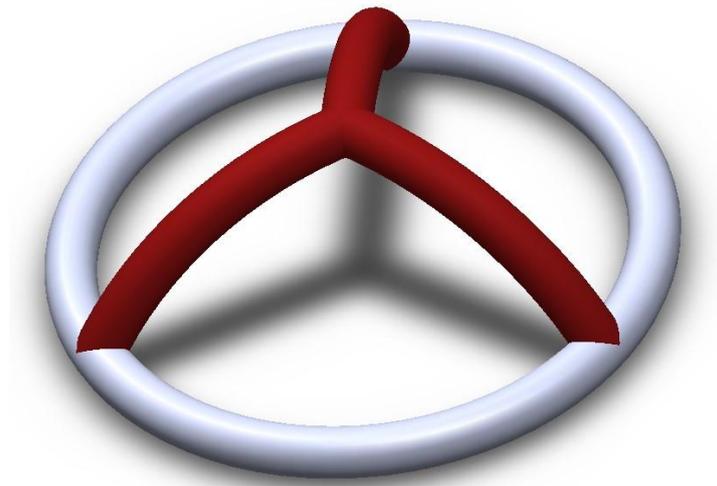
Este entramado supondría un aumento de peso y mayores costes de fabricación, por lo que finalmente nos decantamos por la *Cubierta 3* (ver *Diseño de cubiertas*). A continuación, mostraremos las distintas piezas de film de PVC y el modo en que se ensamblarán unas con otras para dar lugar a la forma final de la cubierta. Para aclarar la explicación nos apoyaremos en un caso práctico (18)

#### o Ensamblaje de la cubierta

Dividiremos la cubierta en tres partes principales:

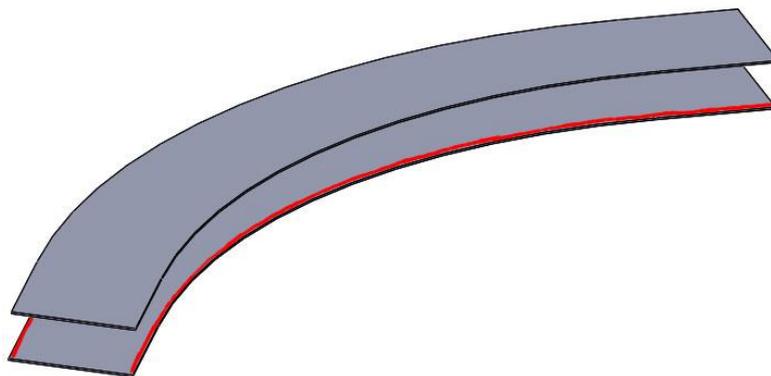
##### i. Costillas

Esta parte estará compuesta a su vez por 3 subconjuntos, que se muestran en rojo en la siguiente imagen (*Imag.126*).



**IMAGEN 123.** COSTILLAS DE LA CUBIERTA

Cada uno de estos tres subconjuntos estará formado por dos piezas de PVC recortadas que se unirán entre ellas por termosellado (*ver Procesos de fabricación*) en las zonas marcadas en la imagen (*Imag.128*).



**IMAGEN 124.** UNIÓN PARA FORMAR UNA COSTILLA

La forma de las dos mitades tendrá el radio de la forma final. De modo que cuando se selle y se hinche, esta unión dará como resultado una manga o tubo (costilla) (*Imag.129*) con la curvatura deseada. Necesitaremos tres para poder ensamblar una cubierta.

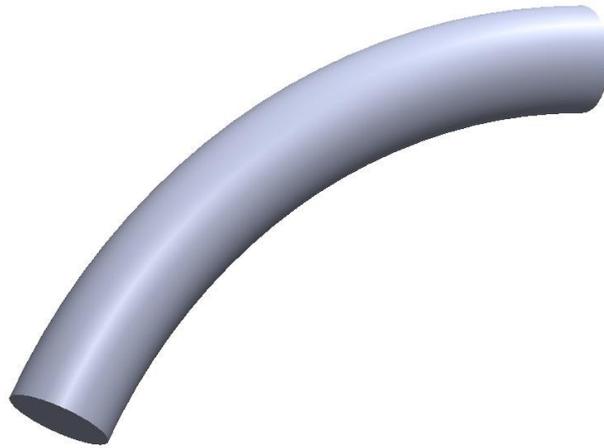


IMAGEN 125. COSTILLA

En el próximo punto (*ver Toroide*) explicaremos el proceso de unión entre las costillas y el toroide.

ii. Toroide

Esta parte de la cubierta estará dividida en dos mitades (inferior y superior), que, al hincharse darán lugar a la forma toroidal que se muestra en la siguiente imagen (*Imag.58*).

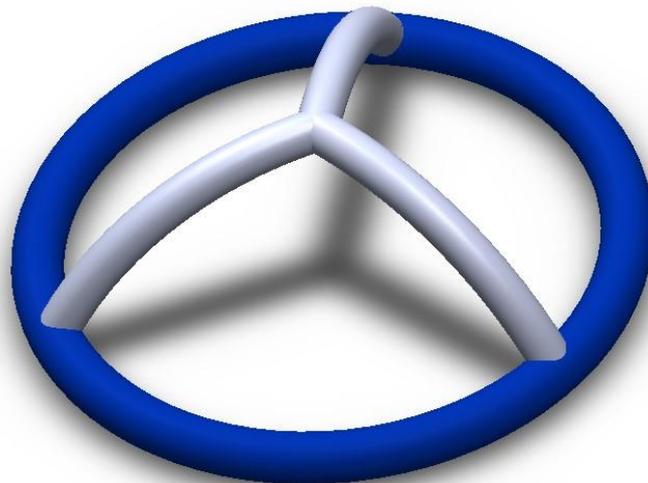


IMAGEN 126. TOROIDE

Las dos mitades que conforman el toroide se unirán también mediante un proceso de termosellado, del mismo modo que las costillas (*Imag.128*). Pero esta unión no tendrá lugar hasta que la unión entre las costillas y la parte superior del toroide se haya producido.

Para conocer el método de unión en este tipo de casos tendremos que recurrir al diseño de un flotador que se encuentra actualmente en el mercado (Animal split ring “flamingo”) (*Imag.121*).

La unión entre las costillas y el toroide se realizará mediante un pliegue en uno de los extremos de la costilla, del mismo modo que en el Animal Split ring “flamingo” (*Imag.129*).



IMAGEN 127. UNIÓN CABEZA-CUERPO (FLAMINGO)

Como se muestra en las imágenes anteriores (*Imag.129*), la superficie de la costilla se doblará sobre sí misma y será sobre este pliegue donde se aplicará el calor del termosellado, que fundirá el material de ambas piezas dejando la unión totalmente sellada. Procederemos del mismo modo en nuestro caso (*Imag.130*).

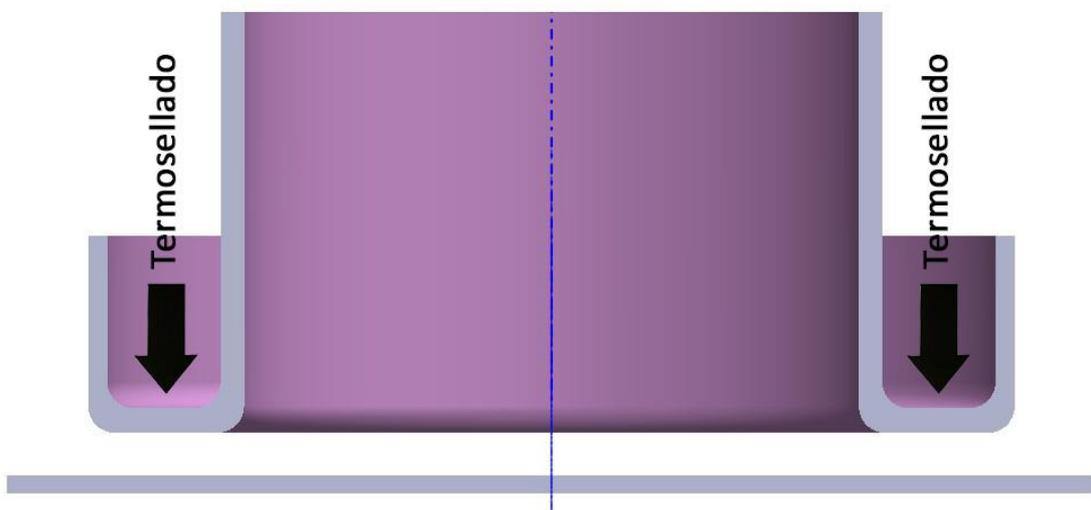


IMAGEN 128. TERMOSELLADO TOROIDE-COSTILLA

Los puntos de unión entre las costillas y la parte superior del toroide no se realizarán de forma aleatoria, las costillas deberán estar posicionadas a  $120^\circ$  de distancia tomando el centro del toroide como eje. Estos puntos estarán marcados por una cruz que indicará la dirección al centro del toroide y un troquelado circular que se habrá realizado previamente en la parte superior del toroide (*Imag.131*). Este troquelado será el orificio que conecte las costillas con el toroide, de modo que al entrar el aire del hinchador toda la pieza quede conectada.

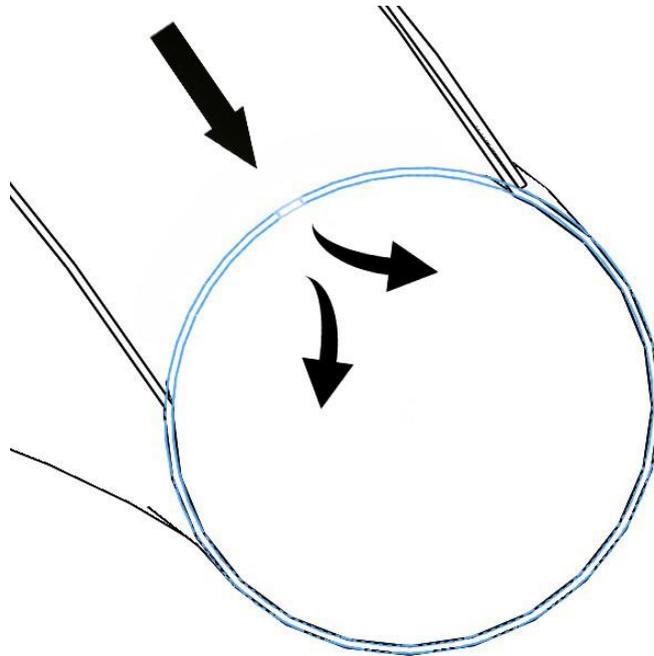


IMAGEN 129. ORIFICIO DEL TOROIDE

Una vez tengamos la unión asegurada entre la parte superior del toroide y las tres costillas, podremos proceder a unir las dos mitades del toroide mediante un termosellado (*Imag.132*). En el patronaje dejaremos 5mm extra de diámetro exterior y otros 5mm extra de diámetro interior para permitir el termosellado.

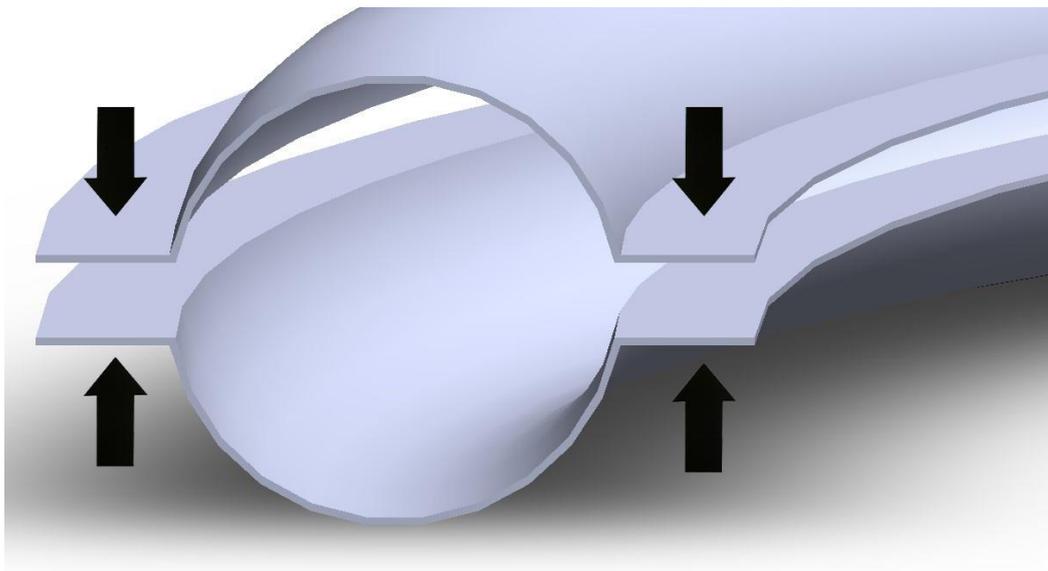


IMAGEN 130. UNIÓN DE LAS MITADES DEL TOROIDE (VISTA DE SECCIÓN)

### iii. Final del ensamblaje

Para completar el ensamblaje tendremos que unir las tres costillas al soporte de la cubierta (pieza que permite la unión entre la cubierta y el hinchador). Esta unión también se realizará mediante un termosellado, pero en este caso tendremos que unir dos materiales distintos. Para ello tendremos que hacer uso de un recorte de PVC que actuará como adhesivo (*Imag.133*). Tras aplicarle calor, fundirá y mantendrá pegadas a ambas piezas.



IMAGEN 131. UNIÓN COSTILLA-SOPORTE DE LA CUBIERTA

Tras haber unido las tres costillas al soporte de la cubierta, las sellaremos entre ellas. Para ello emplearemos la misma técnica que en el termosellado toroide-costilla (*Imag.60*), solo que en este caso los termosellados se realizarán entre los pliegues de las propias costillas (*Imag.134*).

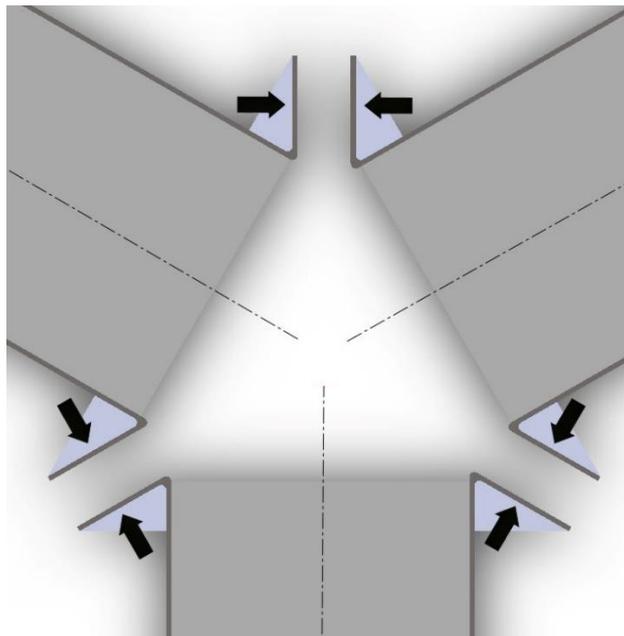
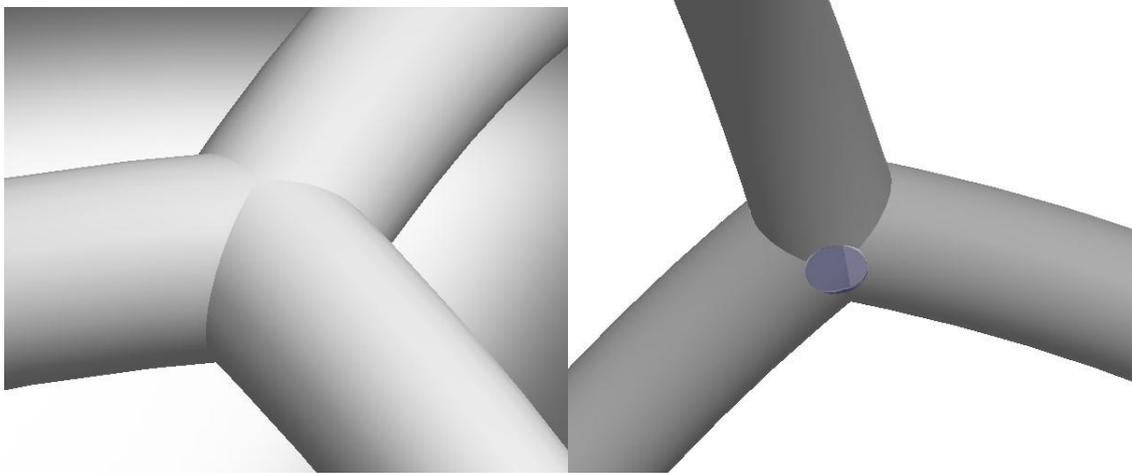


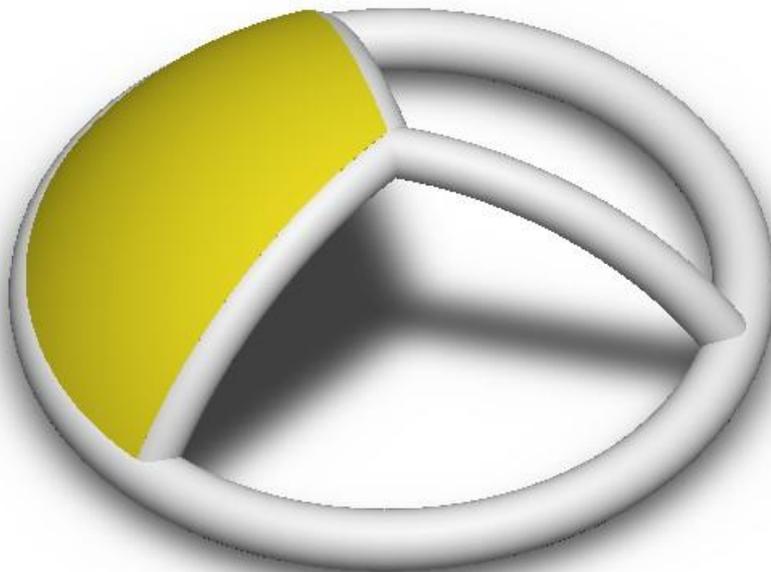
IMAGEN 132.VISTA DE SECCIÓN DE LA UNIÓN ENTRE COSTILLAS

La parte superior de la triple unión deberá quedar completamente sellada (*Imag.135; izquierda*), mientras que en la parte inferior de la unión entre las tres costillas se realizará un orificio circular recortado que coincidirá con la abertura superior del soporte de la cubierta para permitir la entrada de aire desde el hinchador (*Imag.135; derecha*).



**IMAGEN 133.** ZONA DE UNIÓN ENTRE COSTILLAS

Finalmente colocaremos la cubierta propiamente dicha, esta consistirá también en una tela de PVC y tendrá forma de tercio de cúpula. Estará dividida en tres partes (*Imag.136*) y la uniremos también mediante termosellado, aprovechando los rebordes de las dos mitades de cada costilla y con la misma técnica del termosellado toroide-costilla (*Imag.136*) en la unión entre esta y el toroide.



**IMAGEN 134.** TERCIO DE CUBIERTA

Lógicamente, tanto esta como el resto de las uniones dejarán rebordes que deberán recortarse tras el ensamblaje completo de la cubierta.

Este será el resultado final (*Imag.137*):

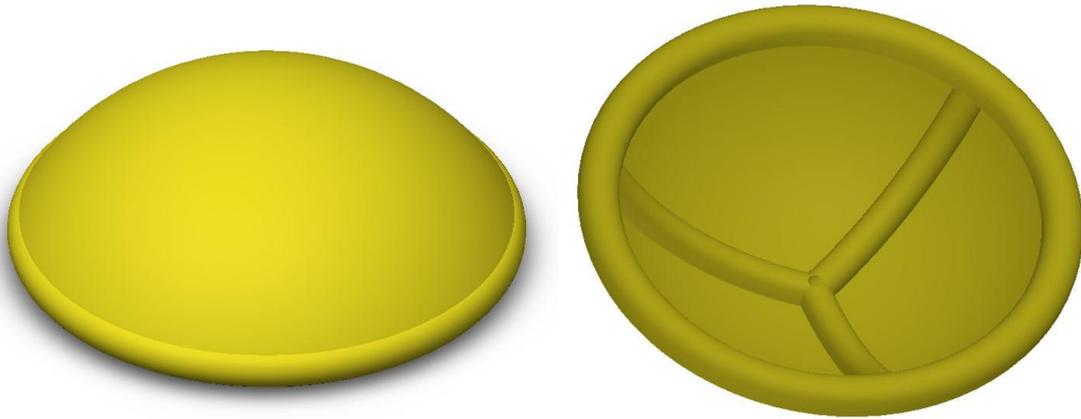


IMAGEN 135. APARIENCIA FINAL DE LA CUBIERTA

### o Patronaje de las piezas

Las dimensiones de las piezas de PVC se encuentran en el apartado [Planos](#). Teniendo estas en cuenta y sabiendo la longitud y anchura de los rollos de PVC encargados, podemos elaborar un esquema de la organización del patronaje para ahorrar la mayor cantidad de espacio posible, es decir, fabricar el mayor número de piezas con el menor número de rollos de tejido posible.

Para ello, usaremos un modelo en 2D en SolidWorks que nos permitirá ir combinando las distintas piezas sobre un espacio de las dimensiones del tejido encargado (140cm x 100m).

Tras probar varias combinaciones llegamos a la conclusión de que el mejor modo de aprovechar las dimensiones del tejido implica organizar las dos mitades de la junta tórica y las seis mitades que componen las tres costillas separadas por separado. Por lo que tendremos dos situaciones de patronaje distintas. Una de ellas abarcará la junta tórica y las costillas ([Imag.138](#)).

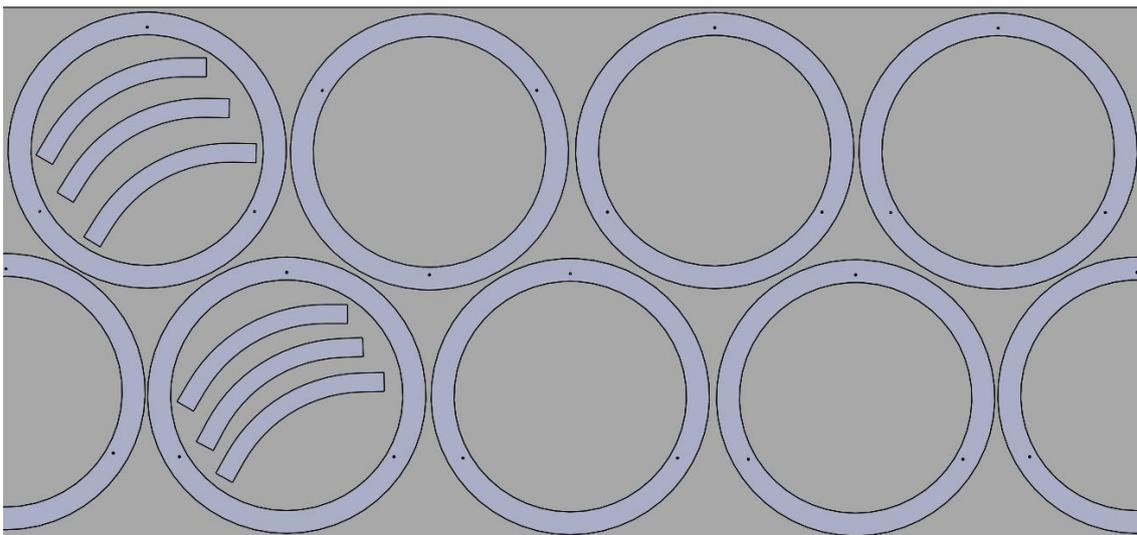
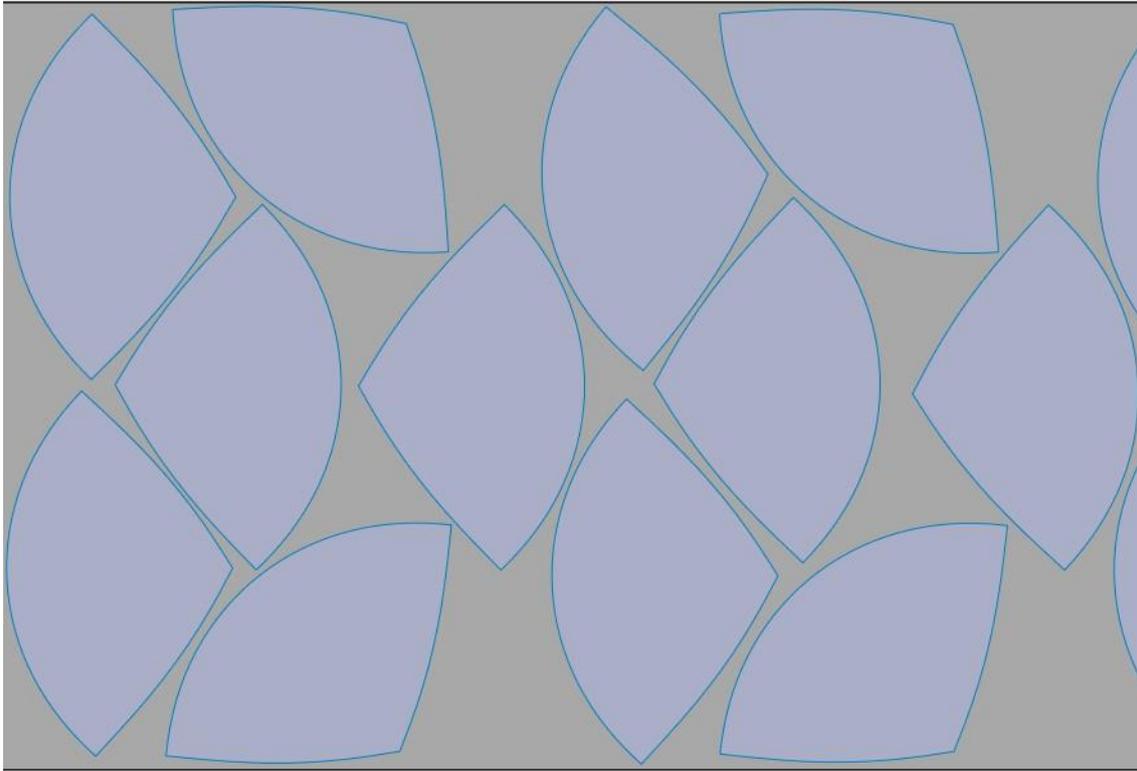


IMAGEN 136. ESQUEMA ORGANIZATIVO DEL PATRONAJE (JUNTA TÓRICA Y COSTILLAS)

Cabe presuponer que las mitades de las costillas estarán repartidas en tríos dentro de cada mitad de junta tórica, por lo que cada dos mitades de junta tórica tendremos las piezas que conforman la estructura completa de una cubierta.

