



GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS
INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

Análisis y rediseño para la fabricación de una máquina de café de la marca

Aigostar

Autor: Teresa Beatriz Abati Ruiz

Director: Leon Liebenberg

Madrid

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título Análisis y rediseño para la fabricación de una máquina de café de la marca Aigostar en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el curso académico 2019/20 es de mi autoría, original e inédito y no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Teresa Beatriz Abati Ruiz

Fecha: 13 / 6 / 2020



Autorizada la entrega del proyecto

Leon Liebenberg



Fdo.: Leon Liebenberg

Fecha: 6 / 11 / 2020

AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESIS O MEMORIAS DE BACHILLERATO

1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor D. Teresa Beatriz Abati Ruiz

DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: Análisis y rediseño para la fabricación de una máquina de café de la marca Aigostar, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2º. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

3º. Condiciones de la cesión y acceso

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

- a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar "marcas de agua" o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- b) Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
- d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
- e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
- f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente*).

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

- a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
- d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al

- honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.
 - d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

6°. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a13..... deJunio..... de2020.....

ACEPTA Teresa Beatriz Abati Ruiz

Fdo..........

Motivos para solicitar el acceso restringido, cerrado o embargado del trabajo en el Repositorio Institucional:



GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS
INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

Análisis y rediseño para la fabricación de una máquina de café de la marca

Aigostar

Autor: Teresa Beatriz Abati Ruiz

Director: Leon Liebenberg

Madrid

Análisis y rediseño para la fabricación de una máquina de café de la marca Aigostar

Autor: Abati Ruiz, Teresa Beatriz

Director: Liebenberg, Leon

Entidad Colaboradora: University of Illinois at Urbana-Champaign (UIUC)

RESUMEN DEL PROYECTO

Introducción:

El proyecto está basado en el diseño de manufactura y el diseño de ensamblaje, que son dos áreas de estudio enfocadas al análisis de productos. Permiten analizar los puntos débiles y fuertes del producto y, por consiguiente, las posibilidades de mejora que tiene en su proceso de producción. El principal objetivo de estos instrumentos es encontrar y analizar los aspectos del producto que puedan ser examinados para mejorar la funcionalidad y calidad, así como una reducción de costes y su impacto medioambiental. Los aspectos fundamentales en los que se focaliza este estudio son el proceso de manufactura, los tiempos de ensamblaje, el número de piezas, el costo de fabricación y la satisfacción de los clientes.

Con este marco en mente, el producto que ha sido elegido en este proyecto para ser estudiado ha sido una cafetera de goteo de la marca Aigostar. Esta es una marca de venta internacional especializada en venta de electrodomésticos. La cafetera escogida se vende principalmente en la página web de la marca, así como en Amazon.

Una de las razones primordiales por la que suscitó interés estudiar una cafetera de goteo es porque este electrodoméstico es uno de los más utilizados tanto en uso doméstico como comercial, de hecho, en España el 70% de la población es consumidora de café.

Metodología:

Para iniciar el estudio del producto, se investiga sobre la cafetera de la marca escogida, definiendo sus características y especificaciones técnicas.

A continuación, se procede a desmontar la cafetera, y ver todas las piezas que la componen y de qué manera van unidas para familiarizarse con el producto.

Después, se realiza un estudio de mercado del producto para analizar la repercusión que tienen en el mercado y entre los consumidores, así como su evolución y las previsiones futuras. Además, ver cuáles son las principales marcas competidoras en el mercado. Por otra parte, se realiza una estimación del coste de producción en base a su precio.

De la misma manera, es esencial tener en cuenta lo que los clientes esperan al comprar el producto, para lo que se elaborará un Despliegue de Función de Calidad (DFC). Este análisis se realiza mediante una matriz donde se exponen los requisitos de los clientes, al igual que las especificaciones técnicas para poder cumplirlos, su grado de relación y

la comparación con otras compañías competidoras. De esta forma, se pueden extraer conclusiones de los principales puntos críticos a mejorar y donde centrar la atención.

Posteriormente, se especificará todo lo que se espera del producto mejorado en los distintos aspectos que conciernen su diseño, producción y distribución mediante una Especificación del Diseño del Producto.

También es necesario realizar un análisis de manufactura y ensamblaje. En este primero, se estudiará el material y el proceso de manufactura de cada pieza, clarificando si ha sido comprada o fabricada por la propia compañía. En el análisis de ensamblaje, se analiza cuáles de las piezas cumplen los requisitos para poder ser eliminadas o combinadas entre sí y así simplificar el diseño. Asimismo, se determina el tiempo de montaje de cada pieza, lo cual nos indica cuales requieren demasiado tiempo y, por lo tanto, sería ventajoso eliminarlas o combinarlas con otras.

Con los resultados obtenidos anteriormente, se procede a determinar que piezas son susceptibles de ser modificadas para crear un nuevo diseño, y estas se representan en un modelo en 3D. El siguiente paso es determinar el costo de manufactura de cada pieza, utilizando el precio por peso del material, o bien encontrando piezas similares en páginas webs como *McMaster Carr*.

Una vez realizados los anteriores análisis, se procede a realizar un *brainstorming* para rediseñar las piezas escogidas del producto usando técnicas de fabricación y montaje. Para escoger las ideas más prometedoras, se diseña una matriz Pugh que compara los distintos conceptos.

Seguidamente, se realiza un nuevo modelo en 3D de las piezas modificadas y se vuelve a estimar su costo de manufactura.

El último paso es realizar un diseño de experimento para contrastar la repercusión de dos de las especificaciones técnicas en uno de los principales aspectos a mejorar con el nuevo diseño.

Finalmente, se realiza una comparación entre el diseño original y el nuevo, en términos de costo, funcionalidad y calidad. El propósito de este contraste es destacar los beneficios que estas modificaciones pueden aportar a la compañía.

Resultados:

En el estudio del mercado de las cafeteras de goteo, se determinó que este ha aumentado su demanda de forma moderada en los últimos años, con Europa representando más de un tercio (40%). Además, se prevé que el mercado de las cafeteras de goteo siga creciendo en lugares como Europa, así como abarcando mercados emergentes como Oceanía y América del Sur. En concreto, se espera que el mercado mundial de cafeteras

por goteo esté valorado en 2264,1 millones de dólares en 2026, creciendo a una tasa compuesta anual del 2,5% durante los años 2021-2026 (MarketWatch, 2020).

En cuanto a las cafeteras de goteo de uso doméstico, como la escogida para este proyecto, los precios oscilan en un rango de 20€ y 70€. Este rango de precios ha sido deducido de la investigación en diversas páginas webs de venta de cafeteras como Amazon. Por otro lado, se estima que el coste de manufactura sea aproximadamente 1/5 del precio de venta. Es decir, entre unos 4€ y 14€.

En el análisis del Despliegue de la Función de Calidad, lo primero que salta a la vista es que los requisitos de “que la cafetera tenga una jarra térmica”, y “que la cafetera no sea muy ruidosa” son satisfechos por pocas especificaciones técnicas, por lo que sería conveniente establecer otros factores de calidad para satisfacerlos. Además, la especificación técnica correspondiente a intensidad del café (mL agua/g café), solo satisface a un QUE, del control sobre el aroma del café, por lo que se puede prescindir de él. Por otra parte, las especificaciones de diseño que más contribuyen a satisfacer los requisitos de los clientes son: las tres dimensiones (alto, ancho y largo), el peso, el éxito de funcionamiento, el consumo energético y el desarrollo tecnológico.

Con relación a los puntos de promoción, es decir, aquellos requerimientos en los que Aigostar ha sobresalido frente a sus competidores, destacan el peso ligero, así como el precio bajo de la cafetera. Estas características de la cafetera son aquellas en las que Aigostar debería centrarse en explotar y promocionar, como ventaja contra las empresas competidoras.

Por último, cabe fijar la atención en los puntos críticos, aquellos QUE's a los que los clientes otorgan una alta importancia pero que la valoración de los clientes para Aigostar es menor que en la competencia.