Por otra parte, tendremos los tercios de cúpula (*ver Imag.136*), que se dispondrán de la siguiente manera sobre el tejido de PVC (*Imag.139*). En el apartado Costes comentaremos el número de piezas que obtenemos por unidad de longitud.



**IMAGEN 137.** ESQUEMA ORGANIZATIVO DEL PATRONAJE (CUBIERTA)

## Anexo VIII: Recomendaciones para la inyección

Realizaremos una simulación del proceso de inyección en algunas de las piezas que componen nuestro producto y analizaremos las recomendaciones en el diseño que facilitarían la operación (20).

- Proceso de inyección de la tapa de la cámara pequeña

Teniendo en cuenta que se trata de una pieza de polietileno (*Imag.140*), le otorgaremos un espesor de  $1.25\text{mm}$  (considerado el espesor medio en piezas pequeñas). También la diseñaremos de forma que el espesor sea constante en toda la pieza.

Esta pieza consta de un agujero pasante, se recomienda que este sea perpendicular a la línea de partición y la longitud de este deberá ser menor o igual a dos veces su diámetro. Ambas condiciones se cumplen.

En cuanto a la rosca que tiene en su cara exterior, esta deberá ser basta (con los cantos redondeados) y un paso mayor de  $0.75\text{mm}$ . En nuestro caso tendrá un paso de  $1\text{cm}$ .

Es un rediseño del émbolo usado en un hinchador de bicicleta (Blackburn; Mammoth), concretamente el (*Imag.140; abajo*). En el nuevo diseño facilitaremos la inyección igualando los espesores de la pieza.



IMAGEN 138. SECCIÓN DE LA TAPA DE LA CÁMARA PEQUEÑA

Una vez aplicadas estas recomendaciones, podremos proceder a realizar la simulación de inyección (*Imag.141;142;143*):

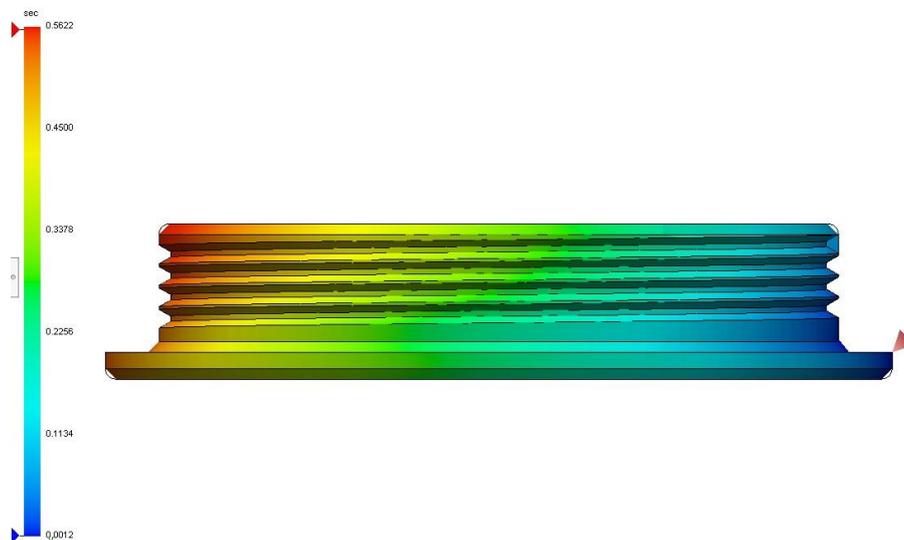


IMAGEN 139. TIEMPO DE INYECCIÓN DE LA (TAPA DE LA CÁMARA PEQUEÑA)

El tiempo de inyección (*Imag. 141*) se estima en 0.5622s. Si comparamos el tiempo de llenado del apartado teórico (*Costes*) con el de la simulación hallamos una diferencia de 0.0.3474s, podemos atribuir esta diferencia a la “falta” de rigurosidad de algunas de las medidas, las medidas del molde son estimadas, al igual que muchos otros factores. Aún con todo, la diferencia no es excesiva, y los tiempos se ajustan a los que tendrían lugar en la inyección de una pieza real.

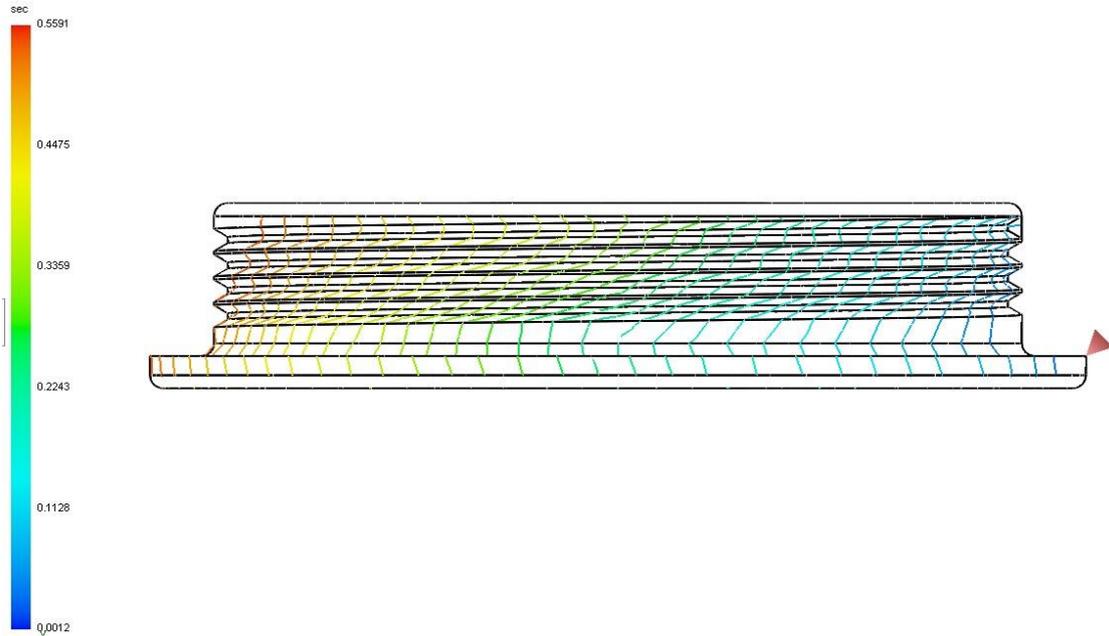


IMAGEN 140. MAPA DE ISOLÍNEAS (TAPA DE LA CÁMARA PEQUEÑA)

Aquí (*Imag.142*), se observa claramente que el avance del plástico fundido a través del molde se produce de forma uniforme a lo largo de toda la inyección.

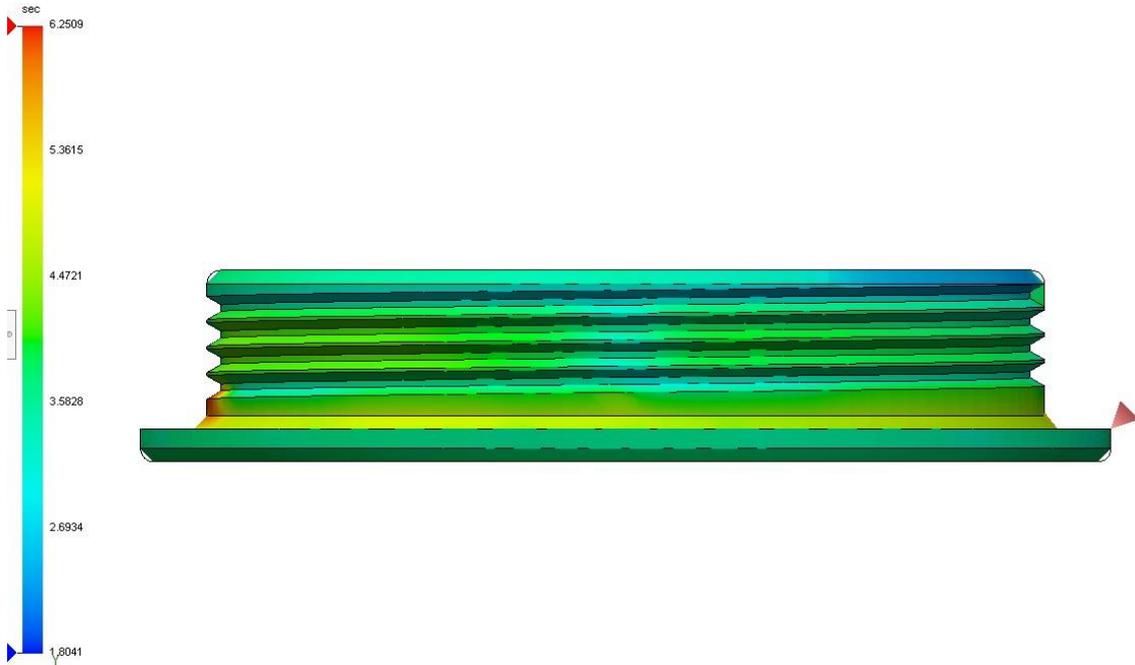


IMAGEN 141. TIEMPO DE ENFRIAMIENTO (TAPA DE LA CÁMARA PEQUEÑA)

El tiempo de enfriamiento (*Imag.143*) será de 6.2509s tras completar la inyección de la pieza. Si comparamos el tiempo de enfriamiento del apartado teórico (*Costes*) con el de la simulación, hallamos una diferencia de 2.879s. Podemos atribuir esta diferencia a los mismos motivos mencionados en el tiempo de inyección.

- Proceso de inyección del émbolo de la varilla.

Esta pieza también estará fabricada con polietileno (*Imag.144; arriba*), por lo que también le otorgaremos un espesor de 1.25mm, 0.75mm mayor que el espesor considerado óptimo.

Es un rediseño del émbolo usado en un hinchador de bicicleta (Blackburn; Mammoth), concretamente el (*Imag.144; abajo*). En el nuevo diseño facilitaremos la inyección igualando los espesores de la pieza.

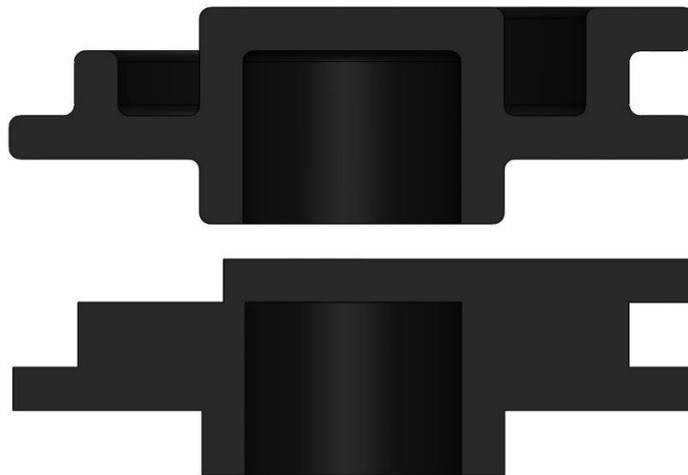


IMAGEN 142. SECCIÓN DEL ÉMBOLO DE LA VARILLA

Esta pieza consta de un agujero ciego, se recomienda que este sea perpendicular a la línea de partición y la longitud de este deberá ser menor o igual a dos veces y media su diámetro. Ambas condiciones se cumplirán en nuestro modelo.

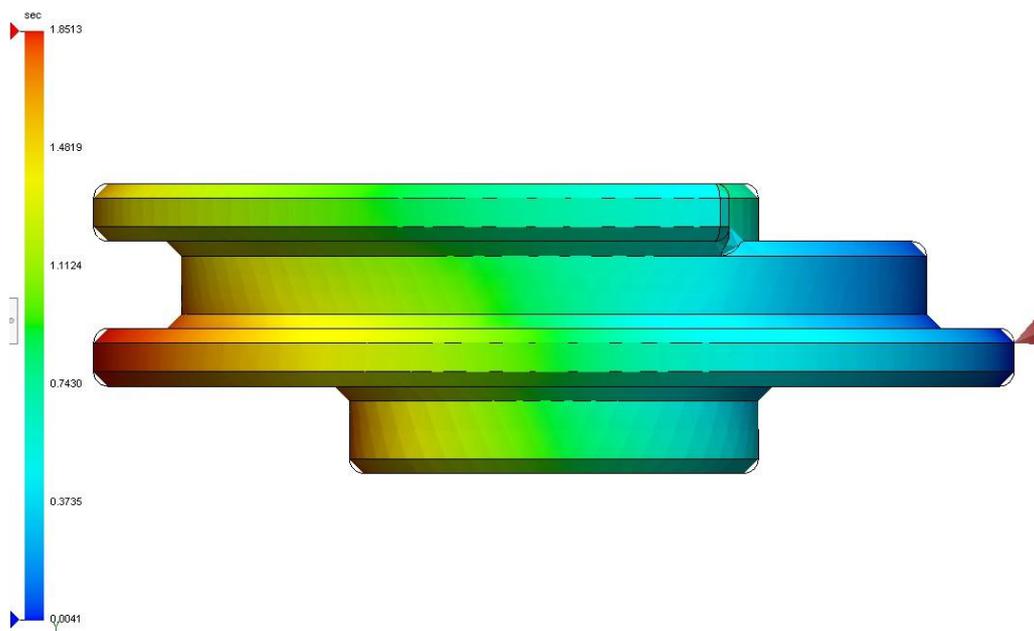
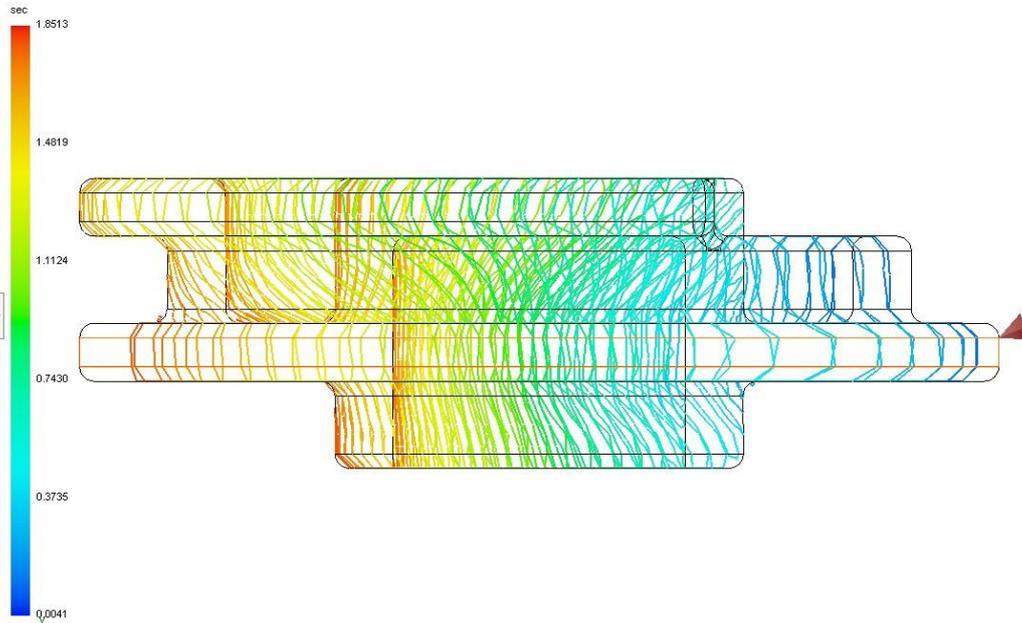


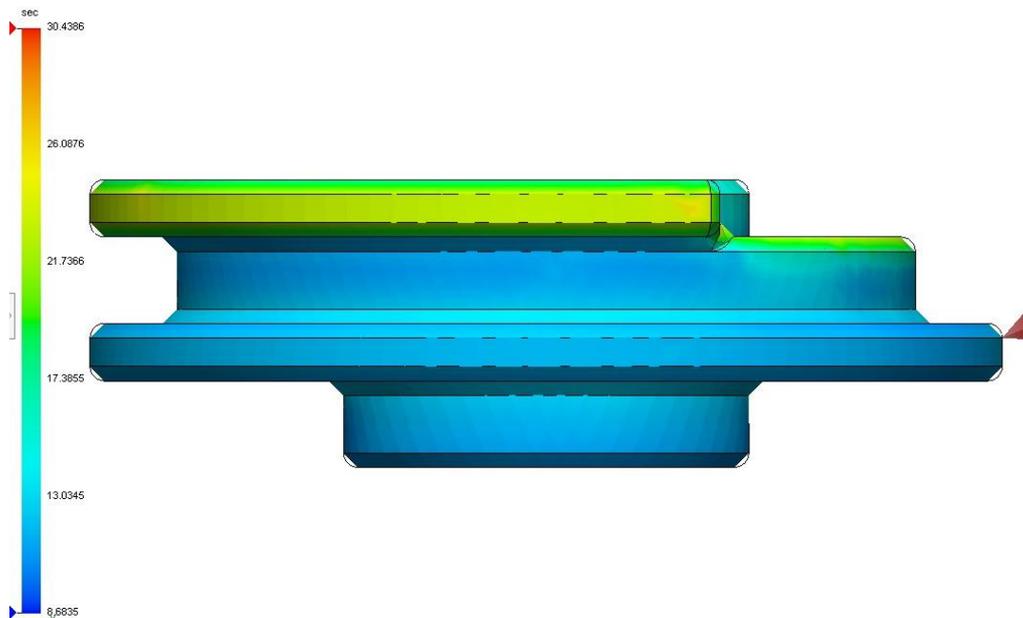
IMAGEN 143. TIEMPO DE INYECCIÓN (ÉMBOLO DE LA VARILLA)

El tiempo de llenado de esta pieza (*Imag.145*) será superior al de la tapa de la cámara pequeña debido a su mayor volumen. En la simulación obtendremos una duración de 1.8513s, resultando este 1.6365s superior al resultado del apartado teórico (*Costes*). Aun así sigue siendo un tiempo razonable.



**IMAGEN 144.** MAPA DE ISOLÍNEAS (ÉMBOLO DE LA VARILLA)

Gracias a la regularidad en el espesor de las paredes, podemos apreciar un avance uniforme a lo largo de toda la pieza (*Imag.146*). Si bien es cierto que en la zona central de la pieza el avance es más lento, esto se debe a que en esta sección hay un mayor volumen de llenado. Para mantener un flujo aún más regular, deberíamos cambiar la presión de inyección en los tramos de la pieza que así lo requieran.



**IMAGEN 145.** TIEMPO DE ENFRIAMIENTO (ÉMBOLO DE LA VARILLA)

En este caso, el tiempo de enfriamiento (*Imag.147*) sí difiere en exceso con el resultado del apartado teórico (*Costes*). Mientras que en la simulación obtenemos un tiempo de enfriamiento de 30.4386s, en los cálculos tenemos 3.376s, lo que supone una diferencia de 27.063s. Repitiendo y revisando tanto los cálculos como la simulación, los resultados se han mantenido con esta misma diferencia. Esto probablemente se deba a que los cálculos tienen en cuenta el espesor, pero no la forma de la pieza, que en este caso podría considerarse intrincada.



# Pliego de condiciones



## Índice del pliego de condiciones

1. Materiales y procesos de fabricación de las piezas.....	145
2. Ensamblaje del paraguas.....	150
3. Listado de normativa a tener en cuenta.....	151
3.1. Relativa a las piezas de aluminio.....	151
3.2. Relativa a las piezas de HDPE moldeadas por inyección.....	152



## Pliego de condiciones

### 1. Materiales y procesos de fabricación de las piezas

- Mango

Se fabricará a partir de caucho sintético SBR ([Tabla. 6](#)).

Densidad ( $g/cm^3$ )	Dureza (Shore A)	Elongación (%)	Resistencia a la tracción ( $N/mm^2$ )
1.6	65°	400	8

**TABLA 12.** PROPIEDADES DEL CAUCHO SINTÉTICO (SBR)

Volumen	148.32 $cm^3$
Peso	237.31g

**TABLA 13.** VALORES DEL MANGO

- Varilla

Se obtendrá de un proveedor externo, a falta de un roscado interior en uno de los extremos de la pieza. El material empleado será Aluminio 6060 T66, según la denominación de la empresa encargada (Lumetal), en forma de varilla de sección circular extruida.

Estado	Carga de rotura, Rm ( $N/m^2$ )	Límite elástico, Rp ( $N/m^2$ )	Alargamiento A; 5,65%	Límite de fatiga ( $N/m^2$ )	Resistencia a la cizalladura $\tau$ ( $N/m^2$ )	Dureza Brinell (HB)
T6	245	215	13	160	150	85

**TABLA 14.** PROPIEDADES DEL ALUMINIO (6060 T66)

Volumen	17.06 $cm^3$
Peso	46.07g

**TABLA 15.** VALORES DE LA VARILLA

- Émbolo de la varilla

Se fabricará en polietileno de alta densidad (HDPE) mediante un proceso de moldeo por inyección, los cálculos referidos a este proceso se pueden encontrar en el apartado [Costes](#). En el [Anexo XIII](#) haremos una simulación de dicha inyección.

Densidad ( $g/cm^3$ )	Módulo elástico (GPa)	Elongación (%)	Resistencia a la tracción MPa	Esfuerzo a rotura ( $N/mm^2$ )
0.94	65°	12	15	20-30

**TABLA 16.** PROPIEDADES DEL POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE)

Volumen	3.13 $cm^3$
Peso	2.94g

**TABLA 17.** VALORES DEL ÉMBOLO DE LA VARILLA

- Junta tórica grande

Esta pieza se obtendrá de un proveedor externo (Jio Rings), estará fabricada en caucho nitrílico (NBR), aquí se muestran las propiedades del material ([Tabla.9](#)):

Densidad ( $g/cm^3$ )	Dureza (Shore A)	Elongación (%)	Resistencia a la tracción MPa
1.24	65°	352	15.1

**TABLA 18.** PROPIEDADES DEL CAUCHO NBR

Volumen	0.632cm <sup>3</sup>
Peso	0.784g

**TABLA 19.** VALORES DE LA JUNTA TÓRICA GRANDE

- Tapa de la cámara pequeña

Se fabricará en polietileno de alta densidad (HDPE) mediante un proceso de moldeo por inyección, los cálculos referidos a este proceso se pueden encontrar en el apartado [Costes](#). En el [Anexo XIII](#) haremos una simulación de dicha inyección.

Densidad ( $g/cm^3$ )	Módulo elástico (GPa)	Elongación (%)	Resistencia a la tracción MPa	Esfuerzo a rotura ( $N/mm^2$ )
0.94	65°	12	15	20-30

**TABLA 20.** PROPIEDADES DEL POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE)

Volumen	2.062cm <sup>3</sup>
Peso	2.02g

**TABLA 21.** VALORES DE LA TAPA DE LA CÁMARA PEQUEÑA

- Junta tórica pequeña

Esta pieza se obtendrá de un proveedor externo (Jio Rings), estará fabricada en caucho nitrílico (NBR), a continuación, se muestran las propiedades del material ([Tabla.11](#)):

Densidad ( $g/cm^3$ )	Dureza (Shore A)	Elongación (%)	Resistencia a la tracción MPa
1.24	65°	352	15.1

**TABLA 22:** PROPIEDADES DEL CAUCHO NBR

Volumen	0.12cm <sup>3</sup>
Peso	0.11g

**TABLA 23.** VALORES DE LA JUNTA TÓRICA PEQUEÑA

- Cámara pequeña

Se obtendrá de un proveedor externo, a falta de un roscado interior en uno de los extremos de la pieza. El material empleado será Aluminio 6060 T66, según la denominación de la empresa encargada (Lumetal), en forma de tubo redondo extruido ([Tabla.12](#)).

Estado	Carga de rotura, Rm ( $N/m^2$ )	Límite elástico, Rp ( $N/m^2$ )	Alargamiento A; 5,65%	Límite de fatiga ( $N/m^2$ )	Resistencia a la cizalladura $\tau$ ( $N/m^2$ )	Dureza Brinell (HB)
T6	245	215	13	160	150	85

**TABLA 24.** PROPIEDADES DEL ALUMINIO 6060

El peso de las barras encargadas al proveedor es de 0.43kg por metro, por lo tanto, el peso de nuestra pieza será:

$$\text{Peso de una pieza} = \frac{\text{Longitud de la pieza} \times \text{Peso de la barra}}{\text{Longitud de la barra}}$$

$$\text{Peso de una pieza} = \frac{193\text{mm/pieza} \times 2580\text{g/barra}}{6000\text{mm/barra}} = 82.99\text{g/pieza}$$

Se fabricará mediante un proceso de extrusión y posteriormente se realizará un mecanizado para generar una rosca en uno de sus extremos. Despreciaremos el peso perdido durante el mecanizado de la rosca.

- Soporte del émbolo

Se fabricará mediante un proceso de moldeo por inyección. A continuación, se muestran las propiedades físicas y mecánicas de este material ([Tabla.26](#)):

Densidad ( $g/cm^3$ )	Módulo elástico (GPa)	Elongación (%)	Resistencia a la tracción MPa	Esfuerzo a rotura ( $N/mm^2$ )
0.94	65°	12	15	20-30

**TABLA 25.** PROPIEDADES DEL POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE)

Volumen	2.287 $cm^3$
Peso	2.15g

**TABLA 26.** VALORES DEL SOPORTE DEL ÉMBOLO

- Émbolo de la cámara pequeña

Densidad ( $g/cm^3$ )	Dureza (Shore A)	Elongación (%)	Resistencia a la tracción MPa
1.24	65°	352	15.1

**TABLA 27.** PROPIEDADES DEL CAUCHO NBR

Volumen	3.579 $cm^3$
Peso	3.364g

**TABLA 28.** VALORES DEL ÉMBOLO DE LA CÁMARA PEQUEÑA

- Unión entre cámaras

Se fabricará mediante un proceso de moldeo por inyección. A continuación, se muestran las propiedades físicas y mecánicas de este material ([Tabla.11](#)):

Densidad ( $g/cm^3$ )	Módulo elástico (GPa)	Elongación (%)	Resistencia a la tracción MPa	Esfuerzo a rotura ( $N/mm^2$ )
0.94	65°	12	15	20-30

**TABLA 29.** PROPIEDADES DEL POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE)

Volumen	2.317 $cm^3$
Peso	2.18g

**TABLA 30.** VALORES DE LA UNIÓN ENTRE CÁMARAS

- Cámara grande

Se obtendrá de un proveedor externo, a falta de un roscado interior en uno de los extremos de la pieza. El material empleado será Aluminio 6060 T66, según la denominación de la empresa encargada (Lumetal), en forma de tubo redondo extruido.

Estado	Carga de rotura, Rm (N/m <sup>2</sup> )	Límite elástico, Rp (N/m <sup>2</sup> )	Alargamiento A; 5,65%	Límite de fatiga (N/m <sup>2</sup> )	Resistencia a la cizalladura $\tau$ (N/m <sup>2</sup> )	Dureza Brinell (HB)
T6	245	215	13	160	150	85

**TABLA 31.** PROPIEDADES DEL ALUMINIO 6060

Las propiedades mecánicas del aluminio 6060 (*Tabla.7*) cumplen sobradamente con los esfuerzos a los que se verán sometidas en esta aplicación concreta.

El peso de las barras encargadas al proveedor es de 0.47kg por metro, el peso de nuestra pieza será:

$$\text{Peso de una pieza} = \frac{\text{Longitud de la pieza} \times \text{Peso de la barra}}{\text{Longitud de la barra}}$$

$$\text{Peso de una pieza} = \frac{215\text{mm/pieza} \times 2820\text{g/barra}}{6000\text{mm/barra}} = 101.05\text{g/pieza}$$

- Soporte de la válvula

Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Módulo elástico (GPa)	Elongación (%)	Resistencia a la tracción MPa	Esfuerzo a rotura (N/mm <sup>2</sup> )
0.94	65°	12	15	20-30

**TABLA 32.** PROPIEDADES DEL SOPORTE DE LA VÁLVULA

Volumen	4.472cm <sup>3</sup>
Peso	4.20g

**TABLA 33.** VALORES DEL SOPORTE DE LA VÁLVULA

- Válvula

Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Dureza (Shore A)	Elongación (%)	Resistencia a la tracción MPa
1.24	65°	352	15.1

**TABLA 34.** PROPIEDADES DEL CAUCHO SINTÉTICO NBR

Volumen	0.497cm <sup>3</sup>
Peso	0.497g

**TABLA 35.** VALORES DE LA VÁLVULA

- Muelle

Esta pieza se obtendrá de un proveedor externo (Sodemann) y estará fabricado en acero inoxidable.

DIN 17224 AISI 302 WERKSTOFF Nº1.4310

d Diámetro del alambre (mm)	De Diámetro externo (mm)	Di Diámetro interno (mm)	L0 Longitud sin carga (mm)	Ln Longitud máx. con carga (mm)	Carga máx. (N)	Constante del muelle (N/mm)
0.56	6.10	4.98	6.35	3.23	8.86	2.84

**TABLA 36.** PROPIEDADES DEL MUELLE

Volumen	0.076cm <sup>3</sup>
Peso	0.6g

**TABLA 37. VALORES DEL MUELLE**

- Cámara de descompresión

Se fabricará mediante un proceso de moldeo por inyección.

Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Módulo elástico (GPa)	Elongación (%)	Resistencia a la tracción MPa	Esfuerzo a rotura (N/mm <sup>2</sup> )
0.94	65°	12	15	20-30

**TABLA 38. PROPIEDADES DEL POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE)**

Volumen	8.033cm <sup>3</sup>
Peso	7.55g

**TABLA 39. VALORES DE LA CÁMARA DE DESCOMPRESIÓN**

- Tapa de descompresión

Se fabricará mediante un proceso de moldeo por inyección

Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Módulo elástico (GPa)	Elongación (%)	Resistencia a la tracción MPa	Esfuerzo a rotura (N/mm <sup>2</sup> )
0.94	65°	12	15	20-30

**TABLA 40. PROPIEDADES DEL POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE)**

Volumen	1.858cm <sup>3</sup>
Peso	1.75g

**TABLA 41. VALORES DE LA TAPA DE DESCOMPRESIÓN**

- Soporte de la cubierta

Se fabricará mediante un proceso de moldeo por inyección

Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Módulo elástico (GPa)	Elongación (%)	Resistencia a la tracción MPa	Esfuerzo a rotura (N/mm <sup>2</sup> )
0.94	65°	12	15	20-30

**TABLA 42. PROPIEDADES DEL POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE)**

Volumen	13.148cm <sup>3</sup>
Peso	12.36g

**TABLA 43. VALORES DEL SOPORTE DE LA CUBIERTA**

- Cubierta

Se fabricará recortando piezas de PVC calandrado de 0.2mm de espesor y uniéndolas unas a otras mediante termosellado (*ver Anexo VIII*). Peso específico de 1.24g/cm<sup>3</sup>.

Volumen	88cm <sup>3</sup>
Peso	109.12g

**TABLA 44. VALORES DE LA CUBIERTA**

En ISO 1421, 1998, Tejidos recubiertos de plástico o caucho. Determinación de la resistencia a la tracción y del alargamiento en la rotura.

En ISO 2411. Tejidos recubiertos de plástico o caucho. Determinación de la adherencia del recubrimiento.

### Límite elástico

En función de la presión con que hinchemos el paraguas, el tejido de la cubierta estará sometido a unos valores de tracción. Por ello el PVC deberá admitir unos valores de presión razonables sin sufrir deformaciones, es decir, sin superar su límite elástico. Esta presión se llevará a cabo en repetidas ocasiones, ya que el usuario tendrá que hinchar el paraguas cada vez que quiera darle uso y deshincharlo cuando deje de hacerlo.

Pieza	Peso (g)
Mango	237.31
Varilla	46.07
Émbolo de la varilla	2.94
Junta tórica grande	0.784
Tapa de la cámara pequeña	2.02
Junta tórica pequeña	0.11
Cámara pequeña	82.99
Soporte del émbolo	2.15
Émbolo de la cámara pequeña	3.364
Unión entre cámaras	2.18
Cámara grande	101.05
Válvula	0.616
Muelle	0.6
Cámara de descompresión	7.55
Tapa de descompresión	1.75
Soporte de la cubierta	12.36
Cubierta	109.12
<b>Total</b>	<b>612.96</b>

**TABLA 45.** PESO DEL PARAGUAS

Finalmente, el paraguas tendrá un peso de 0.7kg aproximadamente. Un peso aceptable, más aún si se tiene en cuenta que el paraguas puede quedar apoyado sobre el hombro, rebajando con ello la carga.

## 2. Ensamblaje del paraguas

Orden	Uniones	Tipo de unión
1	Mango-Varilla	Interferencia eje-agujero
2	Varilla-Tapa de la cámara pequeña	Juego eje-agujero
3	Varilla-Junta tórica pequeña	Interferencia eje-agujero
4	Varilla-Émbolo de la Varilla	Interferencia eje-agujero
5	Émbolo de la varilla-Junta tórica grande	Juego eje-agujero
6	Cámara pequeña-Soporte del émbolo	Unión roscada
7	Soporte del émbolo-Émbolo de la cámara pequeña	Unión tipo snapfit
8	Unión entre cámaras-Cámara grande	Unión roscada

9	Cámara pequeña-Cámara grande	Juego eje-agujero
10	Tapa de la cámara pequeña-Cámara pequeña	Unión roscada
11	Cámara grande-Soporte de la válvula	Interferencia eje-agujero
12	Válvula-Muelle	Pegado con adhesivo en frío
13	Soporte de la válvula-Cámara de descompresión	Unión autoajustada
14	Cámara de descompresión-Tapa de descompresión	Unión tipo snapfit
15	Soporte de la cubierta-Cubierta	Unión por termosellado
16	Cámara de descompresión-Soporte de la cubierta	Unión roscada
17	Piezas de la cubierta	Unión por termosellado

**TABLA 46.** ENSAMBLAJE DEL PARAGUAS

Es importante que el montaje del paraguas se realice en el orden indicado (*Tabla. 25*), ya que sí, por ejemplo, unimos el **émbolo de la varilla** con la **varilla** antes de haber unido a esta con la **tapa de la cámara pequeña**, no nos será posible desmontar la unión (interferencia eje agujero) para montarla de nuevo más tarde.

### 3. Listado de normativa a tener en cuenta

#### 3.1. Relativa a las piezas de aluminio

- UNE-EN 755-9:2016 Aluminio y aleaciones de aluminio. Varillas, barras, tubos y perfiles extruidos. Parte 9: Perfiles, tolerancias dimensionales y de forma.
- UNE-EN 12020-2:2017 Aluminio y aleaciones de aluminio. Perfiles extruidos especiales en aleaciones EN AW-6060 y EN AW-6063. Parte 2: Tolerancias dimensionales y de forma.
- UNE-EN 755-8:2016 Aluminio y aleaciones de aluminio. Varillas, barras, tubos y perfiles extruidos. Parte 8: Tubos extruidos con matriz-puente, tolerancias dimensionales y de forma.
- UNE-EN ISO 286-2:2011 Especificación geométrica de productos (GPS). Sistema de codificación ISO para las tolerancias en dimensiones lineales. Parte 2: Tablas de las clases de tolerancia normalizadas y de las desviaciones límite para agujeros y ejes. (ISO 286-2:2010)
- UNE-EN ISO 5458:1999 Especificación geométrica de productos (GPS). Tolerancias geométricas. Tolerancias de posición. (ISO 5458:1998).
- UNE-EN 755-3:2009 Aluminio y aleaciones de aluminio para forja. Varillas, barras, tubos y perfiles extruidos. Parte 3: Barras redondas extruidas. Tolerancias dimensionales y de forma.
- UNE-EN ISO 286-2:2011/AC:2013 Especificación geométrica de productos (GPS). Sistema de codificación ISO para las tolerancias en dimensiones lineales. Parte 2: Tablas

de las clases de tolerancia normalizadas y de las desviaciones límite para agujeros y ejes. (ISO 286-2:2010/Cor 1:2013).

- UNE-EN ISO 8062-1:2009 Especificación geométrica de producto (GPS). Tolerancias dimensionales y geométricas para piezas moldeadas. Parte 1: Vocabulario. (ISO 8062-1:2007)

-UNE-EN 10226-2:2005 Roscas de tuberías para uniones con estanquidad en la rosca. Parte 2: Roscas exteriores cónicas y roscas interiores cónicas. Dimensiones, tolerancias y designación.

EN 754-3. Tolerancias de barras redondas calibradas

EN 755-3. Tolerancias de barras redondas extruidas

EN 755-7. Tolerancias de tubos sin soldadura

EN 755-8. Tolerancias de tubos extruidos

### 3.2. Relativa a las piezas de HDPE moldeadas por inyección

- UNE-EN 15344:2008 Plásticos. Plásticos reciclados. Caracterización de reciclados de polietileno (PE).

- UNE-ISO 13953:2011 Tubos y accesorios de polietileno (PE). Determinación de la resistencia a la tracción y tipo de fallo en probetas soldadas a tope.

- UNE-EN ISO 23900-2:2018 Pigmentos y extendedores. Métodos de dispersión y evaluación de la dispersibilidad en plásticos. Parte 2: Determinación de las propiedades colorimétricas y de la facilidad de dispersión en el poli (cloruro de vinilo) plastificado por calandrado con dos cilindros. (ISO 23900-2:2015).

- UNE-EN ISO 17855-2:2016 Plásticos. Materiales de polietileno (PE) para moldeo y extrusión. Parte 2: Preparación de probetas y determinación de propiedades. (ISO 17855-2:2016).

# Costes



## Índice de los costes

1. Costes unitarios.....	157
2.1. Coste de las piezas.....	157
2.2. Coste de la maquinaria.....	173
2.3. Coste de la mano de obra.....	174
2. Costes de fabricación y producción.....	175
3. Viabilidad y cálculo anual .....	176
4. Conclusiones.....	177



## 1. Costes unitarios

En primer lugar, calcularemos el coste de cada factor por separado, los factores a tener en cuenta serán las piezas, la maquinaria, la mano de obra y los elementos comerciales.

### 1.1. Coste de las piezas

Nuestro producto estará formado por 19 piezas, ninguna de ellas se verá repetida en el conjunto:

Identificador	Nombre de la pieza	Procedencia	Coste unitario
1	Mango	Interna	3.44€
2	Varilla	Externa	0.1914€
3	Émbolo de la varilla	Interna	0.89€
4	Junta tórica grande	Externa	0.0928€
5	Tapa de la cámara pequeña	Interna	0.74€
6	Junta tórica pequeña	Externa	0.0204€
7	Cámara pequeña	Externa	0.4158€
8	Soporte del émbolo	Interna	0.0222€
9	Émbolo de la cámara pequeña	Interna	0.045€
10	Unión entre cámaras	Interna	0.0216€
11	Cámara grande	Externa	0.4938€
12	Soporte de la válvula	Interna	0.0439€
13	Válvula	Interna	0.0061€
14	Muelle	Externa	0.1€
15	Cámara de descompresión	Interna	0.075€
16	Tapa de descompresión	Interna	0.017€
17	Soporte de la cubierta	Interna	0.122€
18	Cubierta	Interna	2.4359€
		<b>C.U.</b>	<b>9.17€</b>

TABLA 47. COSTE UNITARIO DE LAS PIEZAS

A continuación, desarrollaremos el precio de cada pieza con más detalle:

#### 1. Mango

La obtendremos mediante un proceso de inyección, la pieza se fabricará en caucho sintético SBR, así que tendremos que comprar una máquina de inyección para elastómeros (ver Coste de la maquinaria). Las únicas piezas que moldearemos en caucho serán la válvula, el émbolo de la cámara pequeña y el mango (aunque en estos otros casos se tratará de caucho NBR), las dos juntas tóricas se encargarán a un proveedor externo (también fabricadas en caucho NBR).

En este caso determinaremos el precio del mango teniendo en cuenta el precio del material y estimando los costes de fabricación y del molde como un 1000% del precio del material:

$$\begin{aligned} \text{Precio del material por pieza} &= \text{Peso de la pieza} \times \text{Precio por kilo} \\ \text{Precio del material por pieza} &= 0.237\text{kg/pieza} \times 1.32\text{€/kg} = 0.31\text{€/pieza} \end{aligned}$$

$$\text{Precio de la pieza} = \text{Precio del material por pieza} + \text{Precio de fabricacion y molde}$$

$$\text{Precio de la pieza} = 0.31\text{€/pieza} + (0.31\text{€} \times 10) = 3.44\text{€/pieza}$$

El precio de fabricación de la pieza y del molde ha sido muy superior al precio del material en los costes calculados de la tapa de la cámara pequeña y el émbolo de la varilla. Por eso hemos decidido presupuestar la fabricación de la válvula en un 1000% del precio del material que la compone.

## 2. Varilla

Esta pieza la obtendremos de un proveedor externo (Lumetal), consultando su catálogo encontramos tubos de aluminio de estas dimensiones a 0.86€ el metro si hacemos un encargo de entre 91 y 150 piezas (el máximo permitido por la página web), en caso de tratarse de un pedido mayor deberemos contactar con la empresa para un mayor descuento por pieza.

Las piezas tienen una longitud de 6m y su precio de venta es de 5.16€ cada una si hacemos un encargo de entre 91 y 150 piezas. La empresa nos ofrecerá un descuento mayor debida la magnitud de nuestro pedido, en la página web podemos encontrar una sección de contacto con la empresa en caso de solicitar un pedido superior a 150 piezas.

También deberemos suponer una subida de precio asociada al corte de las piezas, Lumetal ofrece la posibilidad de encargar piezas a medida. Igualaremos este aumento de precio a la rebaja que tendremos por nuestro abultado pedido.

Los cálculos procederán de la siguiente forma:

$$N^{\circ} \text{ de piezas por pieza} = \frac{\text{Longitud de la barra}}{\text{Longitud de una pieza}}$$

$$N^{\circ} \text{ de piezas por barra} = \frac{6000\text{mm}}{217.25\text{mm}} = 27.62 \text{ piezas}$$

Los decimales reflejados en el número de piezas por barra nos indican que con una barra podríamos hacer 27 piezas completas y el 62% de otra. Lógicamente, despreciaremos este 0.62, asumiremos que tanto esta dimensión desaparecerá a la hora de realizar los cortes.

Así pues, podemos determinar que obtendremos 27 piezas por cada barra encargada.

$$N^{\circ} \text{ de barras necesarias} = \frac{N^{\circ} \text{ de piezas necesario}}{N^{\circ} \text{ de piezas por barra}}$$

$$N^{\circ} \text{ de barras necesario} = \frac{10000 \text{ piezas}}{27 \text{ piezas}} = 370.37 \text{ barras}$$

Igual que en el caso anterior, el 0.37 sobrante nos supondrá tener que comprar una barra de más, que no aprovecharemos en su totalidad. Tendremos que encargar 371 barras de 6m de longitud, cortadas en segmentos de 217.25mm.

$$\text{Precio total de las barras} = N^{\circ} \text{ de barras} \times \text{Precio por barra}$$

$$\text{Precio total de las barras} = 371 \text{ barras} \times 5.16\text{€/barra} = 1914.36\text{€}$$

$$\text{Precio por pieza} = \frac{\text{Precio total de las barras}}{N^{\circ} \text{ de piezas}}$$

$$\text{Precio por pieza} = \frac{1914.36\text{€}}{10000 \text{ piezas}} = 0.1914\text{€/pieza}$$

Como ya hemos indicado anteriormente, el descuento del pedido anulara el coste del corte de las piezas, así como el del envío, por lo que 0.1914€ (a falta del coste de la rosca mecanizada) sería el precio de la cámara pequeña.

### 3. Émbolo de la varilla

Se fabricará mediante un proceso de moldeo por inyección.