Ilustración 1. Gráfico de compañías competidoras

Uno de ellos es la estética, la cual solo tiene niveles de relación bajos con los COMO's, siendo estos las tres medidas de dimensión y el coste. Las medidas tienen un nivel de dificultad técnica bajo (3), por lo que es una buena vía para mejorar este punto. Otro punto crítico es la durabilidad de la cafetera, que tiene un alto nivel de relación con la esperanza de vida, la cual tienen una dificultad técnica de 2, por lo que será sencillo mejorar este requisito. Finalmente, el requisito de mantener el café caliente tiene un nivel alto de relación con el tiempo en minutos que se mantiene el café caliente. Esta especificación técnica, tiene una dificultad de 4, no muy alta.

Con respecto al análisis del diseño para ensamblaje, resulta que el número de piezas teóricas es de 16 (no se pueden eliminar o combinar), en comparación con los 44 originales. Esto supone una disminución notable del número de piezas. En los tiempos totales obtenidos para cada pieza, las piezas que invierten mayor tiempo en realizar el montaje son todos los tornillos componentes de la cafetera. Además, otras piezas que invierten una cantidad de tiempo notable son el cuerpo principal, el asa de la jarra, el armazón y otras piezas del armazón. En vista de los resultados obtenidos en el análisis DFC y de tiempo de montaje, se ha obtenido el coeficiente de eficiencia de montaje:

$$\text{Assembly Efficiency} = \frac{\text{Número mínimo de piezas} \cdot \text{Tiempo ideal de montaje (s)}}{\text{Tiempo total de montaje (s)}} = \frac{16 \cdot 3}{208,6} = 0,230 = 23\%$$

Teniendo en consideración que los productos con un índice entre 5-10% necesitan ser rediseñados, y los productos bien diseñados tienen un índice aproximadamente del 25%; el coeficiente obtenido indica que, aunque el producto está bien diseñado, podría realizarse alguna mejora como las analizadas anteriormente.

La mayoría de las piezas a modificar se podría lograr mediante la eliminación total de los componentes individuales como tornillos, sustituyéndolos por sistemas de ajuste rápido o ajuste a presión. También, se podrían combinar varias partes de componentes en una sola pieza, que probablemente se podría llevar a cabo por moldeo por inyección. El moldeo por inyección es un proceso flexible, dado que solo supone cambiar de molde para poder combinar las piezas en una sola, y que, al estar la mayoría fabricadas con el mismo material, polipropileno, es más sencillo de llevar a cabo. Estos cambios suponen una disminución de la cantidad de material utilizado, los procesos de fabricación usados, y por lo tanto del coste de fabricación de la cafetera. Además, al usar menos variedad de materiales, es más fácil separar las piezas y reciclarlas.

Con los resultados obtenidos del estudio de la matriz de calidad, del análisis DFA, así como de tiempos de montaje, las principales partes que se pueden rediseñar son el armazón, el cuerpo principal, la cubierta inferior y el asa de la jarra. Sus modelos CAD:



Ilustración 4. Asa



Ilustración 3. Armazón



Ilustración 2. Jarra



Ilustración 6. Cuerpo principal

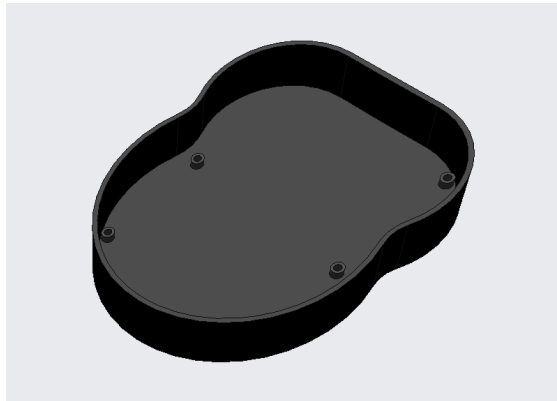


Ilustración 5. Cubierta inferior

Resumiendo, sus costos en la siguiente tabla:

<i>Pieza</i>	<i>Coste (\$)</i>
Jarra	0,15
Asa	0,1532
Armazón	1,3502
Cuerpo principal	0,5280
Cubierta inferior	0,6563
Total	2,8677

Tabla 1. Resumen costos piezas originales

Las ideas propuestas para el rediseño fueron:

En la jarra el nuevo diseño consiste en unir la pieza interior y exterior del asa en una sola. De esta manera se usaría un nuevo molde, utilizando el proceso de moldeo por inyección. Por otro lado, esta remodelación permite prescindir del tornillo y del soporte de plástico. Sustituyendo la unión con la banda metálica, por un sistema de ajuste rápido que es parte del asa. Esto hace el diseño más simple, reduciendo costes y tiempo de montaje, usando menos material y haciendo más reciclable el producto.

Del cristal de la jarra, sustituirlo por un vidrio de mayor calidad y más gordo para aumentar la durabilidad.

En el armazón el cambio propuesto consiste en prescindir de las piezas de la plataforma conectora y la unión del tubo y la válvula de goteo. De esta manera, se modificaría la válvula de goteo para poder estar conectada directamente con el tubo por el que pase el agua. Este nuevo diseño tiene menos piezas, con lo cual menos costo al usar menos material. También menos tiempo y coste de montaje.

En el cuerpo principal el nuevo diseño reside en la sustitución de los cuatro tornillos de unión entre ambas piezas, por un sistema de ajuste a presión. Este sistema de ajuste a presión se diseñaría por moldeo por inyección, haciendo el diseño más sencillo, reduciendo tiempos y costes de montaje, así como de manufactura. Además, haciendo el producto más reciclable al no tener el consumidor que separarlo.

De la cubierta inferior el nuevo diseño reside en la sustitución de los cuatro tornillos de unión entre ambas piezas, por un sistema de ajuste a presión. Este cambio trae los mismos beneficios que los explicados para la unión del armazón y el cuerpo principal.

La matriz Pugh, dio los siguientes resultados, concluyendo que la idea del cristal de la jarra no era de provecho, y que la del armazón era la más factible:

	<i>Base</i>	<i>Asa de la Jarra</i>	<i>Cristal Jarra</i>	<i>Cuerpo principal y armazón</i>	<i>Cubierta inferior y cuerpo principal</i>	<i>Armazón</i>
TOTAL	0	28	1	19	20	35

Tabla 2. Resultados resumidos de la matriz Pugh

Los modelos CAD de las piezas rediseñadas:



Ilustración 7. Asa rediseñada



Ilustración 8. Armazón rediseñado

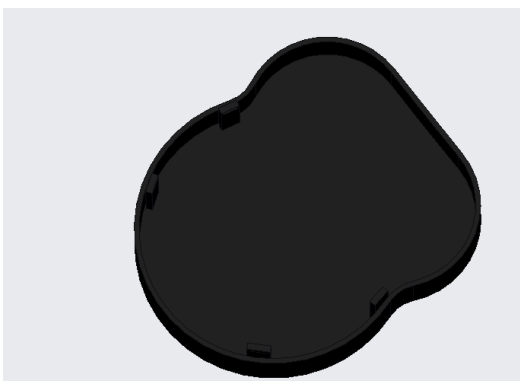


Ilustración 10. Cubierta inferior rediseñada

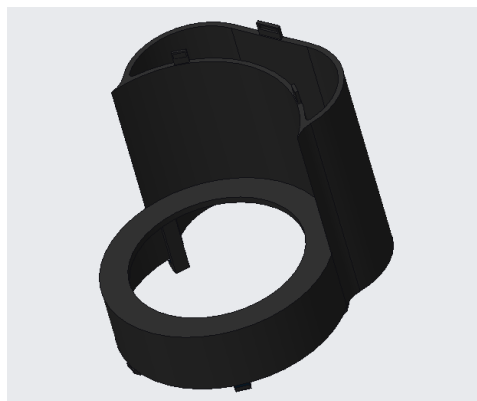


Ilustración 9. Cuerpo principal rediseñado

El costo de las piezas rediseñadas:

<i>Pieza</i>	<i>Coste (\$)</i>
Jarra	0,15
Asa	0,0653
Armazón	1,3356
Cuerpo principal	0,1960
Cubierta inferior	0,1393
Total	1,9162