- Coste del moldeo por inyección

Área proyectada de la pieza:

Simplificaremos el área la pieza a dos rectángulos, cuyas áreas proyectadas serán  $A_1$  y  $A_2$ :

$$A_1 = 31,5mm \times 2mm = 63mm^2$$

$$A_2 = 25,5mm \times 3mm = 76,5mm^2$$

$$A_3 = 31,5mm \times 2mm = 63mm^2$$

$$A_4 = 14mm \times 3mm = 42mm^2$$

$$A_p = 63mm^2 + 76,5mm^2 + 63mm^2 + 42mm^2 = 244,5mm^2 = 244,5 \times 10^{-6}m^2$$

El coste de cada pieza se calculará a partir de la siguiente ecuación:

$$C_{pieza} = C_{mat} + C_{fab} + C_{tooling/fixture}$$

Para resolver esta ecuación primero necesitaremos saber las características que tendrá nuestra máquina inyectora:

Fuerza de cierre

$$F_c = P_c \times A_p$$

$$P_c = \frac{P_i}{2} = \frac{965}{2} = 482,5bar = 482,5 \times 10^5 Pa$$

$$A_p = 2 \times 244,5 \times 10^{-6} = 489 \times 10^{-6}m^2$$

$$F_c = 482,5 \times 10^5 \times 489 \times 10^{-6} = 23594,25N = 23,59kN$$

Volumen bruto

Calcularemos la masa mediante el modelo en SolidWorks.

$$V_{part} = V_{pieza} = \frac{Peso}{Densidad} = \frac{3,88gr}{0,95gr/cm^3} = 4,08cm^3$$

$$V_i = V_{part} + \%Conductos\ de\ alimentación = 4,08cm^3 + 2,04cm^3 = 6,12cm^3$$

Recorrido máximo de la máquina

$$L = 2D + Margen\ de\ seguridad = 2 \times 3,15cm + 5cm = 11,3cm$$

Una vez calculados estos datos podremos seleccionar la máquina inyectora que más se ajuste a ellos:

Fuerza de cierre (kN) $F_c$	Volumen bruto ( $cm^3$ ) $V_i$	Ciclo seco (seg) $t_s$	Recorrido máximo (cm) L	Potencia (kW) $P_w$	Coste horario (€/h) $P_m$
300	35	1.7	20	5.5	22.25

TABLA 48. CARACTERÍSTICAS DE LA MÁQUINA INYECTORA

Ahora calcularemos el tiempo de ciclo de moldeo:

$$t_{cycle} = t_f + t_c + t_r$$

Siendo estos:

$t_f$  = tiempo de inyección

$t_c$  = tiempo de enfriamiento

$t_r$  = tiempo de recuperación

$$t_f = \frac{2 \times V_i \times P}{P_w} = \frac{2 \times 6.12 \times 10^{-6} \times 965 \times 10^5}{5.5 \times 10^3} = 0.2148s$$

$$t_c = \frac{h_{máx}^2}{\pi^2 \alpha} \ln \frac{4(T_i - T_m)}{\pi(T_x - T_m)} = \frac{1.25^2}{\pi^2 \times 0.11} \ln \frac{4(232 - 27)}{\pi(52 - 27)} = 3.376s$$

$$t_r = 1 + 1.75t_s \sqrt{\frac{2D + 5}{L}} = 1 + (1.75 \times 1.7) \sqrt{\frac{2 \times 3.15 + 5}{11.3}} = 3.975s$$

$$t_{cycle} = 0.2148 + 3.376 + 3.975 = 7.5658s$$

Una vez calculados los tiempos ya podemos empezar a determinar los costes de cada pieza:

$$C_{fabricacion} = t_{cycle} \times P_m = 7.5658s \times 22.25€/h = 0.0468€/pieza$$

$$C_{material} = Peso \times Precio del material = 3.88gr \times 0.9€/kg = 0.003492€/pieza$$

Ya podemos calcular los costes implicados en el molde:

$$C_{molde} = C_b + C_{fab. molde}$$

Siendo estos:

$$C_b = 1200 + 0.41 \times A_c \times h_p^{0.4}$$

$A_c$  = area de la cavidad de la placa base del molde

$h_p$  = espesor de la cavidad y las placas del núcleo

$$A_c = 131.5mm \times 110mm = 14465mm^2 = 144.65cm^2$$

$$h_p = 131.5mm + 75mm + 75mm = 281.5mm = 2.81cm$$

$$C_b = 1200 + 0.41 \times 144.65 \times 2.81^{0.4} = 1289.72€$$

$$C_{fab. molde} = M \times C_r$$

$M$  = tiempo estimado de fabricación del molde

$C_r$  = tasa de fabricación

A su vez, el tiempo estimado de fabricación es la suma de los siguientes tiempos:

$$M = M_e + M_{po} + M_x + M_{sp,rm,um} + M_{ap} + M_{tol} + M_s + M_{text}$$

Tiempo "dimensión de la parte" ( $M_e$  y  $M_{po}$ ):

$$M_e = 2.5 \times A_p^{0.5} = 2.5 \times (489 \times 10^{-6})^{0.5} = 5.53h$$

$$M_{po} = 5 + 0.085 \times A_p^{1.2} = 5 + 0.085 \times (4.89)^{1.2} = 5.57h$$

Tiempo "complejidad geométrica de la pieza" ( $M_x$ ):

Clave	Nombre	Rasgo Tipo	Repeticiones	$N_{sp}$
A	Pared cilíndrica parcial superior	Superficie	1	2
B	Pared cilíndrica intermedia	Superficie	1	2
C	Pared cilíndrica inferior	Superficie	1	2
D	Cilindro central (exterior)	Superficie	1	2
E	Pared corte	Superficie	1	1
F	Base del cilindro central	Superficie	1	1
G	Pared nominal (exterior)	Superficie	1	10

TABLA 49. CARACTERÍSTICAS DE LA PIEZA (EXTERIOR)

$$X_i = 0.01 \times N_{sp} + 0.04 \times N_{hd}$$

$$X_i = 0.01 \times 20 + 0.04 \times 0 = 0.2$$

Clave	Nombre	Rasgo Tipo	Repeticiones	$N_{sp}$
A	Cilindro central (interior)	Superficie	1	2
B	Pared nominal (interior)	Superficie	1	14

TABLA 50. CARACTERÍSTICAS DE LA PIEZA (INTERIOR)

$$X_o = 0.01 \times N_{sp} + 0.04 \times N_{hd}$$

$$X_o = 0.01 \times 14 + 0.04 \times 0 = 0.14$$

$$M_x = 45 \times (X_i + X_o)^{1.27} = 45 \times (0.2 + 0.14)^{1.27} = 11.43h$$

Tiempo "extracciones laterales" ( $M_{sp}$ ):

$$M_{sp} = N^{\circ} \text{ extracciones laterales} \times 65h = 2 \times 65h = 130h$$

Tiempo "apariciencia" ( $M_{ap}$ ):

$$M_{ap} = (M_x + M_{po}) \times \Delta ap = (11.43 + 5.57) \times 0.15 = 2.55h$$

Tiempo "tolerancias" ( $M_{tol}$ ):

$$M_{tol} = M_x \times \Delta t = 11.43 \times 0.1 = 1.14h$$

Tiempo "superficie de la línea de partición" ( $M_s$ ):

$$M_s = f_p \times A_p^{0.5} = 0$$

Tiempo "textura" ( $M_{text}$ ):

$$M_{text} = (M_e + M_{po} + M_x) \times \Delta text = (5.53 + 5.57 + 11.43) \times 0.05 = 1.13h$$

Calculados todos los tiempos podemos estimar el coste del molde:

$$M = M_e + M_{po} + M_x + M_{sp,rm,um} + M_{ap} + M_{tol} + M_s + M_{text}$$

$$M = 5.53 + 5.57 + 11.43 + 130 + 2.55 + 1.14 + 0 + 1.13$$

$$M = 157.35h$$

Estimaremos la tasa de fabricación en 45€/h

$$C_{fab. molde} = M \times C_r = 157.35h \times 45\text{€/h} = 7080.75\text{€}$$

Por lo tanto:

$$C_{molde} = C_b + C_{fab. molde} = 1289.72\text{€} + 7080.75\text{€} = 8370.47\text{€}$$

$$C_{tooling/fixture} = \frac{C_{molde}}{N^{\circ} \text{ de piezas}} = \frac{8370.75}{10.000} = 0.83705\text{€/pieza}$$

Finalmente, y a partir de la ecuación inicial:

$$C_{pieza} = C_{mat} + C_{fab} + C_{tooling/fixture} = 0.00349\text{€/pieza} + 0.047\text{€/pieza} + 0.83705\text{€/pieza} = 0.89\text{€/pieza}$$

Para entender mejor la estimación del coste del émbolo de la varilla, comentaremos con detalle los cálculos y resultados obtenidos.

Primero hemos calculado el área proyectada de la pieza y el volumen de la misma para obtener la fuerza de cierre necesaria en su inyección, lo que implica tanto a la cavidad de la pieza como a los canales de alimentación, con estos últimos obtendremos la carrera mínima y por ende, la máquina inyectora más adecuada.

En nuestro caso necesitamos una fuerza de cierre de 23,59kN aproximadamente, por lo que hemos elegido la máquina con capacidad de fuerza de cierre inmediatamente superior (300kN), cuanto más podamos ajustar estos valores, más podremos ahorrar en la producción de la pieza.

También se hace necesario calcular los tiempos de fabricación, esto implica los tiempos de inyección, enfriamiento y recuperación. Que en nuestro caso suman un total de 7.57s.

En lo que se refiere a los costes del molde, dependerán de dos factores, su fabricación y el coste del molde base. Los costes de fabricación ascienden a los 7080.75€, lo que supone un 84.59% del coste total del molde.

A su vez, los costes de preparación se calcularán en base a las siguientes características:

- El coste de fabricación del molde por hora que es de 45€/h.
- Las horas de fabricación para las diferentes partes y parámetros del molde.
- Dimensiones de las partes ( $M_e$  y  $M_{po}$ ), dado que las dimensiones de la pieza no son muy grandes, el valor corresponde con el resultado obtenido.
- Complejidad geométrica de las partes ( $M_x$ ), en este apartado se tiene en cuenta el número de superficies internas y externas. Cabe destacar que nuestra pieza no es demasiado compleja.
- Mecanismos ( $M_{sp,rm,um}$ ), en esta pieza se requerirán dos extracciones laterales. Este factor incrementa notablemente los costes.
- Apariencia ( $M_{ap}$ ), para el émbolo se requiere un aspecto opaco, que corresponde con un incremento del 15%.
- Tolerancia ( $M_{tol}$ ), la tolerancia pedida en este caso es de nivel 3, es decir, aproximadamente de 0'25mm, corresponde con un incremento del 10%.

- Línea de partición ( $M_s$ ), en nuestro caso se tratará de una línea de partición plana, sin escalones, por lo que le aplicaremos un factor de 0, no veremos un incremento del tiempo o el coste en este apartado.

- Textura ( $M_{text}$ ), en este apartado aplicaremos un valor del 5%.

En cuanto al coste del material del molde es de 1289.72€, un 15.41% del coste total, para este caso se tiene en cuenta el área de la cavidad de la placa base del molde y el espesor de la cavidad y las placas del núcleo, contando con los espacios de 5cm que dejaremos entre la cavidad y el borde del molde. La suma de ambos es el coste total del molde, 8370.47€. Una vez realizados estos cálculos se obtiene el coste unitario de la pieza, que es la suma del coste del material, el coste de fabricación y el coste de la herramienta, que ascienden a un coste de 0.89€/pieza.

#### 4. Junta tórica grande

Esta pieza se obtendrá de un proveedor externo (JioRings).

Código mezcla	Mezcla	Material	Dureza	Color
0020	IBNS7004K-134396	NBR	70	Negro

TABLA 51. REFERENCIA DEL PRODUCTO

El precio de cada pieza será de 0.0928€, por lo que un encargo de 10000 piezas supondría un coste de 928€.

#### 5. Tapa de la cámara pequeña

Se fabricará mediante un proceso de moldeo por inyección

- o Coste del moldeo por inyección

Repetiremos el mismo proceso que en el émbolo de la varilla.

Área proyectada de la pieza:

Simplificaremos el área la pieza a dos rectángulos, cuyas áreas proyectadas serán  $A_1$  y  $A_2$ :

$$A_1 = 18.25 \times 1.25 \text{mm} = 45.625 \text{mm}^2$$

$$A_2 = 31.5 \text{mm} \times 6 \text{mm} = 189 \text{mm}^2$$

$$A_p = 45.625 \text{mm}^2 + 189 \text{mm}^2 = 234.625 \times 10^{-6} \text{m}^2$$

El coste de cada pieza se calculará a partir de la siguiente ecuación:

$$C_{pieza} = C_{mat} + C_{fab} + C_{tooling/fixture}$$

Para resolver esta ecuación primero necesitaremos saber las características que tendrá nuestra máquina inyectora:

Fuerza de cierre

$$F_c = P_c \times A_p$$

$$P_c = \frac{P_i}{2} = \frac{965}{2} = 482.5 \text{bar} = 482.5 \times 10^5 \text{Pa}$$

$$A_p = 2 \times 234.625 \times 10^{-6} = 469.25 \times 10^{-6} \text{m}^2$$

$$F_c = 482.5 \times 10^5 \times 469.25 \times 10^{-6} = 22641.31 \text{N} = 22.64 \text{kN}$$

### Volumen bruto

Calcularemos la masa mediante el modelo en SolidWorks.

$$V_{part} = V_{pieza} = \frac{Peso}{Densidad} = \frac{1.96gr}{0.95gr/cm^3} = 2.06cm^3$$

$$V_i = V_{part} + \%Conductos\ de\ alimentación = 2.06cm^3 + 1.53cm^3 = 3.59cm^3$$

### Recorrido máximo de la máquina

$$L = 2D + Margen\ de\ seguridad = 2 \times 3.15cm + 5cm = 11.3cm$$

Una vez calculados estos datos podremos seleccionar la máquina inyectora que más se ajuste a ellos:

Fuerza de cierre (kN) $F_c$	Volumen bruto ( $cm^3$ ) $V_i$	Ciclo seco (seg) $t_s$	Recorrido máximo (cm) $L$	Potencia (kW) $P_w$	Coste horario (€/h) $P_m$
300	35	1.7	20	5.5	22.25

TABLA 52. CARACTERÍSTICAS DE LA MÁQUINA INYECTORA

Ahora calcularemos el tiempo de ciclo de moldeo:

$$t_{cycle} = t_f + t_c + t_r$$

Siendo estos:

$t_f$  = tiempo de inyección

$t_c$  = tiempo de enfriamiento

$t_r$  = tiempo de recuperación

$$t_f = \frac{2 \times V_i \times P}{P_w} = \frac{2 \times 3.59 \times 10^{-6} \times 965 \times 10^5}{5.5 \times 10^3} = 0.2148s$$

$$t_c = \frac{h_{máx}^2}{\pi^2 \alpha} \ln \frac{4(T_i - T_m)}{\pi(T_x - T_m)} = \frac{1.25^2}{\pi^2 \times 0.11} \ln \frac{4(232 - 27)}{\pi(52 - 27)} = 3.376s$$

$$t_r = 1 + 1.75t_s \sqrt{\frac{2D + 5}{L}} = 1 + (1.75 \times 1.7) \sqrt{\frac{2 \times 3.15 + 5}{11.3}} = 3.975s$$

$$t_{cycle} = 0.2148 + 3.376 + 3.975 = 7.5658s$$

Una vez calculados los tiempos ya podemos empezar a determinar los costes de cada pieza:

$$C_{fabricacion} = t_{cycle} \times P_m = 7.5658s \times 22.25€/h = 0.0468€/pieza$$

$$C_{material} = Peso \times Precio\ del\ material = 1.96gr \times 0.9€/kg = 0.001764€/pieza$$

Ya podemos calcular los costes implicados en el molde:

$$C_{molde} = C_b + C_{fab.\ molde}$$

Siendo estos:

$$C_b = 1200 + 0.41 \times A_c \times h_p^{0.4}$$

$A_c$  = area de la cavidad de la placa base del molde

$h_p$  = espesor de la cavidad y las placas del núcleo

$$A_c = 131.5\text{mm} \times 107.5\text{mm} = 14136.25\text{mm}^2 = 141.36\text{cm}^2$$

$$h_p = 131.5\text{mm} + 75\text{mm} + 75\text{mm} = 281.5\text{mm} = 2.81\text{cm}$$

$$C_b = 1200 + 0.41 \times 141.36 \times 2.81^{0.4} = 1287.62\text{€}$$

$$C_{fab. molde} = M \times C_r$$

$M$  = tiempo estimado de fabricación del molde

$C_r$  = tasa de fabricación

A su vez, el tiempo estimado de fabricación es la suma de los siguientes tiempos:

$$M = M_e + M_{po} + M_x + M_{sp,rm,um} + M_{ap} + M_{tol} + M_s + M_{text}$$

Tiempo "dimensión de la parte" ( $M_e$  y  $M_{po}$ ):

$$M_e = 2.5 \times A_p^{0.5} = 2.5 \times (469.25 \times 10^{-6})^{0.5} = 5.42\text{h}$$

$$M_{po} = 5 + 0.085 \times A_p^{1.2} = 5 + 0.085 \times (4.69)^{1.2} = 5.54\text{h}$$

Tiempo "complejidad geométrica de la pieza" ( $M_x$ ):

Clave	Nombre	Rasgo Tipo	Repeticiones	$N_{sp}$
A	Perfil de la base	Superficie	1	2
B	Pared nominal	Superficie	1	3
C	Cilindro exterior	Superficie	1	2
D	Redondeos	Superficie	3	6
E	Rosca	Superficie	1	20

TABLA 53. CARACTERÍSTICAS DE LA PIEZA (EXTERIORES)

$$X_i = 0.01 \times N_{sp} + 0.04 \times N_{hd}$$

$$X_i = 0.01 \times 30 + 0.04 \times 0 = 0.3$$

Clave	Nombre	Repeticiones	$N_{sp}$
F	Pared nominal	1	2
G	Paredes cilíndricas	2	6
H	Redondeos	4	8

TABLA 54. CARACTERÍSTICAS DE LA PIEZA (INTERIORES)

$$X_o = 0.01 \times N_{sp} + 0.04 \times N_{hd}$$

$$X_o = 0.01 \times 16 + 0.04 \times 0 = 0.16$$

$$M_x = 45 \times (X_i + X_o)^{1.27} = 45 \times (0.3 + 0.16)^{1.27} = 9.51\text{h}$$

Tiempo "extracciones laterales" ( $M_{sp}$ ):

$$M_{sp} = N^{\circ} \text{ extracciones laterales} \times 65\text{h} = 2 \times 65\text{h} = 130\text{h}$$

Tiempo "apariencia" ( $M_{ap}$ ):

$$M_{ap} = (M_x + M_{po}) \times \Delta_{ap} = (9.51 + 5.54) \times 0.15 = 2.26\text{h}$$

Tiempo "tolerancias" ( $M_{tol}$ ):

$$M_{tol} = M_x \times \Delta t = 9.51 \times 0.1 = 0.95\text{h}$$

Tiempo "superficie de la línea de partición" ( $M_s$ ):

$$M_s = f_p \times A_p^{0.5} = 0$$

Tiempo "textura" ( $M_{text}$ ):

$$M_{text} = (M_e + M_{po} + M_x) \times \Delta t_{text} = (5.42 + 5.54 + 9.51) \times 0.05 = 1.02h$$

Calculados todos los tiempos podemos estimar el coste del molde:

$$\begin{aligned} M &= M_e + M_{po} + M_x + M_{sp,rm,um} + M_{ap} + M_{tol} + M_s + M_{text} \\ M &= 5.42 + 5.54 + 9.51 + 130 + 2.26 + 0.95 + 0 + 1.02 \\ M &= 154.7h \end{aligned}$$

Estimaremos la tasa de fabricación en 45€/h

$$C_{fab. molde} = M \times C_r = 154.7h \times 45€/h = 6961.5€$$

Por lo tanto:

$$C_{molde} = C_b + C_{fab. molde} = 1289.72€ + 3985.65€ = 5084.98€$$

$$C_{tooling/fixture} = \frac{C_{mould}}{N^\circ de piezas} = \frac{6961.5}{10.000} = 0.696€/pieza$$

Finalmente, y a partir de la ecuación inicial:

$$C_{pieza} = C_{mat} + C_{fab} + C_{tooling/fixture} = 0.001764€/pieza + 0.047€/pieza + 0.696€/pieza = 0.74€/pieza$$

## 6. Junta tórica pequeña

Esta pieza se obtendrá de un proveedor externo (JioRings).

Código mezcla	Mezcla	Material	Dureza	Color
0020	IBNS7004K-134396	NBR	70	Negro

TABLA 55. REFERENCIA DEL PRODUCTO

El precio de cada pieza será de 0.0204€, por lo que un encargo de 10000 piezas supondría un coste de 204€.

## 7. Cámara pequeña

Esta pieza la obtendremos de un proveedor externo (Lumetal), consultando su catálogo encontramos tubos de aluminio a 2.08€ el metro si hacemos un encargo de entre 24 y 38 piezas (el máximo permitido por la página web), en caso de tratarse de un pedido mayor deberemos contactar con la empresa para un mayor descuento por pieza.

Las piezas tienen una longitud de 6m y su precio de venta es de 12.45€ cada una si hacemos un encargo de entre 24 y 38 piezas. La empresa nos ofrecerá un descuento mayor debida la magnitud de nuestro pedido, en la página web podemos encontrar una sección de contacto con la empresa en caso de solicitar un pedido superior a 38 piezas.

También deberemos suponer una subida de precio asociada al corte de las piezas, Lumetal ofrece la posibilidad de encargar piezas a medida. Igualaremos este aumento de precio a la rebaja que tendremos por nuestro abultado pedido.

Los cálculos procederán de la siguiente forma:

$$N^{\circ} \text{ de piezas por pieza} = \frac{\text{Longitud de la barra}}{\text{Longitud de una pieza}}$$

$$N^{\circ} \text{ de piezas por barra} = \frac{6000\text{mm}}{193\text{mm}} = 31.09 \text{ piezas}$$

Los decimales reflejados en el número de piezas por barra nos indican que con una barra podríamos hacer 31 piezas completas y el 9% de otra. Lógicamente, despreciaremos este 0.09, asumiremos que tanto esta dimensión como la de la pieza 31 desaparecerán a la hora de realizar los cortes.

Así pues, podemos determinar que obtendremos 30 piezas por cada barra encargada.

$$N^{\circ} \text{ de barras necesarias} = \frac{N^{\circ} \text{ de piezas necesario}}{N^{\circ} \text{ de piezas por barra}}$$

$$N^{\circ} \text{ de barras necesario} = \frac{10000 \text{ piezas}}{30 \text{ piezas}} = 333.33 \text{ barras}$$

Igual que en el caso anterior, el 0.33 sobrante nos supondrá tener que comprar una barra de más, que no aprovecharemos en su totalidad. Tendremos que encargar 334 barras de 6m de longitud, cortadas en segmentos de 193mm.

$$\text{Precio total de las barras} = N^{\circ} \text{ de barras} \times \text{Precio por barra}$$

$$\text{Precio total de las barras} = 334 \text{ barras} \times 12.45\text{€/barra} = 4158.3\text{€}$$

$$\text{Precio por pieza} = \frac{\text{Precio total de las barras}}{N^{\circ} \text{ de piezas}}$$

$$\text{Precio por pieza} = \frac{4158.3\text{€}}{10000 \text{ piezas}} = 0.4158\text{€/pieza}$$

Como ya hemos indicado anteriormente, el descuento del pedido anulará el coste del corte de las piezas, así como el del envío, por lo que 0.4158€ (a falta del coste de la rosca mecanizada) sería el precio de la cámara pequeña.

## 8. Soporte del émbolo

La obtendremos mediante un proceso de inyección, la pieza es de polietileno, lo tendremos en cuenta a la hora de seleccionar la máquina inyectora.

En este caso determinaremos el precio del soporte teniendo en cuenta el precio del material y estimando los costes de fabricación y del molde como un 1000% del precio del material:

$$\begin{aligned} \text{Precio del material por pieza} &= \text{Peso de la pieza} \times \text{Precio por kilo} \\ \text{Precio del material por pieza} &= 0.00215\text{kg/pieza} \times 0.94\text{€/kg} = 0.002021\text{€/pieza} \end{aligned}$$

$$\text{Precio de la pieza} = \text{Precio del material por pieza} + \text{Precio de fabricacion y molde}$$

$$\text{Precio de la pieza} = 0.002021\text{€/pieza} + (0.002021\text{€} \times 10) = 0.0222\text{€/pieza}$$

El precio de fabricación de la pieza y del molde ha sido muy superior al precio del material en los costes calculados de la tapa de la cámara pequeña y el émbolo de la varilla. Por eso hemos decidido presupuestar la fabricación del soporte en un 1000% del precio del material que la compone.

## 9. Émbolo de la cámara pequeña

La obtendremos mediante un proceso de inyección, la pieza es de caucho, así que tendremos que comprar una máquina de inyección para elastómeros (caucho). Las únicas piezas que moldearemos en caucho serán la válvula, el émbolo de la cámara pequeña y el mango, las dos juntas tóricas se encargarán a un proveedor externo.

En este caso determinaremos el precio del émbolo de la cámara pequeña teniendo en cuenta el precio del material y estimando los costes de fabricación y del molde como un 1000% del precio del material:

$$\begin{aligned} \text{Precio del material por pieza} &= \text{Peso de la pieza} \times \text{Precio por kilo} \\ \text{Precio del material por pieza} &= 0.00336\text{kg/pieza} \times 1.32\text{€/kg} = 0.0041\text{€/pieza} \end{aligned}$$

$$\text{Precio de la pieza} = \text{Precio del material por pieza} + \text{Precio de fabricacion y molde}$$

$$\text{Precio de la pieza} = 0.0041\text{€/pieza} + (0.0041\text{€} \times 10) = 0.045\text{€/pieza}$$

El precio de fabricación de la pieza y del molde ha sido superior al precio del material en los costes calculados de la tapa de la cámara pequeña y el émbolo de la varilla. Por eso hemos decidido presupuestar la fabricación del émbolo en un 1000% del precio del material que la compone.

## 10. Unión entre cámaras

La obtendremos mediante un proceso de inyección, la pieza es de polietileno, lo tendremos en cuenta a la hora de seleccionar la máquina inyectora.

En este caso determinaremos el precio de la cámara teniendo en cuenta el precio del material y estimando los costes de fabricación y del molde como un 1000% del precio del material:

$$\begin{aligned} \text{Precio del material por pieza} &= \text{Peso de la pieza} \times \text{Precio por kilo} \\ \text{Precio del material por pieza} &= 0.00218\text{kg/pieza} \times 0.9\text{€/kg} = 0.001962\text{€/pieza} \end{aligned}$$

$$\text{Precio de la pieza} = \text{Precio del material por pieza} + \text{Precio de fabricacion y molde}$$

$$\text{Precio de la pieza} = 0.001962\text{€/pieza} + (0.001962\text{€} \times 10) = 0.0216\text{€/pieza}$$

El precio de fabricación de la pieza y del molde ha sido superior al precio del material en los costes calculados de la tapa de la cámara pequeña y el émbolo de la varilla. Por eso hemos decidido presupuestar la fabricación de la unión entre cámaras en un 1000% del precio del material que la compone.

## 11. Cámara grande

Esta pieza la obtendremos del mismo proveedor que la cámara pequeña (Lumetal), consultando su catálogo encontramos tubos de aluminio a 2.23€ el metro si hacemos un encargo de entre 22 y 34 piezas (el máximo permitido por la página web), en caso de tratarse de un pedido mayor deberemos contactar con la empresa para un mayor descuento por pieza.