Tabla 3 Resumen costos piezas modificadas

Finalmente, en el diseño de experimento, la variable de rendimiento es el porcentaje de reciclabilidad definida como el cociente entre la cantidad de residuo reciclado en una unidad productiva en un periodo de tiempo determinado y la cantidad total de residuos producido por esa misma unidad productiva en ese periodo. Las variables de diseño escogidas junto a sus niveles se presentan en la siguiente tabla:

	<i>Variables</i>	<i>Bajo (mal=-1)</i>	<i>Alto (bien=1)</i>
X1	Materiales	Mezcla de plásticos y metales	Polipropileno
X2	Peso (kg)	2,3	1,3

Tabla 4. Variables de diseño

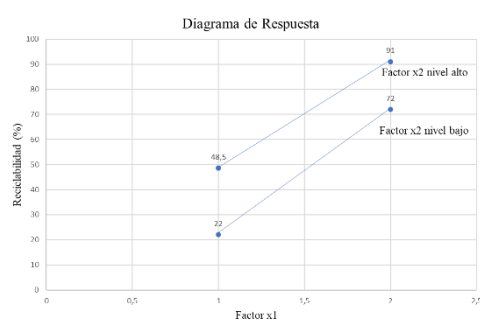


Ilustración 11. Diagrama de respuesta

Una vez realizado el experimento, se concluye que no hay interacción entre las variables de diseño. Además, la combinación que mejores resultados proporciona es la primera, con ambos factores a nivel alto. También se infiere que cuando el factor x1 está en nivel alto, la reciclabilidad aumenta.

Conclusiones:

Finalmente, para concluir este proyecto cabe realizar una comparación del diseño original y el nuevo en términos de coste, funcionalidad y calidad.

En cuanto al análisis de tiempo de ensamblaje realizado, se podía observar que el tiempo del diseño original se veía aumentado principalmente por la existencia de

tornillos. Sin embargo, tras los cambios realizados con el nuevo diseño, los tornillos de unión del armazón, cuerpo principal y cubierta inferior se eliminaban sustituyéndolos por sistemas de ajuste rápido, que disminuyen notablemente el tiempo de montaje.

En concreto: 5 tornillos unión cubierta inferior + 4 tornillos unión cuerpo principal y armazón + 1 tornillos asa = $40 + 24,8 + 6,2 = 71$ segundos.

Además, los cambios realizados en el armazón, eliminando las uniones entre el tubo de agua y la válvula de goteo, sin sustituciones, resultan en una disminución definitiva del tiempo de ensamblaje. Además, añadiendo el soporte del asa eliminado. En concreto: plataforma conectora + unión tubo y válvula + junta circular + soporte banda = $3,8 + 3,3 + 1,8 + 3,2 = 12,1$ segundos.

Es decir, el nuevo diseño supone una disminución notable del tiempo de montaje, lo cual incrementa la eficiencia de montaje, haciendo más simple el proceso y disminuyendo los costes de montaje.

Por otro lado, cabe analizar los cambios en los costes de manufactura del producto. En la siguiente tabla se presenta una comparación de los costes de ambos diseños, exceptuando la jarra cuya idea no se escogió, separando las piezas fabricadas por la compañía y las compradas a proveedores:

	<i>Diseño Original</i>	<i>Diseño Modificado</i>
Coste de las piezas de polipropileno y acero inoxidable (\$)	0,958	0,786
Coste de las piezas compradas (\$)	1,909	0,973
Total (\$)	2,867	1,916
Total (€)	2,61	1,75

Tabla 5. Comparación costes de los diseños

Se puede apreciar una reducción en los costes de manufactura de las piezas tanto fabricadas como compradas, en concreto un 35,5%. Esta disminución permite ahorrar 0,36 € por cada unidad fabricada, por lo que aumenta la rentabilidad.

En cuanto a la funcionalidad del producto rediseñado, no se ve afectado en absoluto. Dado que los cambios realizados están relacionados principalmente con la parte exterior de la cafetera y no con el sistema eléctrico que produce el café, la operatividad del producto sigue siendo igual de buena.

En términos de calidad, sigue siendo igual, sino el rediseño de la cafetera no tendría sentido.

Además, cabe destacar que en términos medioambientales el nuevo diseño es mucho mejor. No solo por utilizar menos material, sino que, al haber sustituido componentes metálicos por sistemas de ajuste rápido fabricados con polipropileno, la reciclabilidad de la cafetera aumenta. Para el consumidor es mucho más sencillo reciclar correctamente un producto que está formado por el mismo material, sin tener que recurrir a desmontarlo. Además, el polipropileno es un tipo de termoplástico que es muy versátil y altamente reciclable.

Finalmente, teniendo en consideración los requisitos de los clientes a mejorar, la estética se ha perfeccionado, al ser el nuevo diseño más sencillo. Al haber combinado y eliminado componentes, el producto tiene un aspecto más elegante y menos aparatoso.

Analysis and redesign for manufacture of a coffee machine of the brand Aigostar

Autor: Abati Ruiz, Teresa Beatriz

Director: Liebenberg, Leon

Collaborating entity: University of Illinois at Urbana-Champaign (UIUC)

SUMMARY OF THE PROJECT

Introduction:

The project is based on the design for manufacture and assembly, which are two areas of study focused on the analysis of products. They enable to analyze the weak and strong points of the product and, consequently, the possibilities of improvement that it has in its production process. The main objective of these instruments is to find and analyze the aspects of the product that can be examined to improve functionality and quality, as well as to reduce costs and its environmental impact. The fundamental aspects on which this study is focused are the manufacturing process, assembly times, number of parts, manufacturing cost, and customer satisfaction.

With this framework in mind, the product that has been chosen in this project to be studied is a drip coffee machine of the company Aigostar. This is an international Brand specialized in the sale of household appliances. The chosen coffee maker is mainly sold on the brand's website, as well as on Amazon.

One of the main reasons for interest in the study of a drip coffee maker is because this appliance is one of the most widely used in both domestic and commercial use. In fact, 70% of the population in Spain is a coffee consumer.

Methodology:

To begin the study of the product, research is carried out on the coffee machine of the chosen brand, defining its characteristics and technical specifications.

Next, the coffee maker is disassembled, to study all their parts and how they are joined to become familiar with the product.

Afterward, a market study of the product is carried out to analyze the impact it has on the market and on consumers, as well as its evolution and future forecasts. Besides, there is a study of which are the main competing brands in the market. In addition, an estimate of the cost of production is made based on the price of the product.

Similarly, it is essential to consider what customers expect when buying the product, for which the Quality Function Deployment (QFD) will be developed. This analysis is carried out using a matrix that sets out the customers' requirements, as well as the technical specifications for meeting them, their degree of relationship and comparison

with other competing companies. In this way, conclusions can be drawn on the main critical points to be improved and where to focus attention.

Subsequently, everything that is expected from the improved product in the various aspects concerning its design, production, and distribution will be specified by means of a Product Design Specification.

A manufacturing and assembly analysis is also required. In this first one, the material and the manufacturing process of each piece will be studied, clarifying if it has been bought or manufactured by the company itself. In the assembly analysis, it is analyzed which of the parts meet the requirements to be eliminated or combined with each other to simplify the design. The assembly time for each part is also determined, which indicates which parts are too time consuming and therefore it would be advantageous to eliminate them or combine them with others.

With the results obtained previously, we proceed to determine which parts are susceptible to be modified to create a new design, and these are represented in a 3D model. The next step is to determine the manufacturing cost of each piece, using the price per weight of the material, or finding similar pieces on websites such as *McMaster Carr*.

Once the above analysis is done, a brainstorming process is carried out to redesign the chosen parts of the product using manufacturing and assembly techniques. To choose the most promising ideas, a Pugh matrix is designed to compare the different concepts.

Then, a new 3D model of the modified parts is made, and their manufacturing cost is re-estimated.

The last step is to carry out an experimental design to contrast the impact of two of the technical specifications on one of the main aspects to be improved with the new design.

Finally, a comparison is made between the original design and the new one, in terms of cost, functionality, and quality. The purpose of this contrast is to highlight the benefits that these modifications can bring to the company.

Results:

In the study of the drip coffee machine market, it was determined that the market has increased moderately in recent years, with Europe accounting for more than a third part (40%). Also, the market for drip coffee machines is expected to continue to grow in places such as Europe, as well as covering emerging markets such as Oceania and South America. In particular, the world market for trickling coffee machines is expected to be valued at \$2264.1 million in 2026, growing at a compound annual rate of 2.5% over the years 2021-2026 (MarketWatch, 2020).

As for the drip coffee machines for domestic use, such as the one chosen for this project, prices range between 20 and 70 euros. This price range has been deduced from research on various coffee machine sales websites such as Amazon. On the other hand, it is estimated that the cost of manufacture is approximately 1/5 of the selling price. Between approximately 4 and 14 euros.

In the analysis of the Quality Function Deployment, the first thing that jumps out is that the requirements of "that the coffee maker has a thermal jug", and "that the coffee maker is not too noisy" are satisfied by few technical specifications, so it would be convenient to establish other quality factors to satisfy them. Furthermore, the technical specification corresponding to coffee intensity (mL water/g coffee), only satisfies one WHAT, of the control over the coffee aroma, so it can be dispensed with. On the other hand, the design specifications that contribute most to meeting customer requirements are the three dimensions (height, width, and length), weight, operating success, energy consumption, and technological development.

Regarding the promotion points those requirements in which Aigostar has excelled in comparison with its competitors, the lightweight and the low price of the coffee machine stand out. These characteristics of the coffee machine are those that Aigostar should focus on exploiting and promoting, as an advantage against competing companies.

Finally, attention should be drawn to the critical points, those WHAT's to which customers attach high importance but which customers value less for Aigostar than for its competitors.

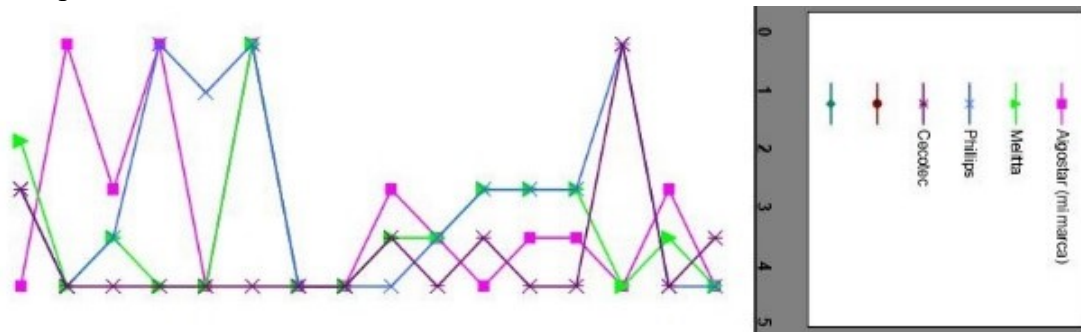


Ilustración 12. Graph of the main competitors

One of them is the aesthetics, which only has low levels of relationship with the HOW's, being these the three measures of dimension and the cost. The measures have a low level of technical difficulty (3), so it is a good way to improve this point. Another critical point is the durability of the coffee machine, which has a high level of relationship with the life expectancy, which has a technical difficulty level of 2, so it will be easy to improve this requirement. Finally, the requirement to keep the coffee hot has a high level of relationship with the time in minutes that the coffee is kept hot. This technical specification has a difficulty of 4, not very high.

Regarding the design analysis for assembly, it turns out that the number of theoretical parts is 16 (cannot be eliminated or combined), compared to the original 44. This is a significant decrease in the number of parts. In the total time obtained for each part, the parts that invest the most time in the assembly are all the component screws of the coffee machine. In addition, other parts that invest a significant amount of time are the main body, the jug handle, the water tank, and other water tank parts. In view of the results obtained in the QFD and assembly time analysis, the assembly efficiency coefficient has been obtained:

$$\text{Assembly Efficiency} = \frac{\text{Minimum number of parts} \cdot \text{Ideal time for assembly (s)}}{\text{Total time of assembly (s)}} = \frac{16 \cdot 3}{208,6} = 0,230 = 23\%$$

Taking into consideration that products with an index between 5-10% need to be redesigned, and well-designed products have an index of approximately 25%; the coefficient obtained indicates that, although the product is well designed, some improvements could be made as those analyzed above.

Most of the parts to be modified could be achieved by completely removing the individual components such as screws, replacing them with snap-fit, or press-fit systems. Also, several parts could be combined into one piece, which could probably be done by injection molding. Injection molding is a flexible process, as it only involves changing molds so that the parts can be combined into one, and as most are made from the same material, polypropylene, it is easier to carry out. These changes mean a reduction in the amount of material used, the manufacturing processes used, and therefore the cost of manufacturing the coffee machine. Also, by using less variety of materials, it is easier to separate the parts and recycle them.

With the results obtained from the quality matrix study, the DFA analysis, as well as the assembly times, the main parts that can be redesigned are the frame, the main body, the lower cover, and the handle of the jug. Their CAD models:



Ilustración 15. Handle



Ilustración 14. Water tank



Ilustración 13. Jug



Ilustración 17. Main housing

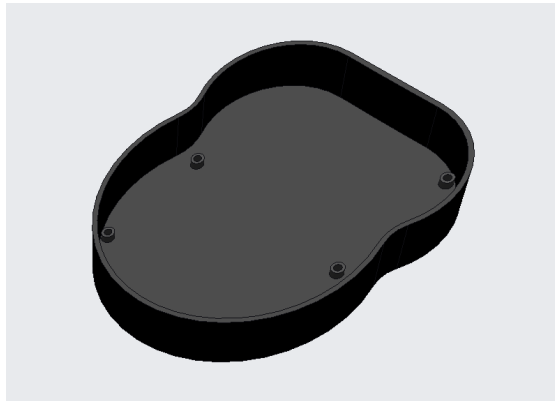


Ilustración 16. Bottom cover

In summary, the costs are shown in the table below:

<i>Part</i>	<i>Cost (\$)</i>
Jug	0,15
Handle	0,1532
Water tank	1,3502
Main housing	0,5280
Bottom cover	0,6563
Total	2,8677

Tabla 6. Summarized costs of the original parts

The ideas proposed for the redesign were:

The new design of the jug consists of joining the inner and outer parts of the handle into one. In this way a new mold would be used, using the injection molding process. On the other hand, this remodeling allows to do without the screw and the plastic support. Replacing the union with the metal band, by a snap-fit system that is part of the handle. This makes the design simpler, reducing costs and assembly time, using less material, and making the product more recyclable.

From the glass of the jug, replace it with higher quality and thicker glass to increase durability.

In the water tank, the proposed change consists of dispensing with the parts of the connecting platform and the union of the tube and the drip valve. In this way, the drip valve would be modified to be directly connected to the pipe through which the water passes. This new design has fewer parts, which means less cost by using less material. Also, less time and cost of assembly.

In the main housing, the new design is based on the replacement of the four union screws between both parts, by a pressure adjustment system. This press-fit system would be designed by injection molding, making the design simpler, reducing the time and cost of assembly, as well as manufacturing. Also, making the product more recyclable as the consumer does not have to separate it.

The new design of the lower cover is based on the replacement of the four screws between both pieces, by a pressure adjustment system. This change brings the same benefits as those explained for the union of the frame and the main body.