Las piezas tienen una longitud de 6m y su precio de venta es de 13.40€ cada una si hacemos un encargo de entre 22 y 34 piezas. La empresa nos ofrecerá un descuento mayor debida la magnitud de nuestro pedido, en la página web podemos encontrar una sección de contacto con la empresa en caso de solicitar un pedido superior a 34 piezas.

También deberemos suponer una subida de precio asociada al corte de las piezas, Lumetal ofrece la posibilidad de encargar piezas a medida. Igualaremos este aumento de precio a la rebaja que tendremos por nuestro abultado pedido.

De este modo los cálculos procederán de la siguiente forma:

$$N^{\circ} \text{ de piezas por pieza} = \frac{\text{Longitud de la barra}}{\text{Longitud de una pieza}}$$

$$N^{\circ} \text{ de piezas por barra} = \frac{6000\text{mm}}{215\text{mm}} = 27.91 \text{ piezas}$$

Los decimales reflejados en el número de piezas por barra nos indican que con una barra podríamos hacer 27 piezas completas y el 91% de otra. Lógicamente, despreciaremos este 0.91, asumiremos que desaparecerá a la hora de realizar los cortes.

Así pues, podemos determinar que obtendremos 27 piezas por cada barra encargada.

$$N^{\circ} \text{ de barras necesarias} = \frac{N^{\circ} \text{ de piezas necesario}}{N^{\circ} \text{ de piezas por barra}}$$

$$N^{\circ} \text{ de barras necesario} = \frac{10000 \text{ piezas}}{27 \text{ piezas}} = 370.37 \text{ barras}$$

Igual que en el caso anterior, el 0.37 sobrante nos supondrá tener que comprar una barra de más, que no aprovecharemos en su totalidad. Tendremos que encargar 371 barras de 6m de longitud, cortadas en segmentos de 215mm.

$$\text{Precio total de las barras} = N^{\circ} \text{ de barras} \times \text{Precio por barra}$$

$$\text{Precio total de las barras} = 371 \text{ barras} \times 13.40\text{€/barra} = 4971.4\text{€}$$

$$\text{Precio por pieza} = \frac{\text{Precio total de las barras}}{N^{\circ} \text{ de piezas}}$$

$$\text{Precio por pieza} = \frac{4971.4\text{€}}{10000 \text{ piezas}} = 0.4971\text{€/pieza}$$

Como ya hemos indicado anteriormente, el descuento del pedido anulara el coste del corte de las piezas, por lo que 0.4971€ (a falta del coste de la rosca mecanizada) sería el precio de la cámara pequeña.

## 12. Soporte de la válvula

La obtendremos mediante un proceso de inyección, la pieza es de polietileno, lo tendremos en cuenta a la hora de seleccionar la máquina inyectora.

En este caso determinaremos el precio del soporte teniendo en cuenta el precio del material y estimando los costes de fabricación y del molde como un 1000% del precio del material:

$$\text{Precio del material por pieza} = \text{Peso de la pieza} \times \text{Precio por quilo}$$

$$\text{Precio del material por pieza} = 0.00442\text{kg/pieza} \times 0.9\text{€/kg} = 0.003978\text{€/pieza}$$

$$\text{Precio de la pieza} = \text{Precio del material por pieza} + \text{Precio de fabricacion y molde}$$

$$\text{Precio de la pieza} = 0.003978\text{€/pieza} + (0.003978\text{€} \times 10) = 0.0438\text{€/pieza}$$

El precio de fabricación de la pieza y del molde ha sido entre 14 y 16 veces superior al precio del material en los costes calculados de la tapa de la cámara pequeña y el émbolo de la

varilla. Por eso hemos decidido presupuestar la fabricación de la cámara de descompresión en un 1000% del precio del material que la compone.

### 13. Válvula

La obtendremos mediante un proceso de inyección, la pieza es de caucho, así que tendremos que comprar una máquina de inyección para elastómeros (caucho). Las únicas piezas que moldearemos en caucho serán la válvula, el émbolo de la cámara pequeña y el mango, las dos juntas tóricas se encargarán a un proveedor externo.

En este caso determinaremos el precio de la válvula teniendo en cuenta el precio del material y estimando los costes de fabricación y del molde como un 1000% del precio del material:

$$\begin{aligned} \text{Precio del material por pieza} &= \text{Peso de la pieza} \times \text{Precio por quilo} \\ \text{Precio del material por pieza} &= 0.00048\text{kg/pieza} \times 1.32\text{€/kg} = 0.0005544\text{€/pieza} \end{aligned}$$

$$\text{Precio de la pieza} = \text{Precio del material por pieza} + \text{Precio de fabricacion y molde}$$

$$\text{Precio de la pieza} = 0.0005544\text{€/pieza} + (0.0005544\text{€} \times 10) = 0.0061\text{€/pieza}$$

El precio de fabricación de la pieza y del molde ha sido entre 14 y 16 veces superior al precio del material en los costes calculados de la tapa de la cámara pequeña y el émbolo de la varilla. Por eso hemos decidido presupuestar la fabricación de la válvula en un 1000% del precio del material que la compone.

### 14. Muelle

Esta pieza se obtendrá de un proveedor externo (Sodemann) y se fabricará en acero inoxidable.

### 15. Cámara de descompresión

La obtendremos mediante un proceso de inyección, la pieza es de polietileno, lo tendremos en cuenta a la hora de seleccionar la máquina inyectora.

En este caso determinaremos el precio de la cámara teniendo en cuenta el precio del material y estimando los costes de fabricación y del molde como un 1000% del precio del material:

$$\begin{aligned} \text{Precio del material por pieza} &= \text{Peso de la pieza} \times \text{Precio por quilo} \\ \text{Precio del material por pieza} &= 0.00755\text{kg/pieza} \times 0.9\text{€/kg} = 0.006795\text{€/pieza} \end{aligned}$$

$$\text{Precio de la pieza} = \text{Precio del material por pieza} + \text{Precio de fabricacion y molde}$$

$$\text{Precio de la pieza} = 0.006795\text{€/pieza} + (0.006795\text{€} \times 10) = 0.075\text{€/pieza}$$

El precio de fabricación de la pieza y del molde ha sido entre 14 y 16 veces superior al precio del material en los costes calculados de la tapa de la cámara pequeña y el émbolo de la varilla. Por eso hemos decidido presupuestar la fabricación de la cámara de descompresión en un 1000% del precio del material que la compone.

### 16. Tapa de descompresión

La obtendremos mediante un proceso de inyección, la pieza es de polietileno, lo tendremos en cuenta a la hora de seleccionar la máquina inyectora.

En este caso determinaremos el precio de la tapa teniendo en cuenta el precio del material y estimando los costes de fabricación y del molde como un 1000% del precio del material:

$$\begin{aligned} \text{Precio del material por pieza} &= \text{Peso de la pieza} \times \text{Precio por quilo} \\ \text{Precio del material por pieza} &= 0.00175\text{kg/pieza} \times 0.9\text{€/kg} = 0.001575\text{€/pieza} \end{aligned}$$

$$\text{Precio de la pieza} = \text{Precio del material por pieza} + \text{Precio de fabricacion y molde}$$

$$\text{Precio de la pieza} = 0.001575\text{€/pieza} + (0.001575\text{€} \times 10) = 0.017\text{€/pieza}$$

El precio de fabricación de la pieza y del molde ha sido entre 14 y 16 veces superior al precio del material en los costes calculados de la tapa de la cámara pequeña y el émbolo de la varilla. Por eso hemos decidido presupuestar la fabricación de la tapa de descompresión en un 1000% del precio del material que la compone.

### 17. Soporte de la cubierta

La obtendremos mediante un proceso de inyección, la pieza es de polietileno, lo tendremos en cuenta a la hora de seleccionar la máquina inyectora.

En este caso determinaremos el precio del soporte teniendo en cuenta el precio del material y estimando los costes de fabricación y del molde como un 1000% del precio del material:

$$\begin{aligned} \text{Precio del material por pieza} &= \text{Peso de la pieza} \times \text{Precio por quilo} \\ \text{Precio del material por pieza} &= 0.01236\text{kg/pieza} \times 0.9\text{€/kg} = 0.011\text{€/pieza} \end{aligned}$$

$$\text{Precio de la pieza} = \text{Precio del material por pieza} + \text{Precio de fabricacion y molde}$$

$$\text{Precio de la pieza} = 0.011\text{€/pieza} + (0.011\text{€} \times 10) = 0.122\text{€/pieza}$$

El precio de fabricación de la pieza y del molde ha sido entre 14 y 16 veces superior al precio del material en los costes calculados de la tapa de la cámara pequeña y el émbolo de la varilla. Por eso hemos decidido presupuestar la fabricación del soporte inferior de la cubierta en un 1500% del precio del material que la compone.

### 18. Cubierta

Se fabricará mediante un proceso de corte por patronaje y posteriores termosellados, no requerirá de maquinaria pesada como hemos observado en otras piezas, se trata de un proceso de fabricación manual.

El material en cuestión será PVC flexible y laminado, tras un proceso de calandrado este se enrollará en longitudes de 100m, con un ancho de 140cm y 0,2cm de grosor. El precio de cada rollo será de 254,10€. Lo encargaremos a la empresa Materials World (21).

Tendremos que diseñar el patronaje que nos permita ahorrar la mayor cantidad de material posible ([ver Anexo VIII](#)). Dado que dividiremos el patronaje en dos tipologías (toroide-costillas y cubierta), tendremos que separar los cálculos:

- Toroide-costillas

Basándonos en la organización del patronaje propuesta ([ver Anexo VIII](#)), encontramos que cada 742mm habrá una estructura de cubierta (2 mitades de toroide y 6 seis mitades de costilla).

Es decir:

$$N^{\circ} \text{ de piezas por lona} = \frac{\text{Longitud de la lona}}{\text{Longitud de lona por pieza}}$$

$$N^{\circ} \text{ de piezas por lona} = \frac{100000\text{mm}}{742\text{mm}} = 134.77 \text{ piezas por lona}$$

Si podemos extraer 134.77 estructuras por lona, quiere decir que obtendremos 134 cúpulas y el 77% de otra, despreciaremos los decimales y nos quedaremos con 134 cúpulas por lona.

Por lo tanto:

$$N^{\circ} \text{ de lonas necesarias} = \frac{N^{\circ} \text{ total de piezas}}{N^{\circ} \text{ de piezas por lona}}$$

$$N^{\circ} \text{ de lonas necesarias} = \frac{10000 \text{ piezas}}{134 \text{ piezas/lona}} = 74.63 \text{ lonas}$$

Igual que en el cálculo anterior, despreciaremos los decimales del resultado, pero en este caso redondearemos para arriba, ya que si no compramos esa última lona no llegaremos tendremos material suficiente para fabricar todas las piezas.

#### - Cúpula

Basándonos en la organización del patronaje propuesta ([ver Anexo VIII](#)), encontramos que cada 1060mm tendremos seis tercios de cúpula, lo que equivale a dos cubiertas, por lo tanto:

$$N^{\circ} \text{ cúpulas por lona} = \frac{\text{Longitud de la lona}}{\text{Longitud ocupada por las piezas de una cúpula}} \times 2$$

$$N^{\circ} \text{ de cúpulas por lona} = \frac{100000\text{mm}}{1060\text{mm}} \times 2 = 188.68 \text{ cúpulas por lona}$$

Si podemos extraer 188.68 cúpulas por lona, quiere decir que obtendremos 188 cúpulas y el 68% de otra, despreciaremos los decimales y nos quedaremos con 188 cúpulas por lona.

Por lo tanto:

$$N^{\circ} \text{ de lonas} = \frac{N^{\circ} \text{ total de piezas}}{N^{\circ} \text{ de piezas por lona}}$$

$$N^{\circ} \text{ de lonas} = \frac{10000 \text{ piezas}}{188 \text{ piezas por lona}} = 53.19 \text{ lonas}$$

Igual que en el cálculo anterior, despreciaremos los decimales del resultado, pero en este caso redondearemos para arriba, ya que si no compramos esa última lona no llegaremos tendremos material suficiente para fabricar todas las piezas. Con estos datos ya podemos calcular el precio total de las lonas, así como el coste unitario de cada cubierta de PVC. Aplicaremos un descuento del 25% al encargo, debida la magnitud de nuestro pedido:

$$\text{Precio total de las lonas} = \text{Precio de una lona} \times N^{\circ} \text{ total de lonas}$$

$$\text{Precio total de las lonas} = (254.10\text{€} \times 0.75) \times (75 + 54) = 24584.175\text{€}$$

$$\text{Precio de una pieza} = \frac{\text{Precio de una lona}}{N^{\circ} \text{ de estructuras por lona}} + \frac{\text{Precio de una lona}}{N^{\circ} \text{ de cúpulas por lona}}$$

$$\text{Precio de una pieza} = \frac{254.1\text{€} \times 0.75}{134 \text{ piezas/lona}} + \frac{254.1\text{€} \times 0.75}{188 \text{ piezas/lona}} = 2.4359\text{€/pieza}$$

## 1.2. Costes de la maquinaria

Para estimar los costes deberemos solventar los gastos de la inversión inicial, esa inversión incluirá la compra de máquinas para el termosellado, inyección de plásticos y otros gastos.

Tipo de Máquina	Función	Nº de máquinas	Precio
Inyectora de plásticos	Inyectar piezas de HDPE	2	100000€
Inyectora de elastómeros	Inyectar piezas de caucho	1	40000€
Máquina de termosellado	Ensamblaje de la cubierta	2	8000€
Otros	Varios	Varios	2000€
		<b>C.U.</b>	<b>15€</b>

TABLA 56. COSTE UNITARIO DE LA MAQUINARIA

### i. Máquinas inyectoras para termoplásticos y termoestables

Necesitaremos máquinas para inyectar las piezas realizadas con polietileno de alta densidad (HDPE):

- Tapa de la cámara pequeña
- Émbolo de la varilla
- Soporte del émbolo
- Unión entre cámaras
- Soporte de la válvula
- Cámara de descompresión
- Tapa de descompresión
- Soporte de la cubierta

Dado que el número de piezas es bastante abultado, compraremos 2 inyectoras. Estimamos el precio de las inyectoras en 80000€ cada una, es decir, 160000€ en total.

### ii. Máquinas de inyección de elastómeros

Necesitaremos máquinas para inyectar las piezas realizadas con caucho:

- Mango
- Émbolo
- Válvula

Pensamos que con una inyectora para elastómeros será suficiente, ya que en este caso no hay tantas piezas de este material. Estimamos que el precio de esta inyectora en 80000€.

### iii. Máquinas de termosellado

Serán necesarias 2 de estas máquinas para poder llevar a cabo el ensamblaje de las cubiertas en un tiempo adecuado (ver Planificación). El precio de estas máquinas será de 10000€, lo que nos dejará un precio total de 20000€.

### iv. Otros

Será necesario comprar otro tipo de cosas, como herramientas de corte y una mesa para el patronaje, ropa de trabajo, luz, agua, etc. Estimaremos un gasto adicional de 5000€

### 1.3. Costes de la mano de obra

Tipo de trabajador	Función	Salario (€/h)	Nº de empleados	Días trabajados (jornada completa)	Coste total (€)
Operario	Inyección de HDPE	5.7€/h	1	56	2553.6€
Operario	Inyección de caucho	5.7€/h	1	30	1368€
Operario	Termosellado de la cubierta	6€/h	4	52	9984€
Recortador de piezas	Dibujar el patronaje y cortar las piezas	6.5€/h	1	21	1092€
Ensamblador	Ensamblaje completo del producto	5.7€/h	1	21	1092€
				<b>C.U.</b>	<b>1.61€</b>

TABLA 57. COSTE UNITARIO DE LA MANO DE OBRA

Si observamos el apartado **Costes**, veremos una estimación de los tiempos de inyección en dos de las piezas de polietileno (tapa de la cámara pequeña y émbolo de la varilla), basándonos en estos tiempos estableceremos un tiempo aproximado de 20s para la inyección de cada pieza, teniendo en cuenta que hay 8 piezas en cada paraguas.

Por lo tanto:

*Tiempo estimado de fabricación de las piezas = Tiempo de fabricación de una pieza × N° de piezas*

*T estimado de fabricación de piezas = 20 segundos × 80000 piezas = 444.44h*

El operario encargado de la máquina de inyección de HDPE tendrá que cumplir 56 días de trabajo.

Por otra parte, el encargado de inyectar el caucho solo tendrá 2 piezas que inyectar, si bien es cierto que una de ellas (Mango) es considerablemente más grande, por lo que a esta pieza en concreto le asignaremos un tiempo de 45 segundos.

*TEF. de las piezas = TF. del mango × N° de piezas + TF. del resto de piezas × N° de piezas*

*TEF. de las piezas = 45 segundos × 10000 piezas + 20 segundos × 20000 piezas = 236.11h*

El operario encargado de la máquina de inyección de elastómeros tendrá que cumplir 30 días de trabajo.

El termosellado de las distintas piezas que conforman la cubierta conllevará mas tiempo, por eso tendremos a 4 empleados dedicándose a esta tarea. Los empleados se agruparán por parejas, ya que algunas de las uniones probablemente requieran la intervención de más de una persona. Asignaremos un tiempo de 5 minutos por cubierta.

*T. estimado de ensamblaje de las cubiertas = Tiempo de fabricación de una cubierta × N° de cubiertas*

$T. estimado de fabricación de las cubiertas = 3000 segundos \times 10000 piezas = 833.33h$

Como contaremos con dos parejas trabajando al mismo tiempo este tiempo se reducirá a la mitad, por lo que cada pareja de operarios deberá trabajar 416.67h, lo que equivale a 52 días de trabajo.

Marcar y recortar las piezas es una tarea que requiere especialización y experiencia, por lo que tendrá un mayor peso económico. Estimaremos un tiempo de 1 minuto para recortar las piezas que conforman una cubierta completa. Esto supondrá un tiempo de 167h (21 días)

El ensamblador solo tendrá que encargarse del montaje de las piezas del hinchador, la cubierta ya se habrá sido ensamblada por los operarios encargados del termosellado. Supondremos que el ensamblaje de cada hinchador le llevará 1 minuto, esto supondrán 167h (21 días) de trabajo.

## 2. Costes de fabricación y producción

### 2.1. Costes directos

Costes	Subtotal
Coste de las piezas	9.17€
Coste de la mano de obra	1.61€
<b>C.D.</b>	<b>10.78€</b>

**TABLA 58. COSTES DIRECTOS**

Añadiremos unos costes de distribución a los costes directos, esto abarcará tanto los embalajes, como el packaging en el punto de venta y el transporte de la mercancía. Estimaremos este coste en unos 2000€, lo que supondrá un precio unitario de 0.2€ (Tabla 21).

### 2.2. Precio de venta al comercio

Tendremos que añadir los Costes indirectos, Costes de Marketing y Distribución y el Beneficio Industrial. Todos estos precios se calculan a partir de los Costes Directos (Tabla 22):

- Para estimar los costes indirectos les asignaremos una ratio del 10% de los costes directos.
- Para estimar los Costes de distribución y marketing, les asignaremos una ratio del 20% de la suma total de C.D. y C.I.
- Finalmente sumamos todos estos valores y añadimos el beneficio que queremos adquirir, aplicaremos un beneficio del 35%.

La suma de todos estos costes nos dará el precio de venta a los comercios, donde estos añadirán su beneficio.

Costes	Subtotal
Costes directos	10.78€
Costes Indirectos (10% de C.D.)	1.08€
Costes de distribución y marketing (20% de C.D.+C.I.)	2.37€
Beneficio industrial (35% de C.D.+C.I.+C.D.M.)	4.98€
<b>Precio de venta al comercio (PVP)</b>	<b>19.21€</b>

**TABLA 59.** PRECIO DE VENTA A LOS COMERCIOS

Nuestro precio de venta a los comercios será de 19.21€, pero esto incluye tanto la cubierta como el hinchador, y como ya se indicó en otros apartados, pretendemos vender los subconjuntos por separado.

De modo que:

*Coste directo de la cubierta = Coste de las piezas + Coste de los empleados encargados de la cubierta*

*Coste directo de la cubierta = 0.122€/pieza + 2.4359€/pieza + 1.175€ = 3.73€/pieza€*

Para calcular el precio a los comercios equivalente, tendremos que:

*Precio de la cubierta a los comercios =  $\frac{\text{Coste directo de la cubierta}}{\text{Precio total de venta a los comercios}} \times \text{Coste directo total}$*

*Precio de la cubierta a los comercios =  $\frac{3.73€/pieza}{10.78€} \times 19.21€/pieza = 6.65€/pieza$*

Cuando el paraguas sufra un percance, la pieza que necesitará reponerse probablemente sea la cubierta, subiremos el precio de esta a 8€, los 11.21€ restantes corresponderán al precio del hinchador. De modo que cuando el paraguas se rompa podremos “comprar otro” por este precio (más el beneficio que estime el comercio). Dicho precio será inferior al coste medio actual del mercado por un paraguas de una gama similar.

### 3. Viabilidad y cálculo anual

Se ha estimado que las ventas serán de 10000 paraguas cada año, 10000 unidades el primer año y 10000 el segundo. Teniendo en cuenta los costes calculados, podremos averiguar la rentabilidad de nuestro producto:

*Rentabilidad =  $\frac{\text{Beneficio Neto}}{\text{Inversión}} = \frac{\text{Beneficio industrial unitario} \times \text{Nº de productos}}{\text{Costes de la maquinaria}}$*

*Rentabilidad =  $\frac{4.98€ \times 10000 \text{ paraguas}}{150000€} = 0.332$*

Esto significa que nuestro producto no será rentable en los tres primeros años. Tan solo recuperaremos un 33.2% de la inversión inicial cada año (estimando un mismo número de unidades vendidas al año).

Vendiendo esta misma cantidad de productos cada año, necesitaríamos 3 años de flujo negativo para, el cuarto año, comenzar a obtener beneficios (Tabla.60). Esto podría cambiar en caso de haber una variación en el número de productos fabricados o en el número de ventas.

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Inversiones	150000	2000	2000	2000
Unidades vendidas	10000	10000	10000	10000
Gastos	142300	142300	142300	142300
Ingresos	192100	192100	192100	192100
Beneficios	49800	49800	49800	49800
<b>VAN</b>	<b>-100200€</b>	<b>-52400€</b>	<b>-4600€</b>	<b>45200€</b>

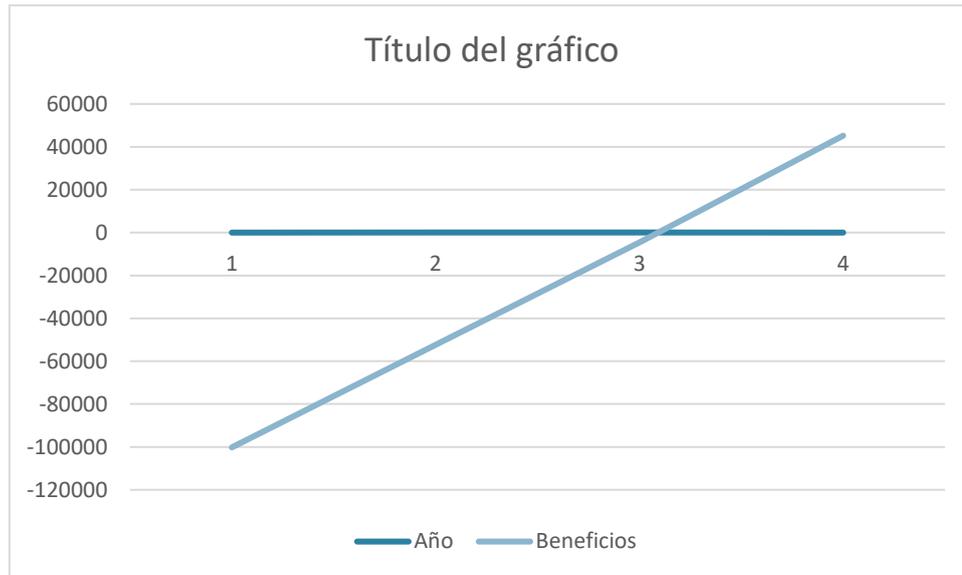
**TABLA 60.** CÁLCULO DE GANANCIAS ANUAL

## 4. Conclusiones

Como es habitual en un nuevo negocio, en los primeros años no obtendremos beneficios, en este tiempo iremos recuperando la inversión inicial. También añadiremos gastos extra (2000€) cada año en concepto de variables (*Tabla.60*).

Asumimos que cada año (10000 piezas) se renovarán los moldes, por lo que podremos mantener el mismo gasto en las piezas que calculamos el primer año.