The Pugh matrix, gave the following results, concluding that the idea of the glass of the jug was not useful and that the one of the water tank was the most feasible:

	<i>Base</i>	<i>Handle</i>	<i>Jug glass</i>	<i>Main housing and water tank</i>	<i>Bottom cover and main housing</i>	<i>Water tank</i>
TOTAL	0	28	1	19	20	35

Tabla 7. Summarized results of the Pugh matrix

The CAD models of the redesigned parts:

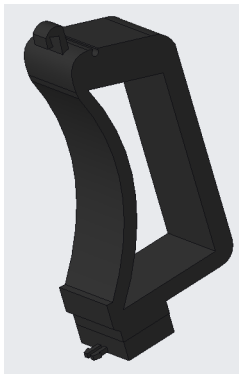


Ilustración 18. Handle redesign



Ilustración 19. Water tank redesign

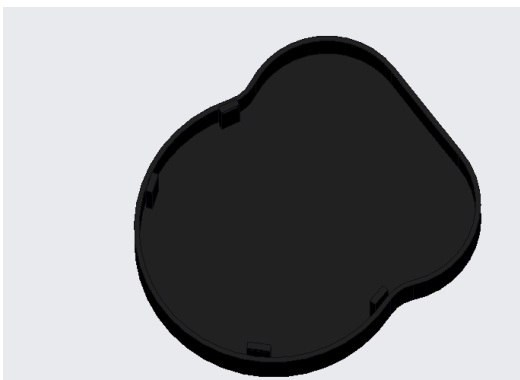


Ilustración 21. Bottom cover redesign

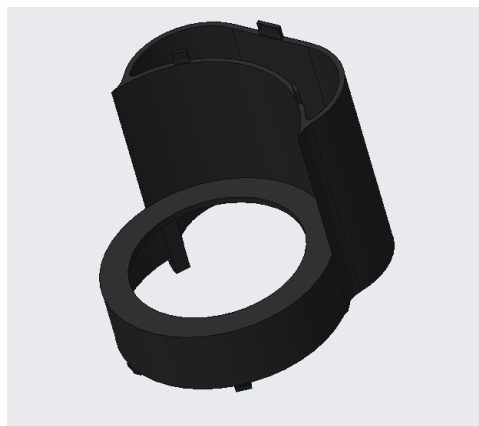


Ilustración 20. Main housing redesign

The costs of the redesigned parts are shown below:

Part	Cost (\$)
Jug	0,15
Handle	0,0653
Water tank	1,3356
Main housing	0,1960
Bottom cover	0,1393
Total	1,9162

Tabla 8 Summary of the costs of redesigned parts

Finally, in the design of the experiment, the performance variable is the percentage of recyclability defined as the quotient between the amount of waste recycled in a production unit in a given time and the total amount of waste produced by that same production unit in that period. The design variables chosen together with their levels are presented in the following table:

	Variables	Low (bad=-1)	High (good=1)
X1	Materials	Mix of plastics and metals	Polypropylene
X2	Weight (kg)	2,3	1,3

Tabla 9. Design Variables

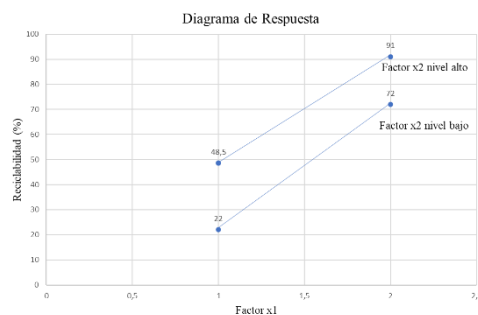


Ilustración 22. Response diagram

Once the experiment has been carried out, it is concluded that there is no interaction between the design variables. Furthermore, the combination that provides the best results is the first one, with both factors at a high level. It is also inferred that when the x1 factor is at a high level, recyclability increases.

Conclusions:

Finally, to conclude this project, a comparison of the original and the new design in terms of cost, functionality, and quality should be made.

As for the assembly time analysis carried out, it could be seen that the time of the original design was increased mainly by the existence of screws. However, after the

changes made with the new design, the screws joining the frame, main body, and lower cover were eliminated and replaced by quick-fit systems, which significantly reduce assembly time.

Specifically: 5 screws bottom cover + 4 screws of main housing and water tank + 1 screw handle = $40 + 24,8 + 6,2 = 71$ seconds.

In addition, the changes made to the frame, eliminating the joints between the water tube and the drip valve, without replacement, resulting in a definite reduction in assembly time. Furthermore, by adding the eliminated handle support. Specifically: connecting platform + union tube and valve + circular joint + handle support = $3,8 + 3,3 + 1,8 + 3,2 = 12,1$ seconds.

In other words, the new design means a significant reduction in assembly time, which increases assembly efficiency, making the process simpler, and reducing assembly costs.

On the other hand, changes in the manufacturing costs of the product should be analyzed. The following table presents a comparison of the costs of both designs, except for the carafe whose idea was not chosen, separating the parts manufactured by the company and those purchased from suppliers:

	<i>Original Design</i>	<i>Modified Design</i>
Costs of the polypropylene and stainless-steel parts (\$)	0,958	0,7863
Cost of the purchased parts (\$)	1,909	0,9727
Total (\$)	2,867	1,9163
Total (€)	2,61	1,75

Tabla 10. Comparison of the costs of the designs

A reduction in the manufacturing costs of both manufactured and purchased parts can be seen, namely 35.5%. This decrease allows savings of 0.36 euros for each unit manufactured, thus increasing profitability.

As for the functionality of the redesigned product, it is not affected at all. Since the changes made are mainly related to the exterior of the coffee machine and not to the electrical system that produces the coffee, the operability of the product remains the same.

In terms of quality, it remains the same, otherwise, the redesign of the coffee machine would be meaningless.

Furthermore, it should be noted that in environmental terms the new design is much better. Not only because less material is used, but because metal components have been replaced by quick-fit systems made of polypropylene, the recyclability of the coffee machine is increased. It is much easier for the consumer to properly recycle a product that is made of the same material, without having to dismantle it. In addition, polypropylene is a type of thermoplastic that is very versatile and highly recyclable.

Finally, taking into consideration the requirements of clients to improve, aesthetics have been perfected, as the new design is simpler. By combining and eliminating components, the product looks more elegant and less bulky.

Índice

Descripción del producto.....	28
Partes del producto	29
Diagrama de Árbol.....	38
Datos de mercado y competidores.....	39
Situación actual.....	39
Previsiones futuras.....	41
Coste de manufactura y técnicas de diseño de la cafetera.....	43
Despliegue de la función de calidad (DFC).....	44
Resultados.....	47
Especificación del diseño del producto (<i>PDS</i>).....	50
Análisis de manufactura	56
Análisis del diseño para ensamblaje (<i>DFA</i>).....	59
Resultados:.....	63
Tiempo de ensamblaje	64
Resultados:.....	72
Modelo cad del producto	73
Costo de manufactura del producto.....	80
Generación de nuevos conceptos.....	82
Modelo cad del prototipo rediseñado	86
Costo de manufactura del producto rediseñado.....	93
Diseño del experimento.....	95
Análisis de resultados	101
Bibliografía.....	103
Anexos.....	107
Anexo I: Encuesta.....	107
Anexo 2: Tabla de comparación de marcas	113
Anexo 3: Objetivos de Desarrollo Sostenible.....	115

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

La máquina que he escogido para llevar a cabo este proyecto es una cafetera de la marca “Aigostar”. En la página web se especifica que esta marca, de venta internacional, fabrica sus propios productos y está especializada en la creación de pequeños electrodomésticos, electrónica, iluminación, cocina, hogar y accesorios de oficina (Aigostar, s.f.).

Esta cafetera es el modelo número 300105HIK.

Las características de este producto incluyen:

- Color negro de la máquina
- Su función es la preparación de café y té
- Mantiene el calor durante 40 minutos
- Se desconecta automáticamente
- Tiene un piloto luminoso que indica si está encendida
- Precio: 30,99€ rebajado a 24,99€

Las especificaciones técnicas:

- Es una cafetera que funciona por un sistema de goteo
- Medidas: 257 mm (largo) x 205 mm (ancho) x 335 mm (alto)
- Capacidad: 1,25 L
- Masa: 1,32 kg
- Longitud del cable: 0,75 m
- Consumo energético estándar ERP-2
- Libre de material BPA
- Cumple con la norma VDE
- Certificados de calidad GS, RoHS y LFGB:



Ilustración 23. Cafetera Aigostar

Parámetros técnicos:

- Potencia: 1000 W
- Voltaje: 220-240 V
- Frecuencia: 50/60 Hz

PARTES DEL PRODUCTO

Con el fin de analizar la estructura de la cafetera, se procedió a desmontar el producto analizando cada pieza y la cantidad. Con esta información se elaboró la siguiente lista de materiales, la cual ha sido estructurada según los componentes de las partes principales del producto: la jarra, el embudo, el filtro, la cubierta inferior, el armazón, el cuerpo principal, la cubierta superior y el sistema eléctrico.

<i>Pieza</i>	<i>Número</i>
Jarra	1
Tapa	1
Parte interior asa	1
Parte exterior asa	1
Banda metálica	1
Tornillo phillips cabeza redonda unión banda metálica	1
Soporte banda	1
Embudo	1
Junta circular	1
Muelle	1
Válvula antigoteo	1
Filtro	1
Cubierta inferior	1
Tornillo cabeza triangular unión con cuerpo principal	5
Armazón	1
Placa decoradora	1
Válvula goteo	1
Junta circular	1
Unión válvula goteo y tubo salida agua	1
Plataforma conectora	1
Tubo de salida de agua	1
Cuerpo principal	1
Placa calentadora	1
Botón	1

Cable	1
Tornillo phillips cabeza redonda unión con armazón	4
Cubierta superior	1
Sistema eléctrico	
Pieza de luz de encendido	1
Tornillo phillips cabeza plana pequeño	3
Tornillo phillips cabeza redonda	4
Barra retenedora	1
Tornillo phillips cabeza plana	7
Soporte cable	1
Manguera	2
Válvula	1
Herradura	1
Termostato XB T250 E235386	1
Tarjeta electrónica	1
Fusible térmico	1
Cable	6
Resistencia	1
Plataforma placa térmica	1
TOTAL	66

Tabla 11. Lista de materiales

A continuación, se incluyen unas imágenes que muestran una vista explosionada de una cafetera similar a la escogida.



Ilustración 24. Vista explosionada 1. (Serena Wu, 2017)



Ilustración 25. Vista explosionada 2. (Serena Wu, 2017)

Las siguientes imágenes muestran las piezas por separado de la cafetera:



Ilustración 26. Jarra, tapa, asa, banda metálica, tornillo phillips y soporte banda



Ilustración 27. Embudo, junta circular, muelle y válvula antigoteo



Ilustración 28. Filtro



Ilustración 29. Cubierta inferior

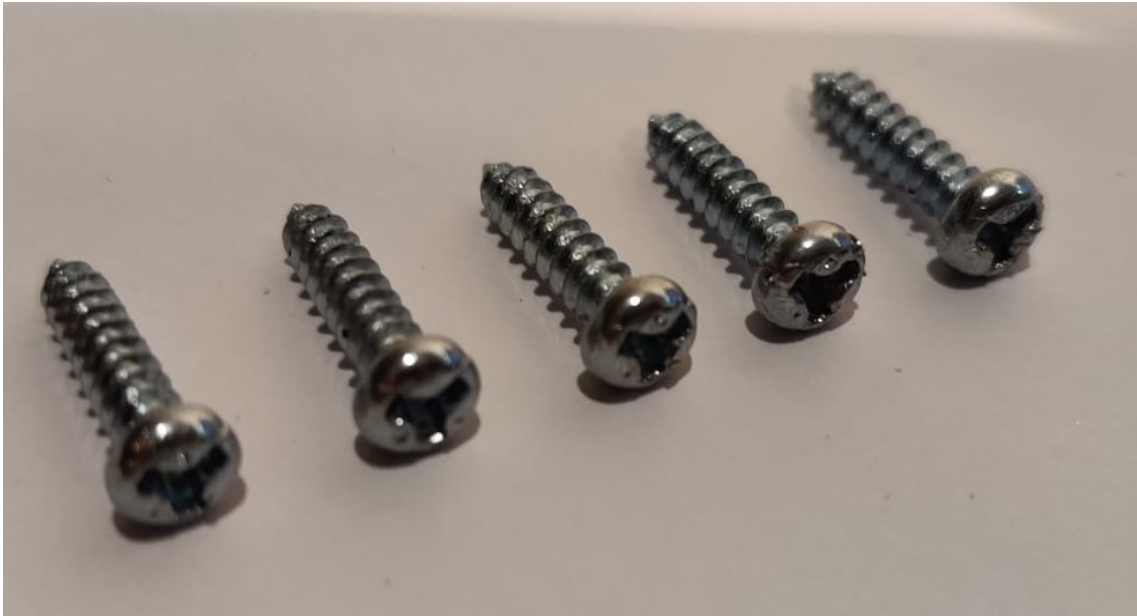


Ilustración 30. Tornillos cabeza triangular unión cubierta inferior y cuerpo principal



Ilustración 31. Armazón y placa decoradora

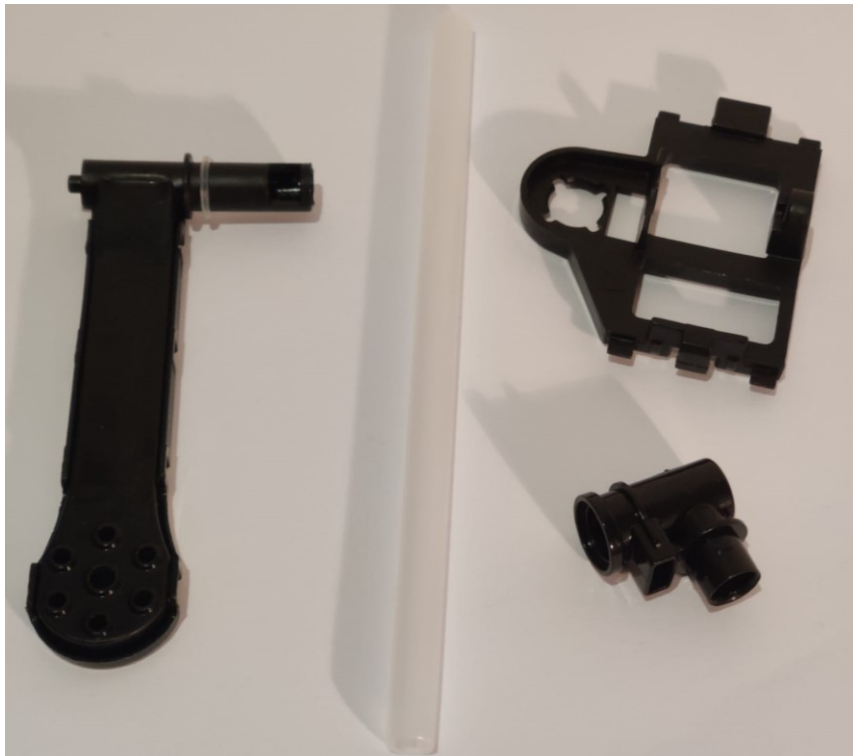


Ilustración 32. Válvula de goteo, junta circular, unión válvula de goteo y tubo salida agua, plataforma conectora y tubo de salida de agua