A continuación (*Gráfico.3*), mostraremos un gráfico en el que se representa la previsión de beneficios a lo largo de los primeros 4 años:



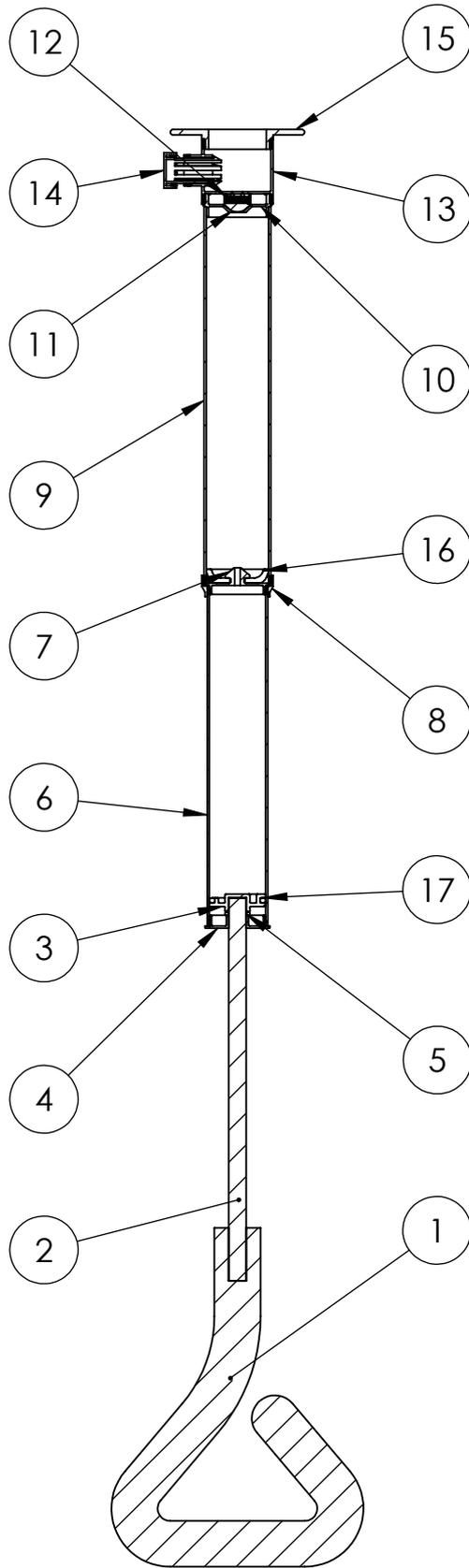
**GRÁFICO 9.** PREVISIÓN DE BENEFICIOS

El precio final de nuestro producto será de 8€ por la cubierta y 11.21€ por el hinchador. Si la previsión de ventas se cumple empezaremos a tener beneficios a partir de los 3 años y un mes aproximadamente.



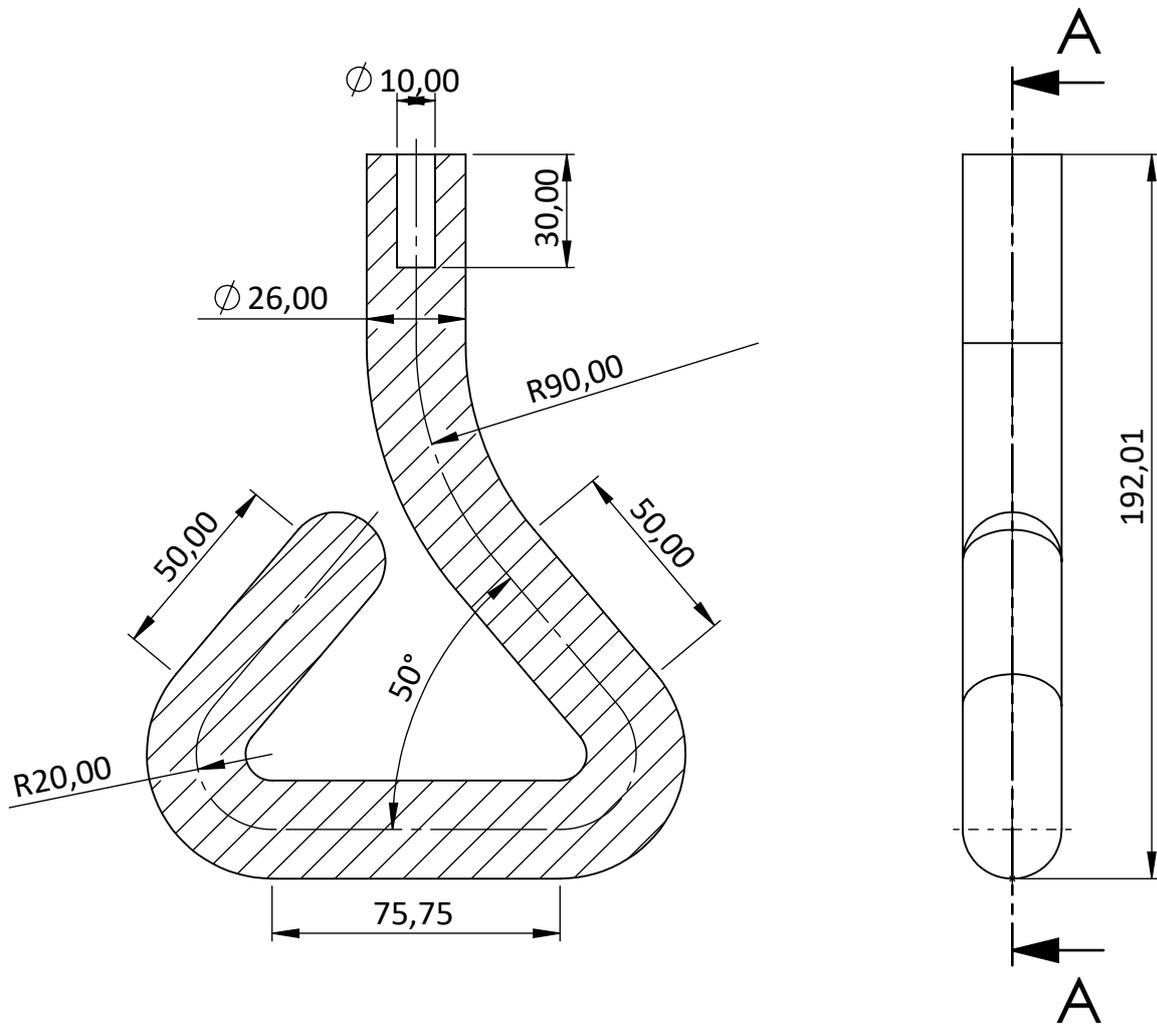
# Planos

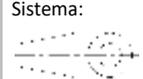


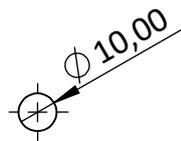
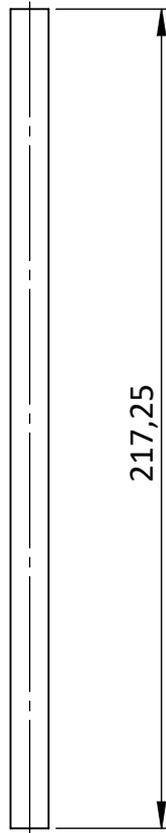


Junta tórica grande	17
Émbolo de la cámara pequeña	16
Soporte de la cubierta	15
Tapa de descompresión	14
Cámara de descompresión	13
Muelle	12
Válvula	11
Soporte de la válvula	10
Cámara grande	9
Unión entre cámaras	8
Soporte del émbolo	7
Cámara pequeña	6
Junta tórica pequeña	5
Tapa de la cámara pequeña	4
Émbolo de la varilla	3
Varilla	2
Mango	1
<b>Denominación</b>	<b>Marca</b>

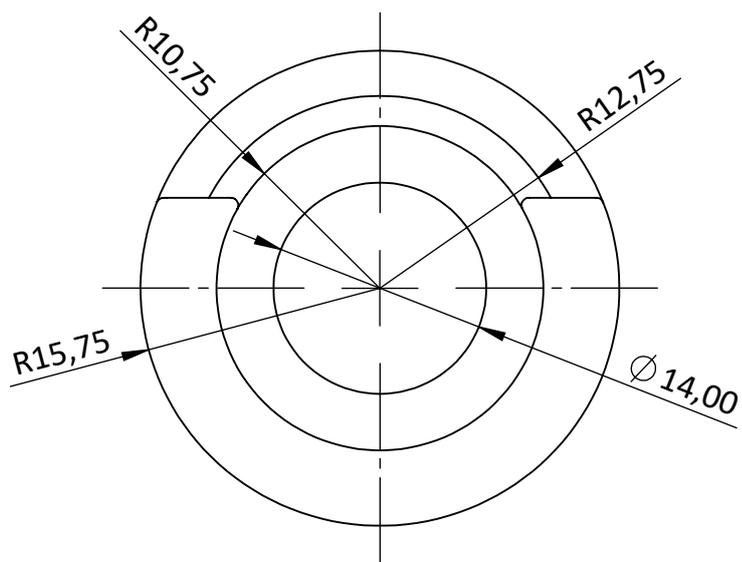
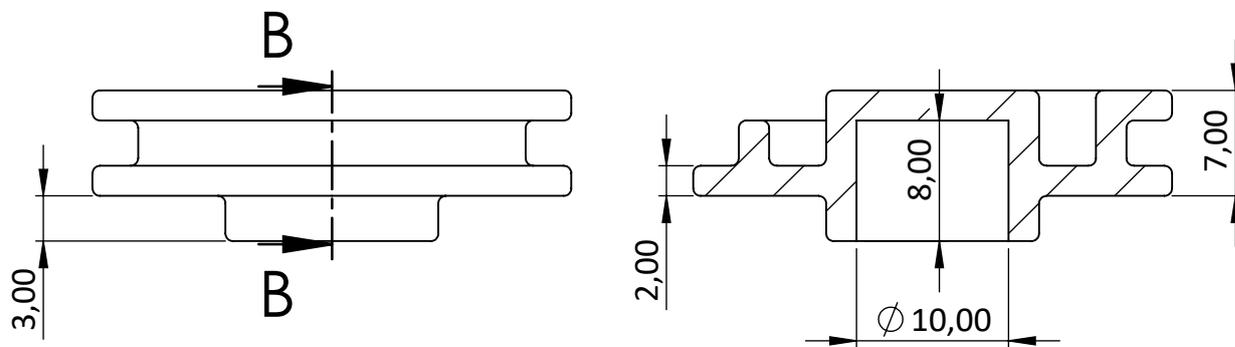
Unidades: mm	Escala: 1:5	Título: Ensamblaje hinchador	Formato: A4	Nº de plano: 1
	Sistema:	Apellidos, Nombre: Soro Pastor, Joan Baptiste	Fecha: 30/06/19	Nº de hoja: 1
		Tutor/a responsable: Piquer Vicent, Ana María		



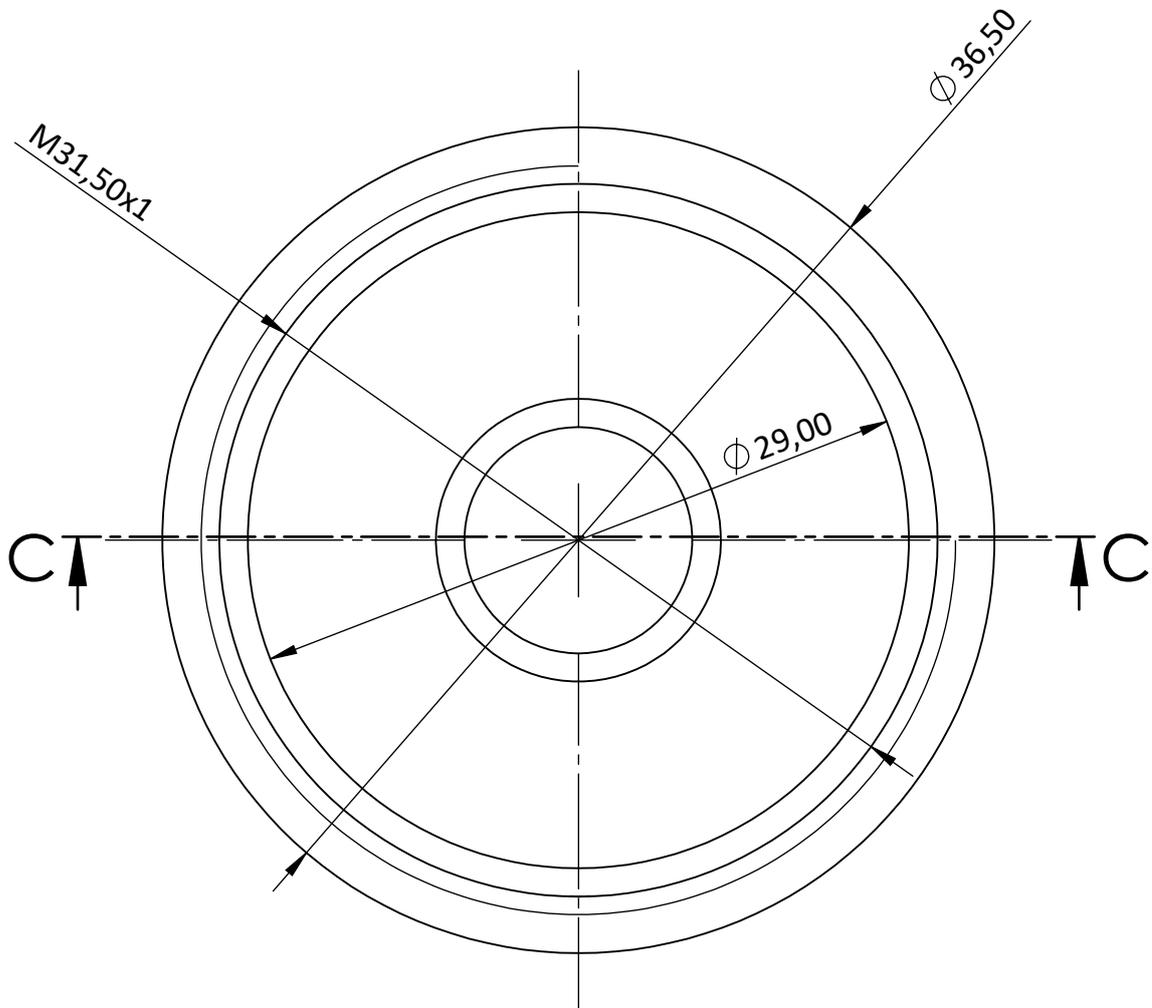
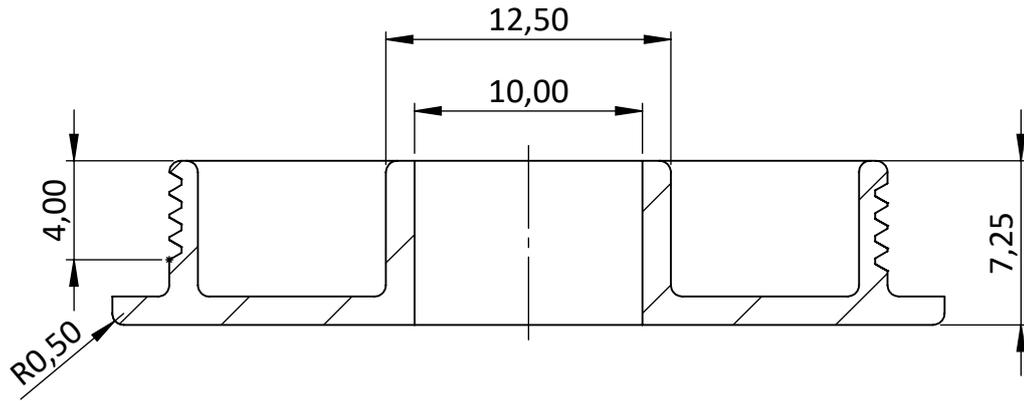
Unidades: mm	Escala: 1:2	Título: Mango	Formato: A4	Nº de plano: 2
 	Sistema:	Apellidos, Nombre: Soro Pastor, Joan Baptiste	Fecha: 30/06/19	Nº de hoja: 2
		Tutor/a responsable: Piquer Vicent, Ana María		



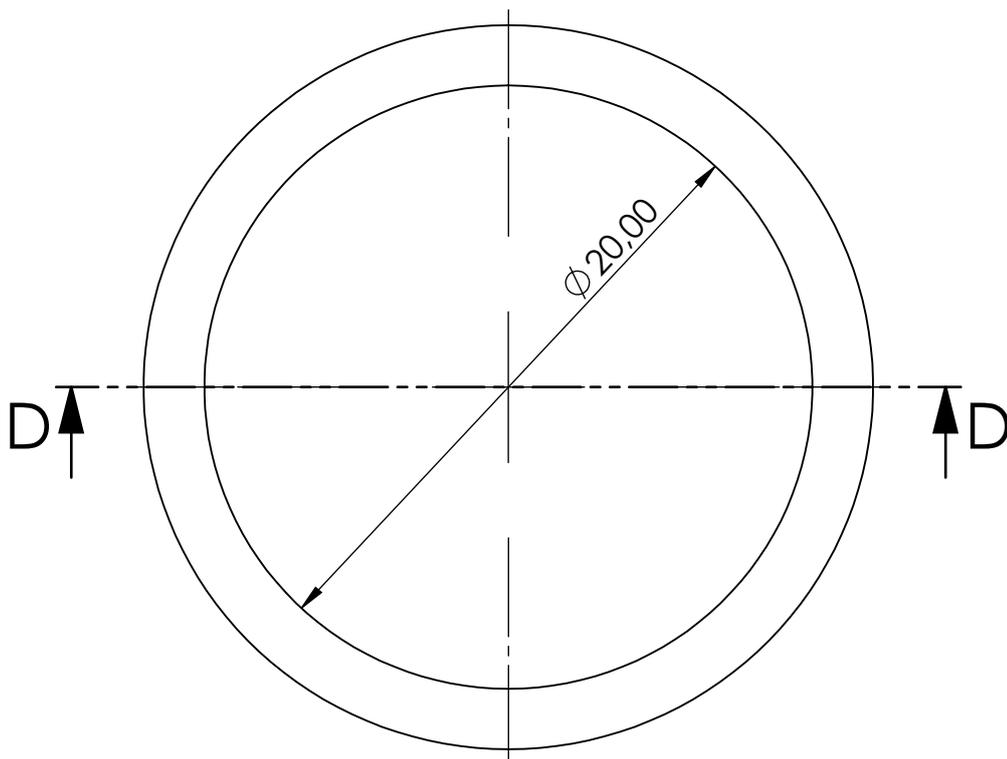
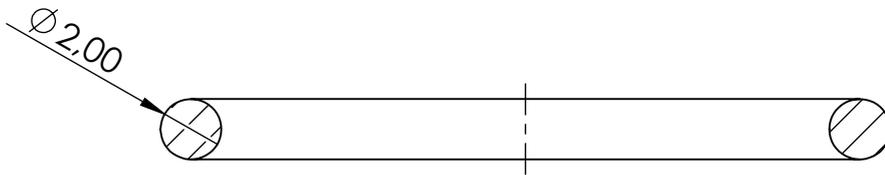
Unidades: mm	Escala: 1:2	Título: Varilla	Formato: A4	Nº de plano: 3
		Apellidos, Nombre: Soro Pastor, Joan Baptiste	Fecha: 30/06/19	Nº de hoja: 3
		Tutor/a responsable: Piquer Vicent, Ana María		



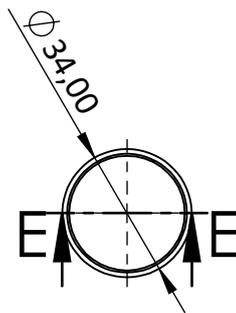
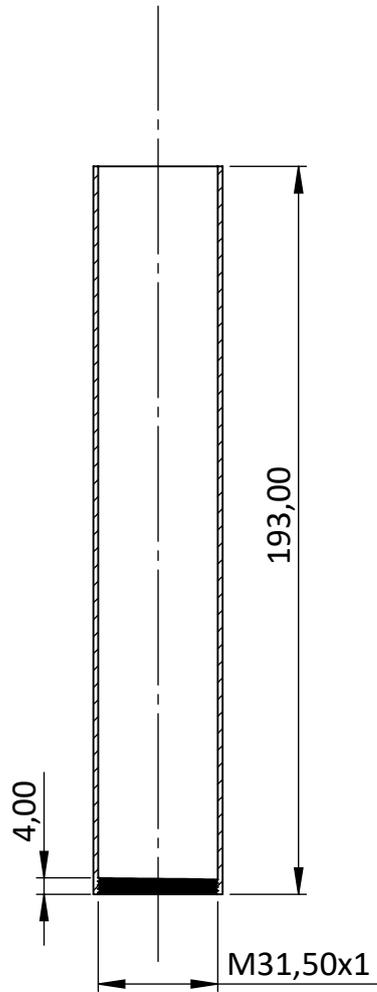
Unidades: mm	Escala: 2:1	Título: Émbolo de la varilla	Formato: A4	Nº de plano: 3
		Apellidos, Nombre: Soro Pastor, Joan Baptiste	Fecha: 30/06/19	Nº de hoja: 3
		Tutor/a responsable: Piquer Vicent, Ana María		

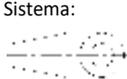


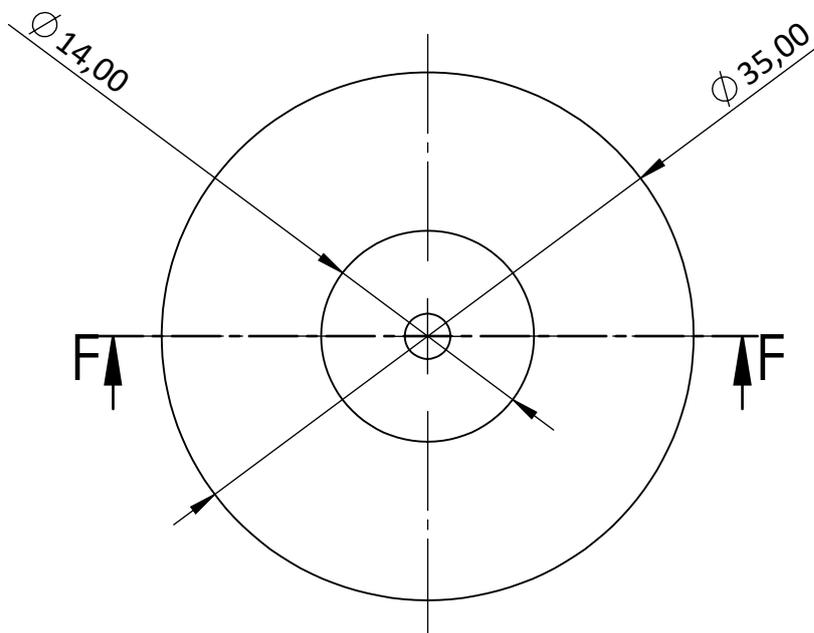
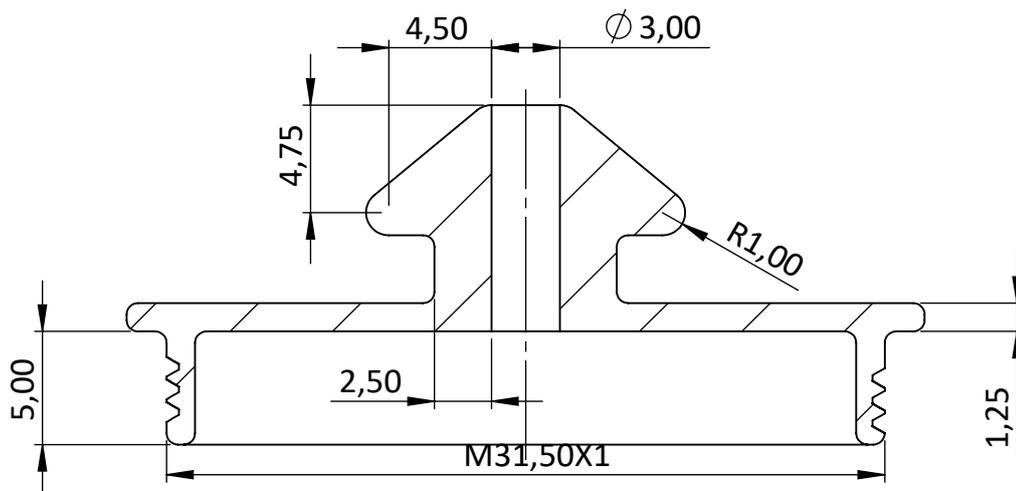
Unidades: mm	Escala: 3:1	Título: Tapa de la cámara pequeña	Formato: A4	Nº de plano: 5
	Sistema:	Apellidos, Nombre: Soro Pastor, Joan Baptiste	Fecha: 30/06/19	Nº de hoja: 5
		Tutor/a responsable: Piquer Vicent, Ana María		

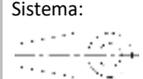


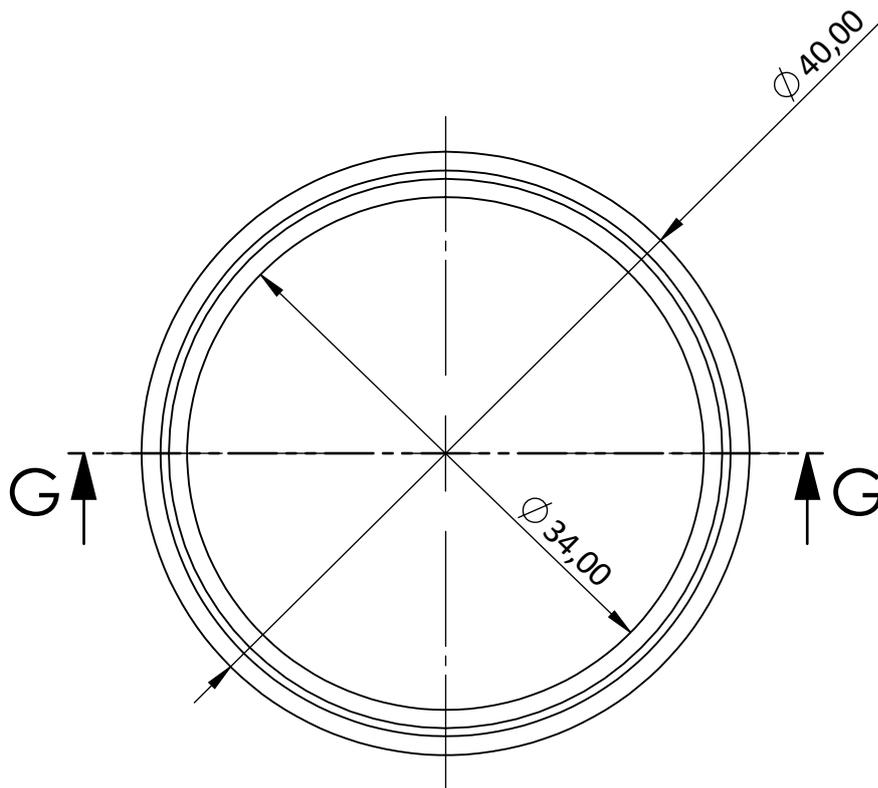
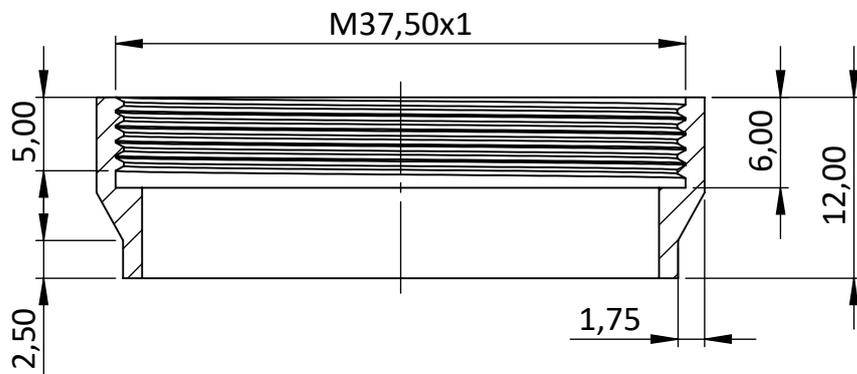
Unidades: mm	Escala: 4:1	Título: Junta tórica pequeña	Formato: A4	Nº de plano: 6
	Sistema:	Apellidos, Nombre: Soro Pastor, Joan Baptiste	Fecha: 30/06/19	Nº de hoja: 6
		Tutor/a responsable: Piquer Vicent, Ana María		

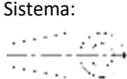


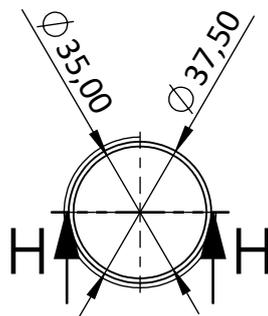
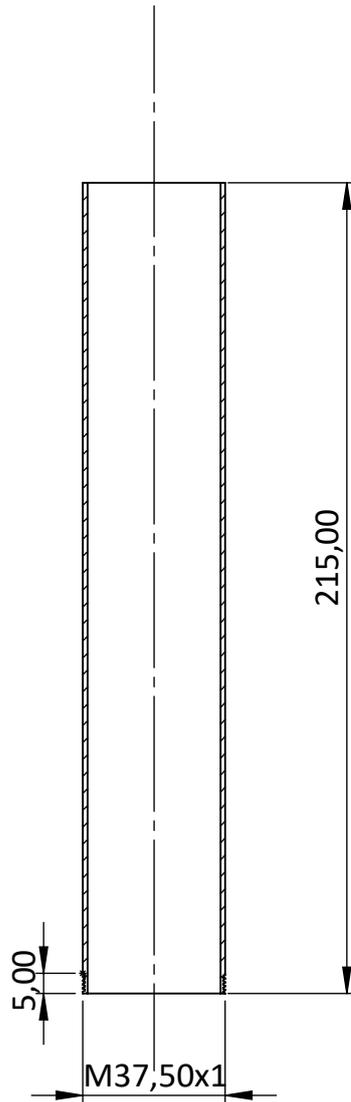
Unidades: mm	Escala: 1:2	Título: Cámara pequeña	Formato: A4	Nº de plano: 7
		Apellidos, Nombre: Soro Pastor, Joan Baptiste	Fecha: 30/06/19	Nº de hoja: 7
		Tutor/a responsable: Piquer Vicent, Ana María		



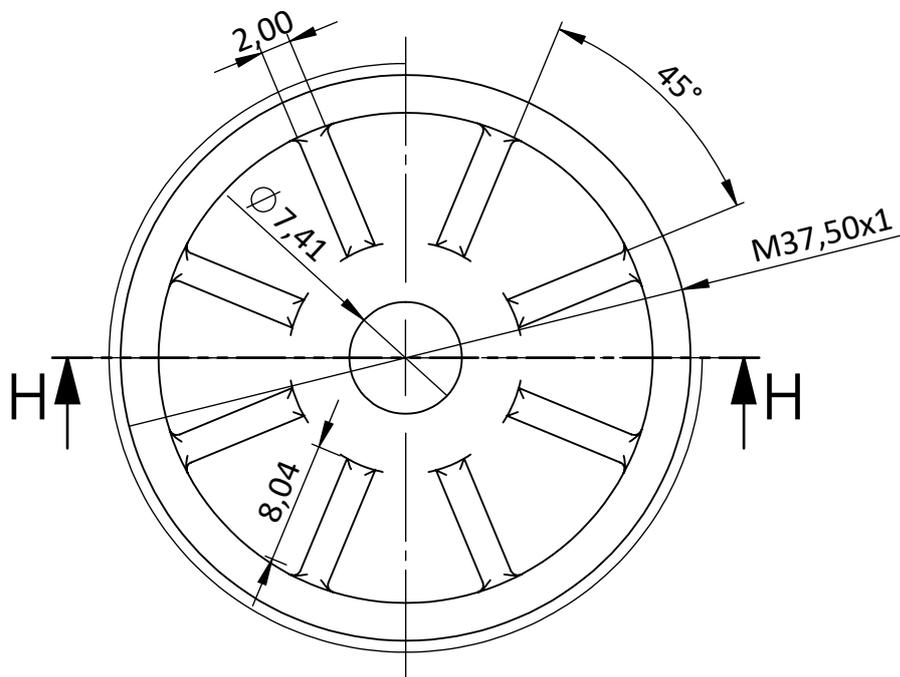
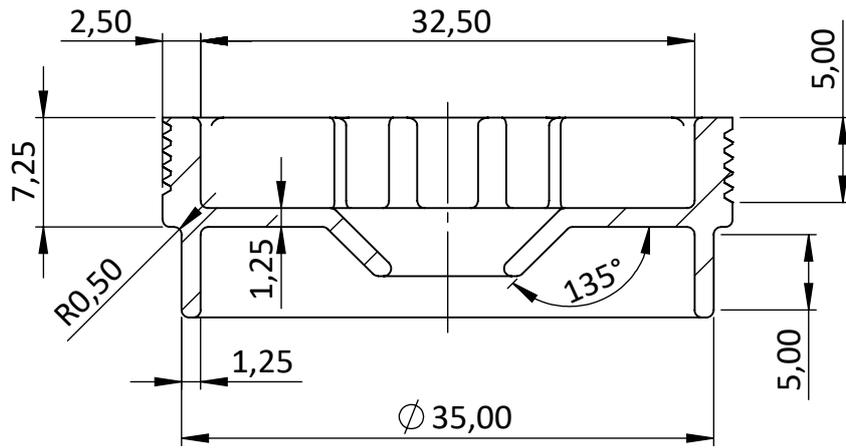
Unidades: mm	Escala: 2:1	Título: Soporte del émbolo	Formato: A4	Nº de plano: 8
		Apellidos, Nombre: Soro Pastor, Joan Baptiste	Fecha: 30/06/19	Nº de hoja: 8
		Tutor/a responsable: Piquer Vicent, Ana María		



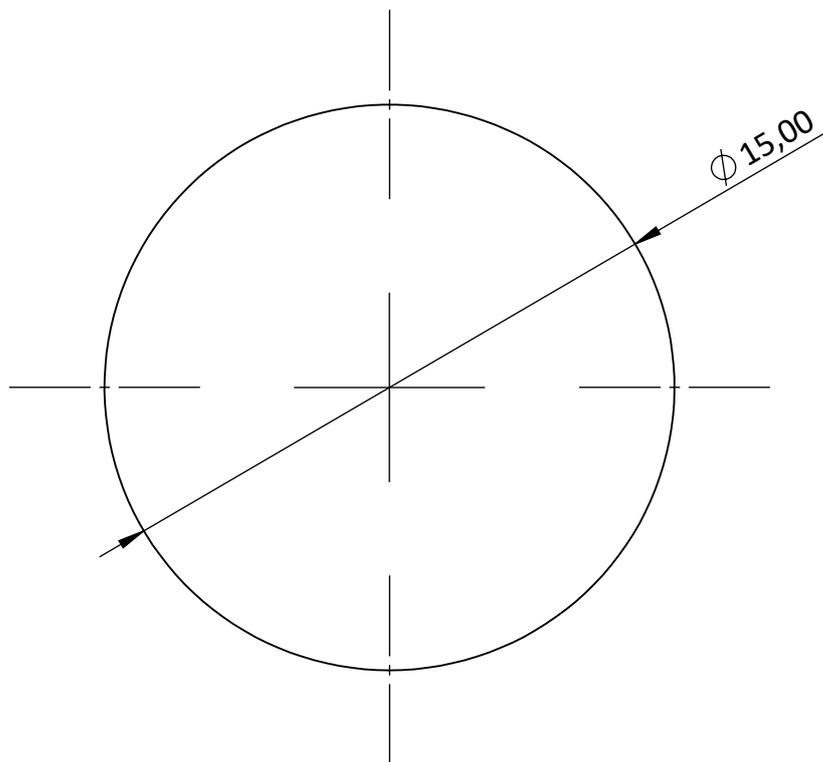
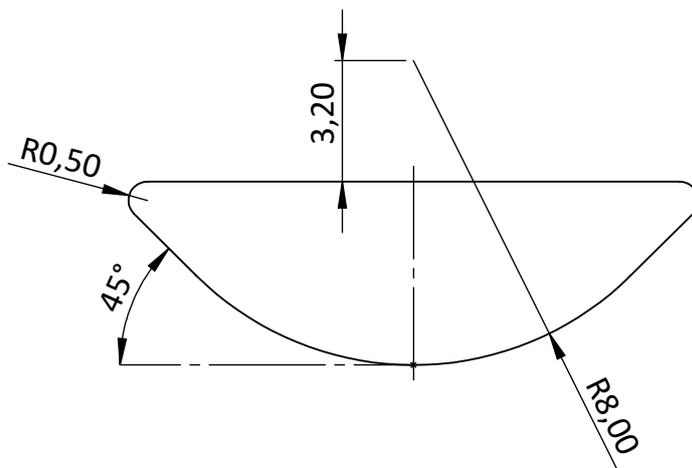
Unidades: mm	Escala: 2:1	Título: Unión entre cámaras	Formato: A4	Nº de plano: 9
		Apellidos, Nombre: Soro Pastor, Joan Baptiste	Fecha: 30/06/19	Nº de hoja: 9
		Tutor/a responsable: Piquer Vicent, Ana María		



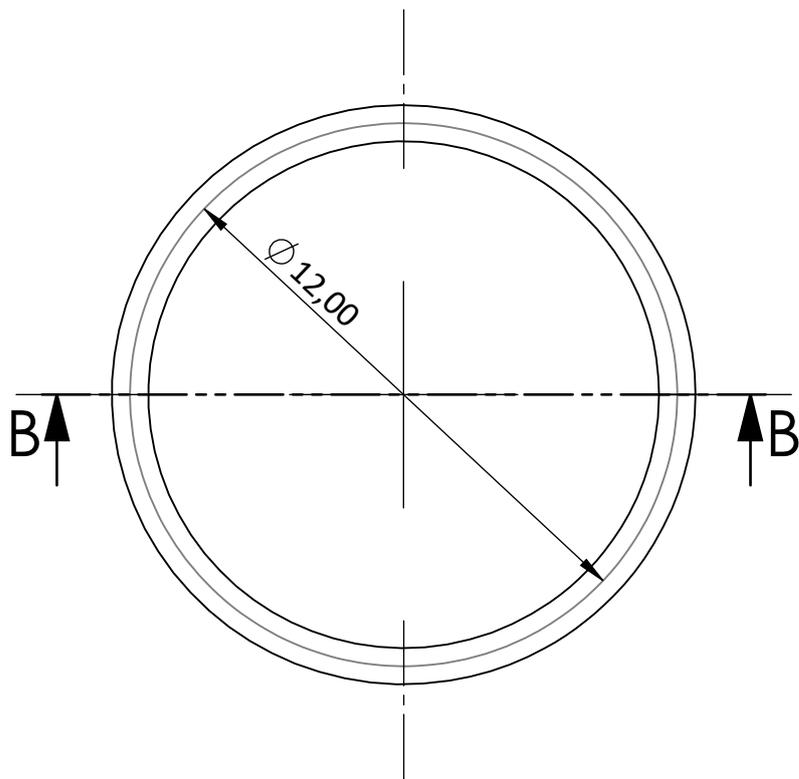
Unidades: mm	Escala: 1:2	Título: Cámara grande	Formato: A4	Nº de plano: 10
		Apellidos, Nombre: Soro Pastor, Joan Baptiste	Fecha: 30/06/19	Nº de hoja: 10
		Tutor/a responsable: Piquer Vicent, Ana María		



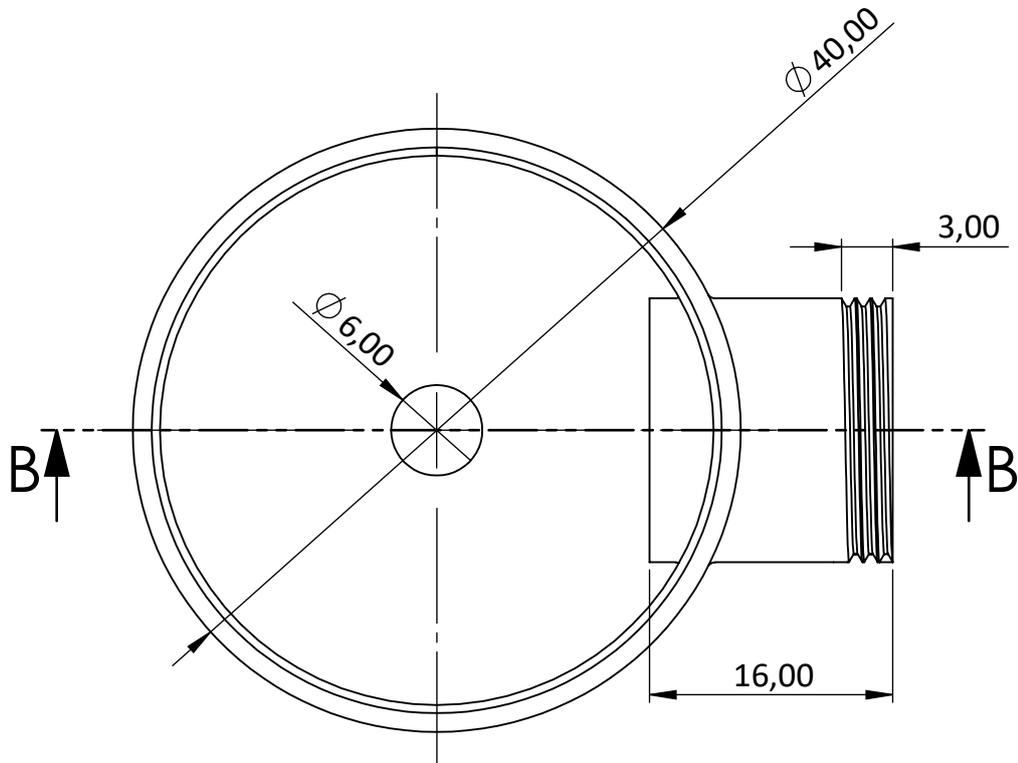
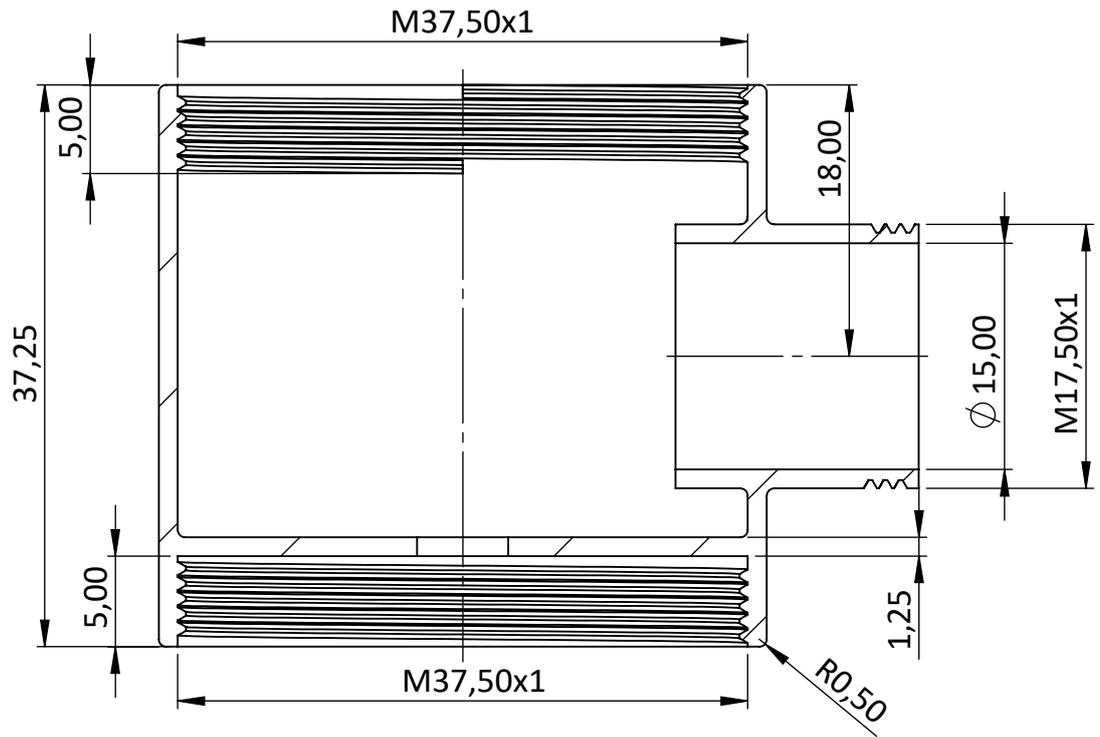
Unidades: mm	Escala: 2:1	Título: Soporte de la válvula	Formato: A4	Nº de plano: 11
	Sistema:	Apellidos, Nombre: Soro Pastor, Joan Baptiste	Fecha: 30/06/19	Nº de hoja: 11
		Tutor/a responsable: Piquer Vicent, Ana María		



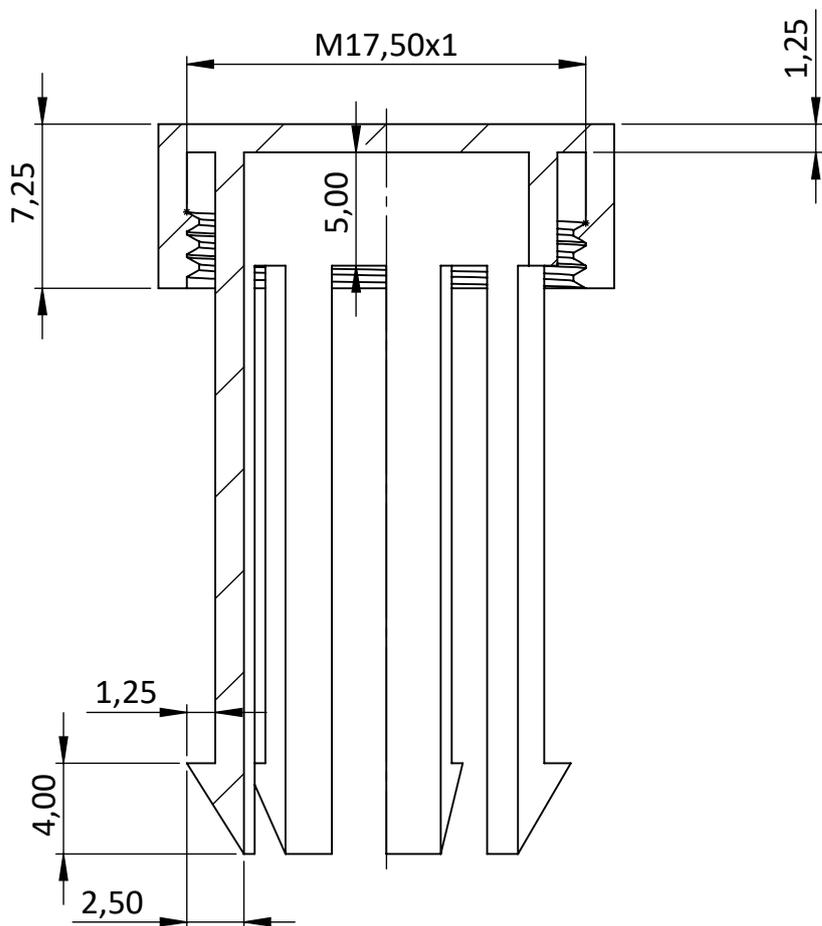
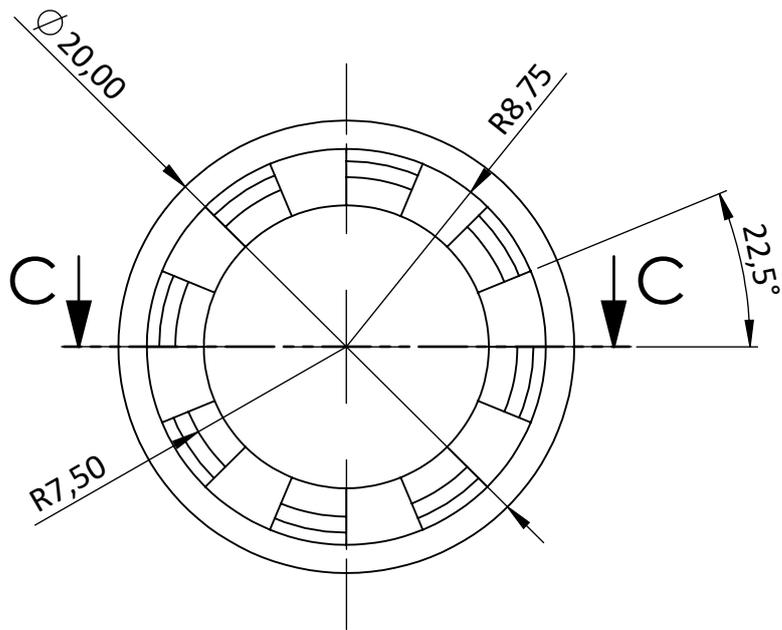
Unidades: mm	Escala: 5:1	Título: Válvula	Formato: A4	Nº de plano: 12
 	Sistema:	Apellidos, Nombre: Soro Pastor, Joan Baptiste	Fecha: 30/06/19	Nº de hoja: 12
		Tutor/a responsable: Piquer Vicent, Ana María		



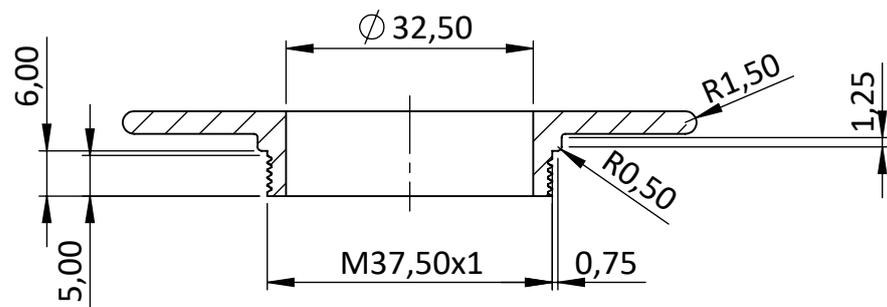
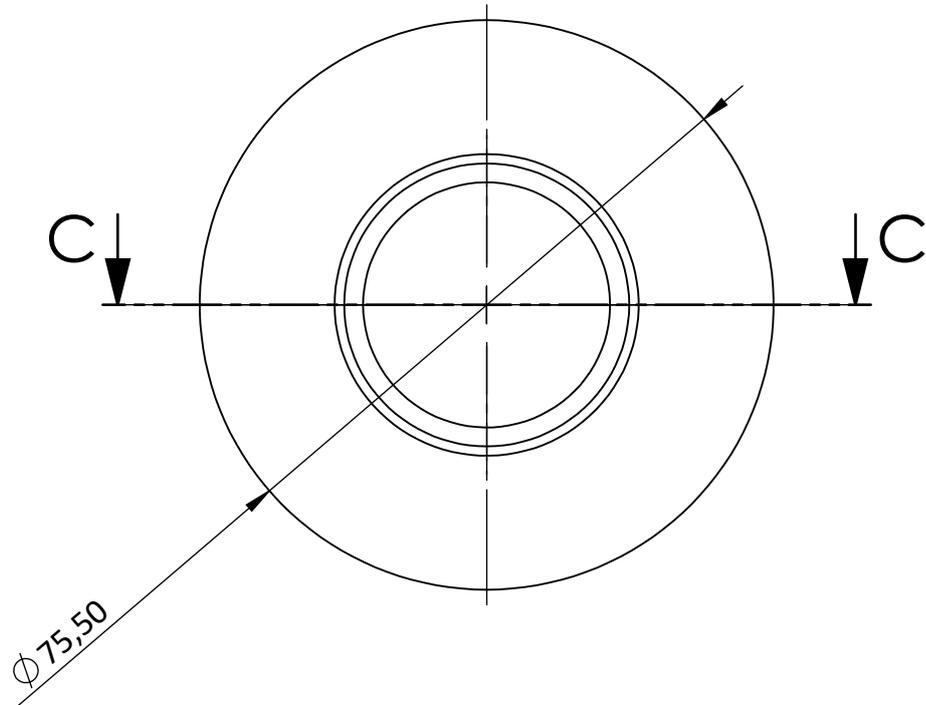
Unidades: mm	Escala: 6:1	Título: Muelle	Formato: A4	Nº de plano: 13
		Apellidos, Nombre: Soro Pastor, Joan Baptiste	Fecha: 30/06/19	Nº de hoja: 13
		Tutor/a responsable: Piquer Vicent, Ana María		



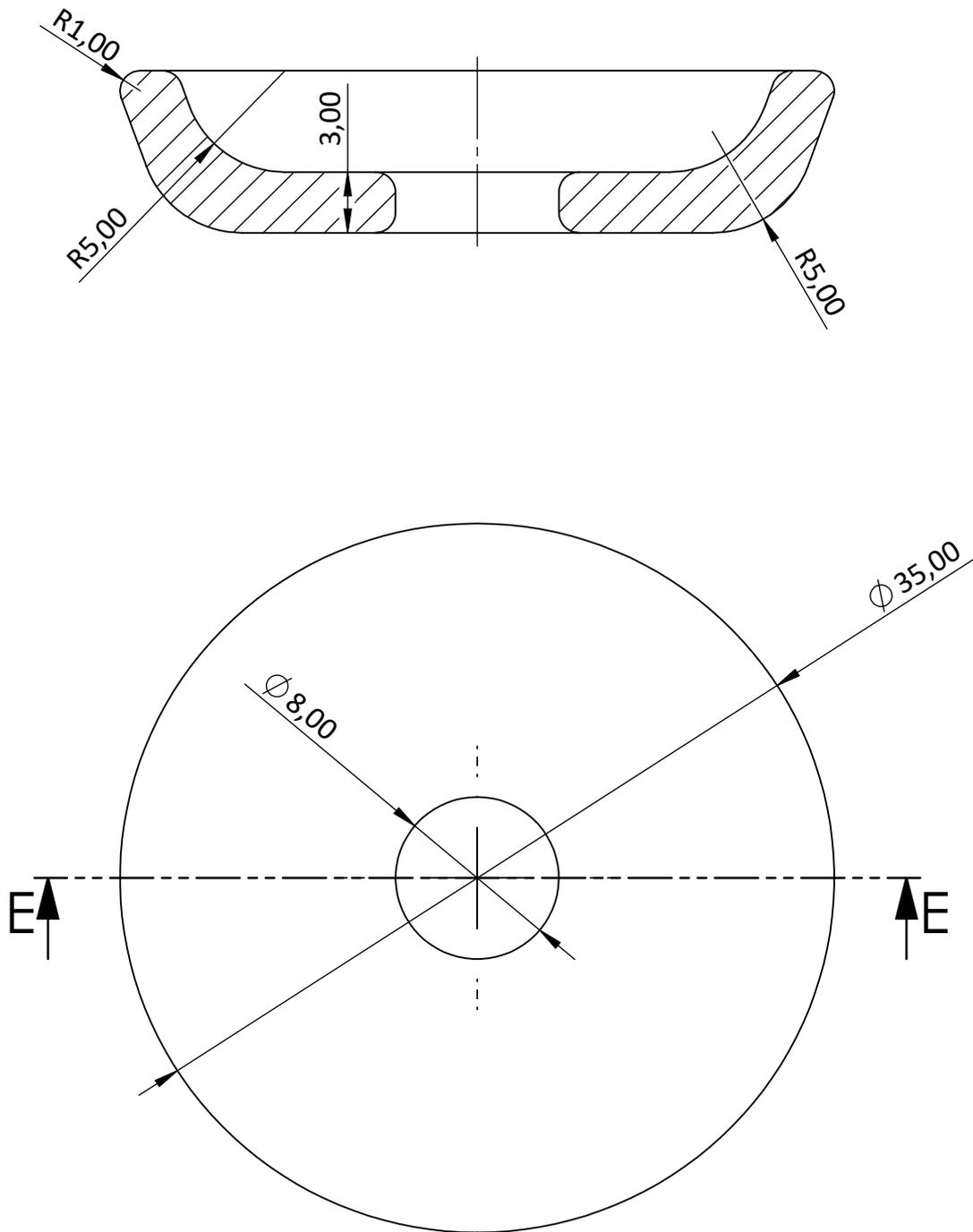
Unidades: mm	Escala: 2:1	Título: Camara de descompresión	Formato: A4	Nº de plano: 14
		Apellidos, Nombre: Soro Pastor, Joan Baptiste	Fecha: 30/06/19	Nº de hoja: 14
		Tutor/a responsable: Piquer Vicent, Ana María		



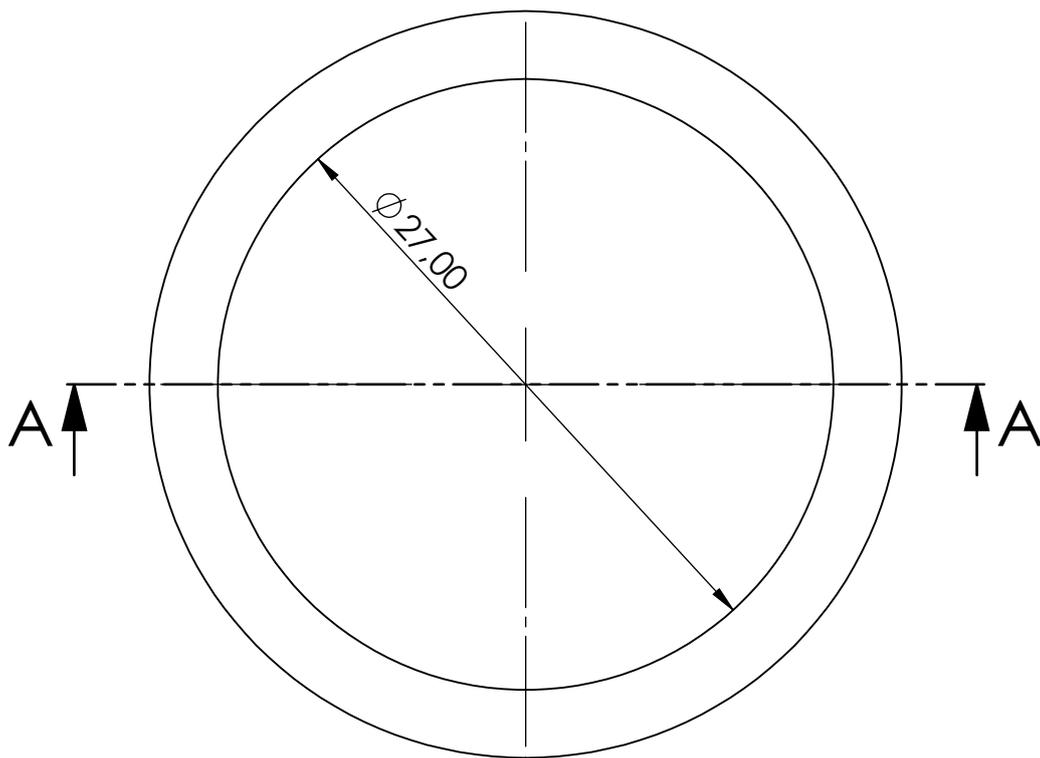
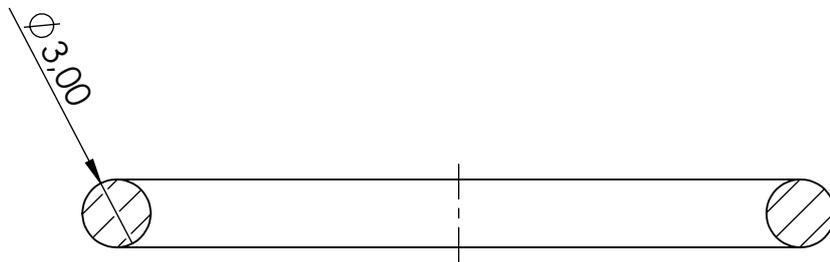
Unidades: mm	Escala: 3:1	Título: Tapa de descompresión	Formato: A4	Nº de plano: 15
	Sistema:	Apellidos, Nombre: Soro Pastor, Joan Baptiste	Fecha: 30/06/19	Nº de hoja: 15
		Tutor/a responsable: Piquer Vicent, Ana María		

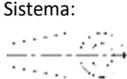


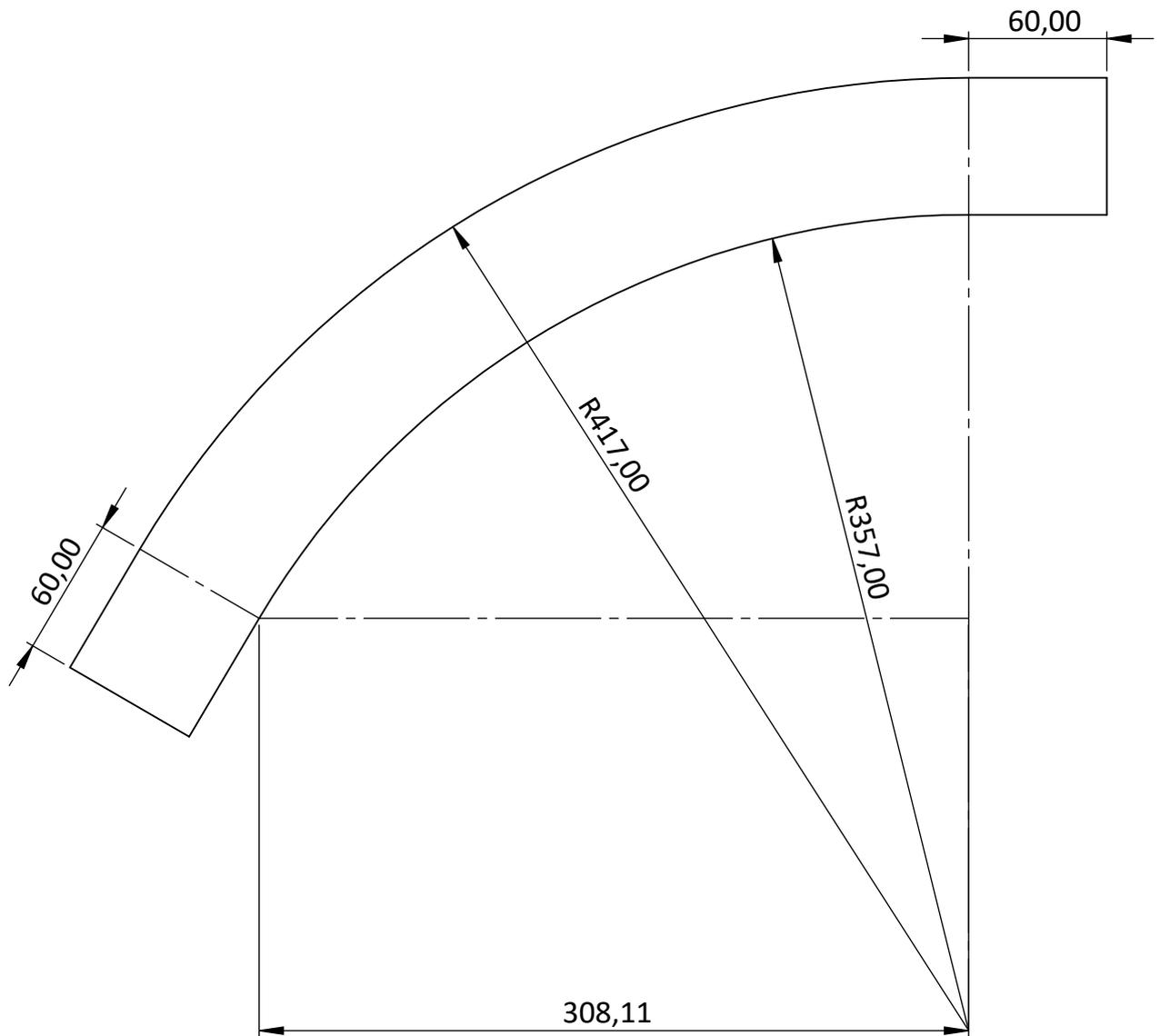
Unidades: mm	Escala: 1:1	Título: Soporte de la cubierta	Formato: A4	Nº de plano: 16
	Sistema:	Apellidos, Nombre: Soro Pastor, Joan Baptiste	Fecha: 30/06/19	Nº de hoja: 16
		Tutor/a responsable: Piquer Vicent, Ana María		



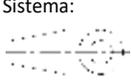
Escala: mm	Escala: 3:1	Título: Émbolo de la cámara pequeña	Formato: A4	Nº de plano: 17
		Apellidos, Nombre: Soro Pastor, Joan Baptiste	Fecha: 30/06/19	Nº de hoja: 17
		Tutor/a responsable: Piquer Vicent, Ana María		

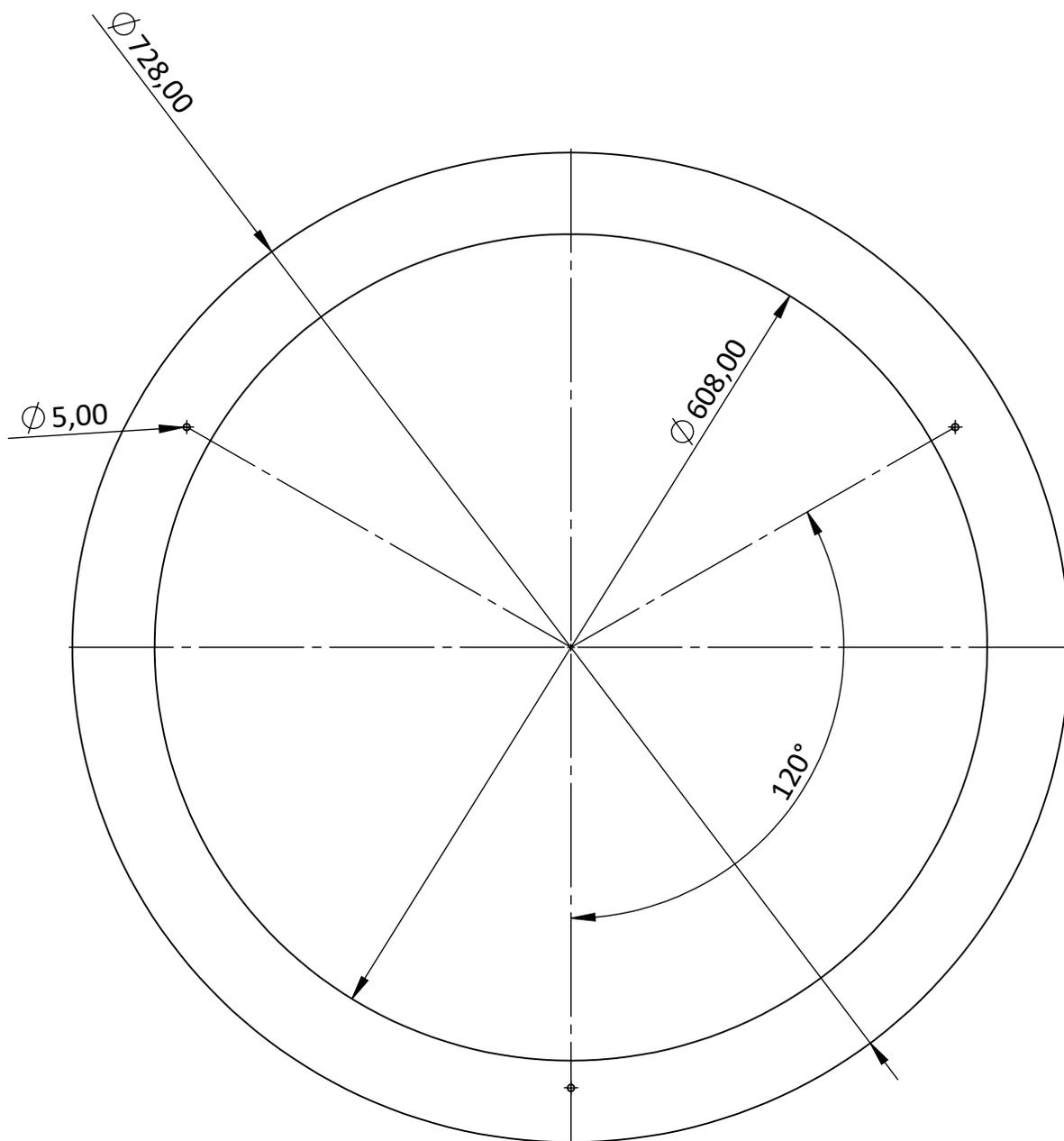


Unidades: mm	Escala: 3:1	Título: Junta tórica grande	Formato: A4	Nº de plano: 18
		Apellidos, Nombre: Soro Pastor, Joan Baptiste	Fecha: 30/06/19	Nº de hoja: 18
		Tutor/a responsable: Piquer Vicent, Ana María		

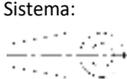


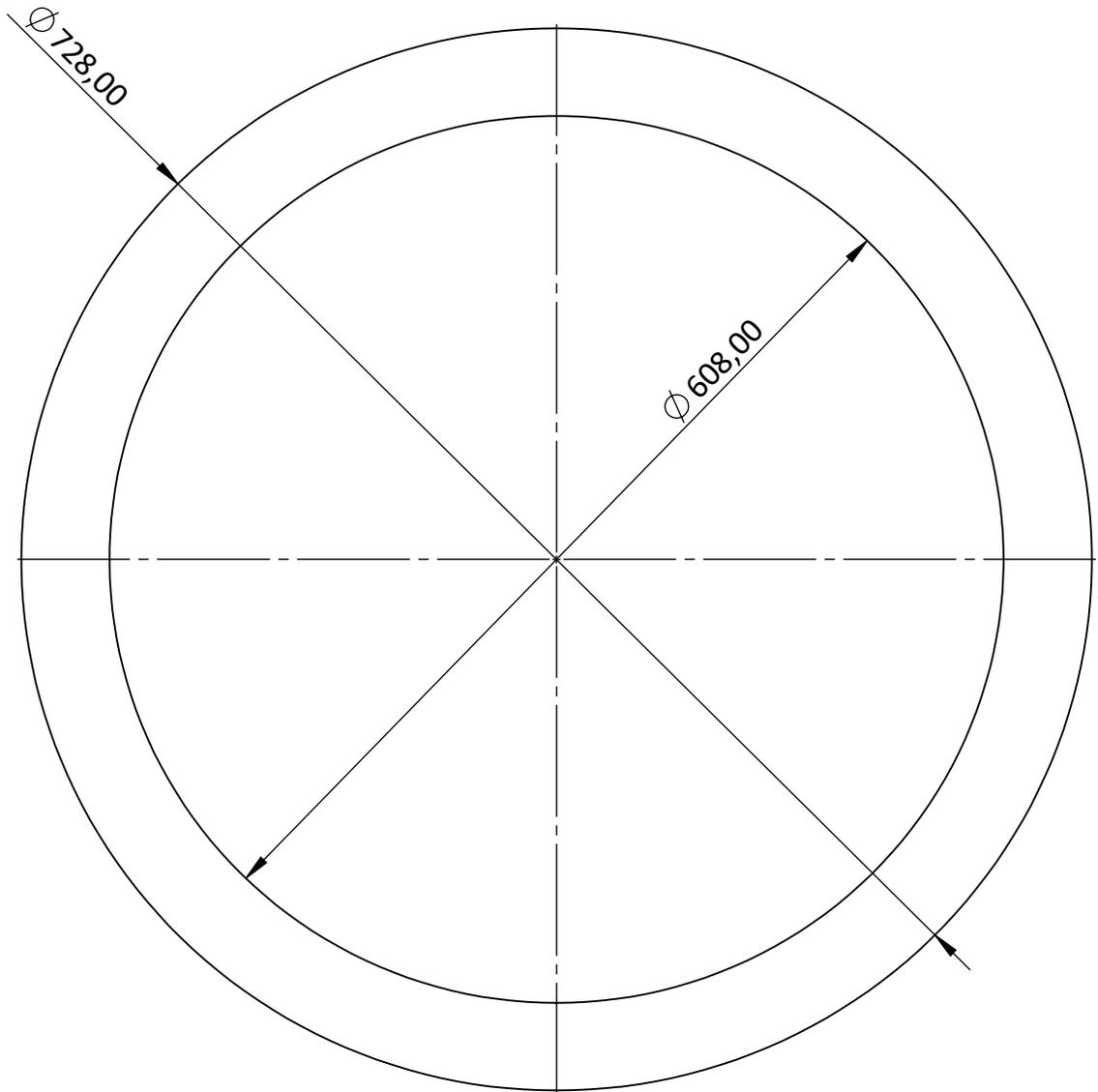
Espe <span style="font-size: small;">sor</span>	0.2
---	-----

Unidades: mm	Escala: 1:3	Título: Patronaje de la costilla de la cubierta	Formato: A4	Nº de plano: 19
		Apellidos, Nombre: Soro Pastor, Joan Baptiste	Fecha: 30/06/19	Nº de hoja: 19
		Tutor/a responsable: Piquer Vicent, Ana María		



Espeor	0.2
--------	-----

Unidades: mm	Escala: 1:5	Título: Patronaje de la mitad superior del toroide	Formato: A4	Nº de plano: 20
		Apellidos, Nombre: Soro Pastor, Joan Baptiste	Fecha: 30/06/19	Nº de hoja: 20
		Tutor/a responsable: Piquer Vicent, Ana María		



Espesor	0.2
---------	-----

Unidades: mm	Escala: 1:5	Título: Patronaje de la mitad inferior del toroide	Formato: A4	Nº de plano: 21
		Apellidos, Nombre: Soro Pastor, Joan Baptiste	Fecha: 30/06/19	Nº de hoja: 21
		Tutor/a responsable: Piquer Vicent, Ana María		