Ilustración 33. Cuerpo principal, placa calentadora, botón y cable



Ilustración 34. Tornillos unión cuerpo principal y armazón



Ilustración 35. Cubierta superior

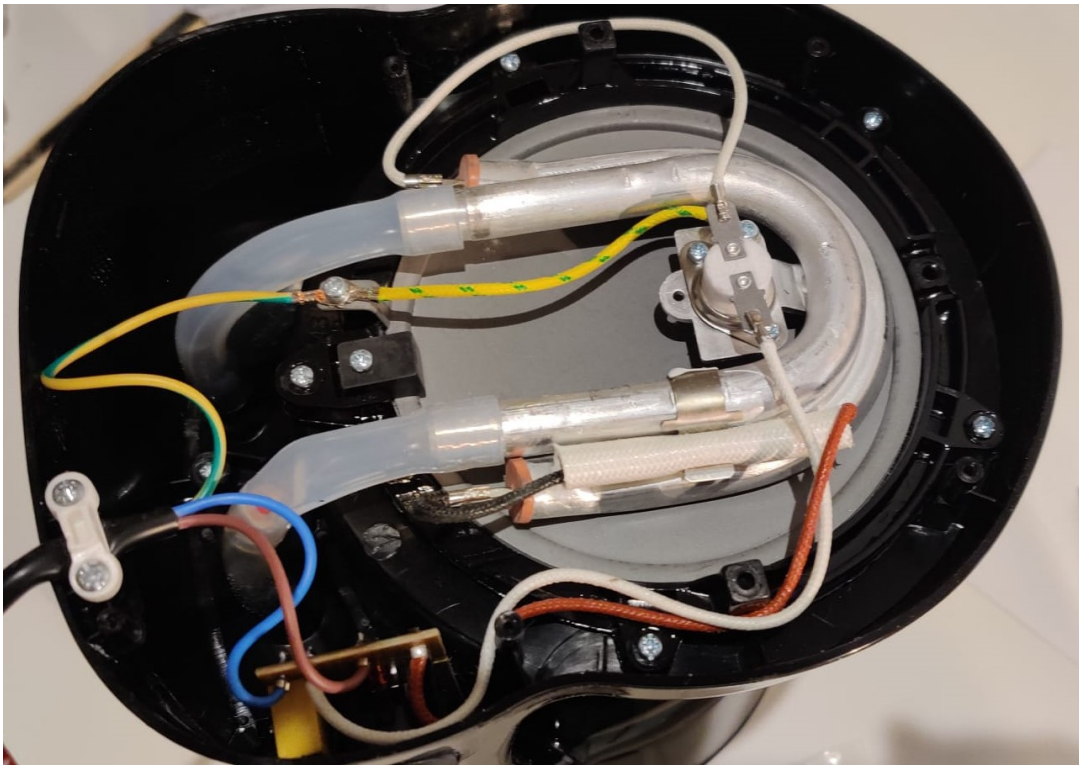


Ilustración 36. Sistema eléctrico: tornillos phillips cabeza plana, soporte cable, manguera, válvula, herradura, termostato XB T250 E235386, tarjeta electrónica, fusible térmico, cables, resistencia y plataforma placa térmica

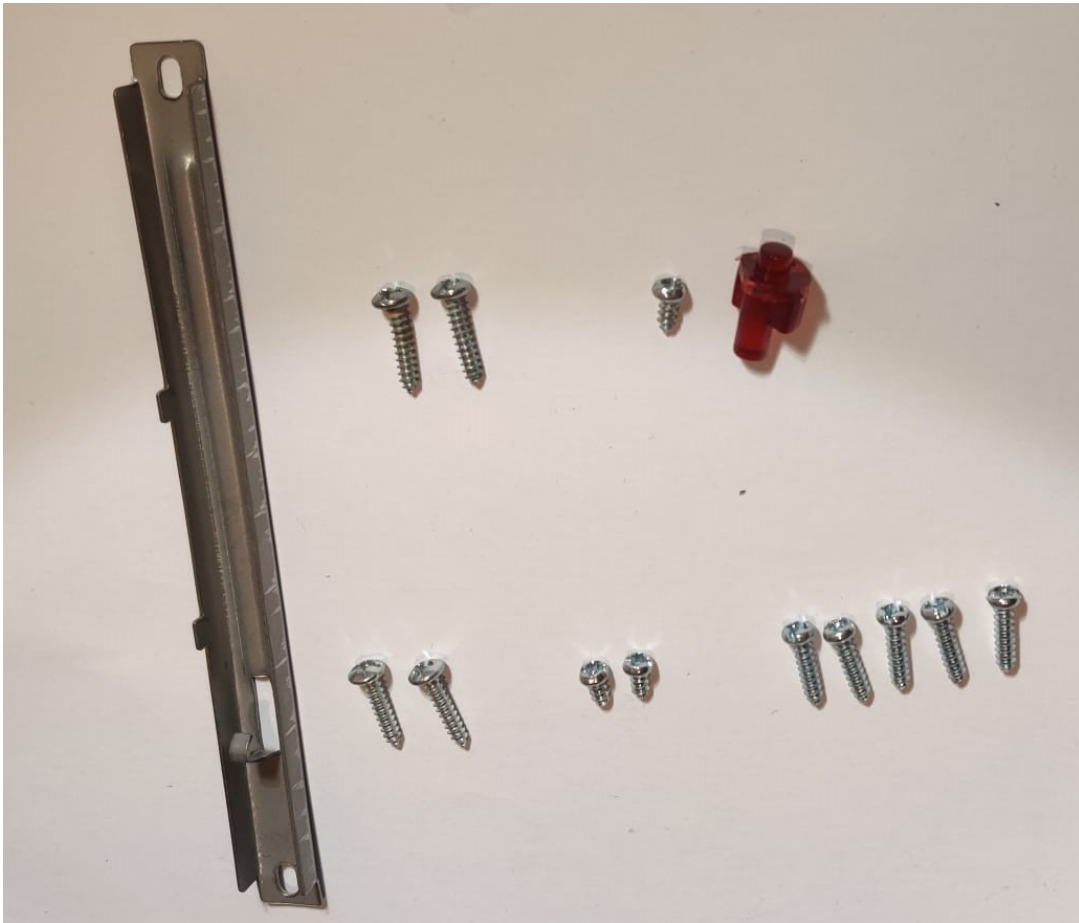


Ilustración 37. Barra retenedora, tornillos phillips cabeza plana pequeños, tornillos phillips cabeza redonda y tornillos phillips cabeza plana

Diagrama de Árbol

Con el fin de aclarar el orden de montaje de las piezas, así como sus conexiones, se presenta el siguiente diagrama:

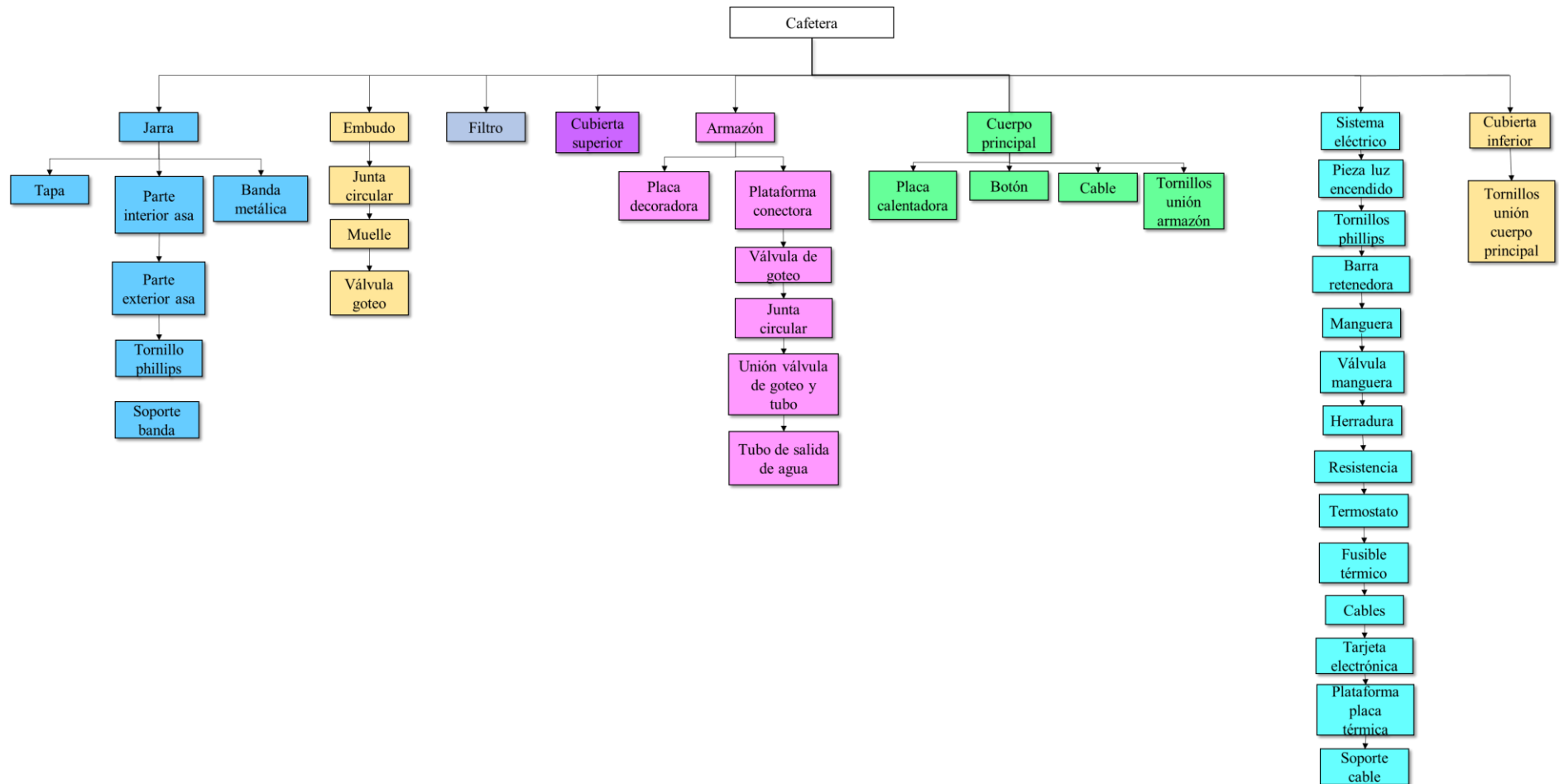


Ilustración 38. Diagrama de árbol

DATOS DE MERCADO Y COMPETIDORES

Situación actual

Fact.MR (2020) señala que el mercado de las cafeteras de goteo ha aumentado su demanda de forma moderada en los últimos años en mercados como Europa y América del Norte. En gran parte, este crecimiento ha sido producto de la integración de innovaciones como la inteligencia artificial y la incorporación de teléfonos inteligentes, la cual ha atraído a amantes de la tecnología, así como a la generación de “millennials”. Como consecuencia, el ciclo de reemplazo de estas máquinas se ha acortado y se ha ampliado la cartera de productos de los principales competidores de esta industria. Actualmente, alguno de los datos destacados sobre el mercado de este producto:

- Europa representa más de un tercio (40%) en el mercado de las máquinas de café por goteo.
- Las cafeteras de goteo con jarras de vidrio representar una participación mayoritaria en el mercado.
- Hay preferencia por las cafeteras de goteo con base de metal debido a la alta durabilidad, así como la estética.

Por otro lado, cabe destacar los principales líderes del mercado, los cuales representan más del 50% de participación en los ingresos, entre los que se encuentran; De’Longui Appliances srl, Krups GmbH, Melitta Group, BSH Hausgeräte GmbH, Koninklijke Philips N.V. y Jura Elektroapparate AG.

La Ilustración 26 muestra una evaluación comparativa de los principales competidores de esta industria en términos de diferenciación del producto, diferenciación tecnológica y fuerza de cartera.

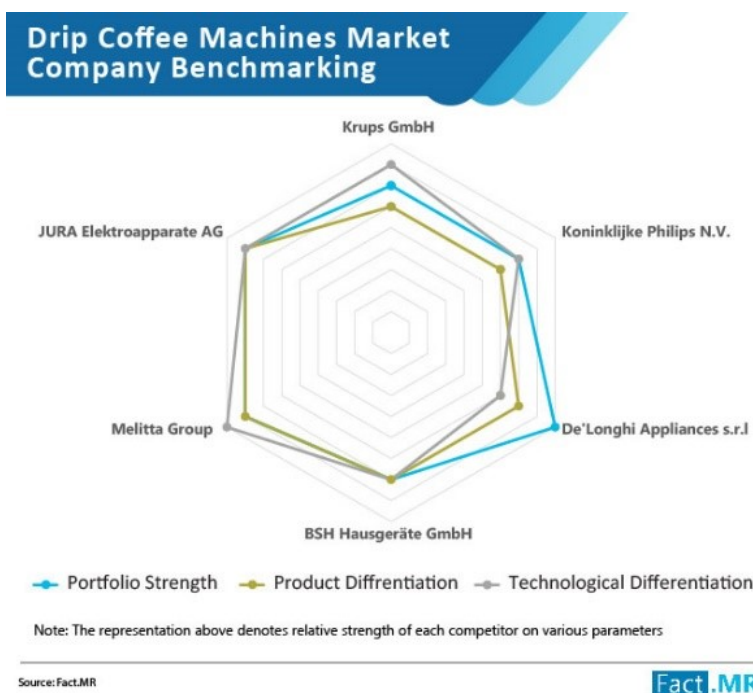


Ilustración 39. Competidores de la industria. (Fact.MR, 2020)

Centrando la atención a nivel global; las siguientes imágenes representan una comparación de los ingresos (en millones de dólares) proporcionados por el mercado de las cafeteras.

La Ilustración 27 refleja una comparación de ingresos (en millones de dólares) del mercado de las cafeteras. La mayoría de los ingresos se generan en Estados Unidos, con un volumen de mercado de 1.684 millones de dólares en 2020.

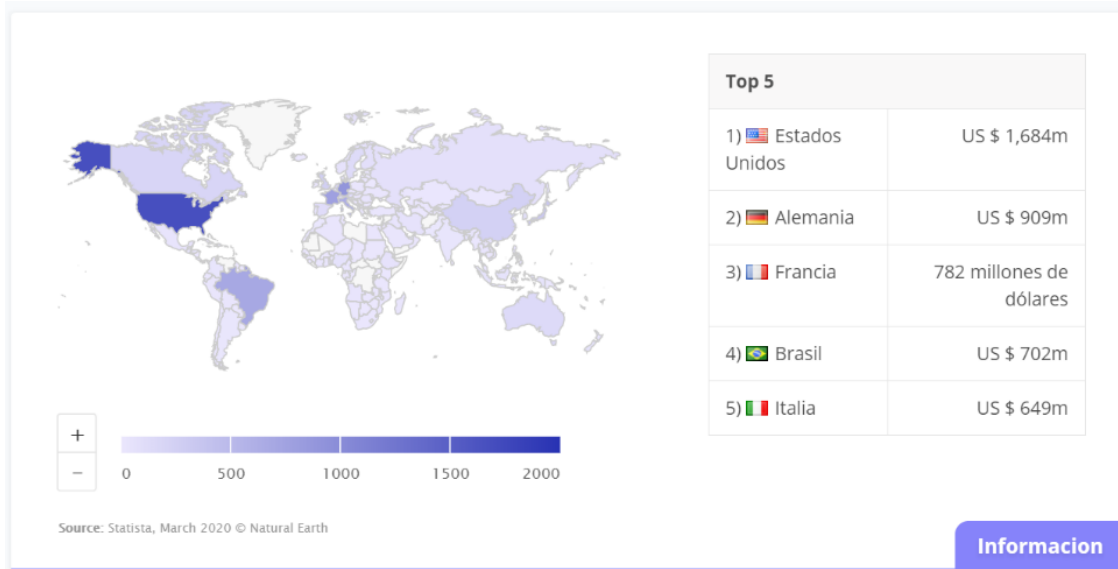


Ilustración 40. Ingresos en los diferentes países. (Statista, 2020)

La Ilustración 28 muestra el volumen de mercado de España en 2020, siendo este de 117,4 millones de dólares.

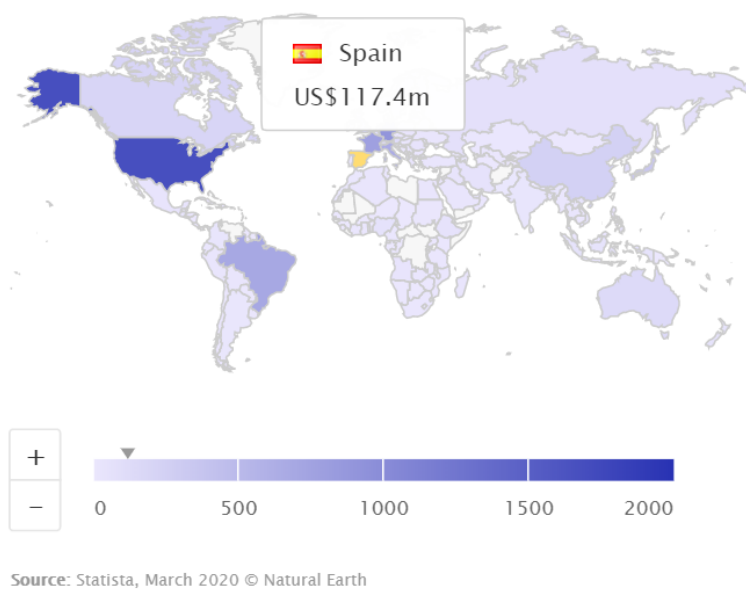


Ilustración 41. Ingresos en España. (Statista, 2020)

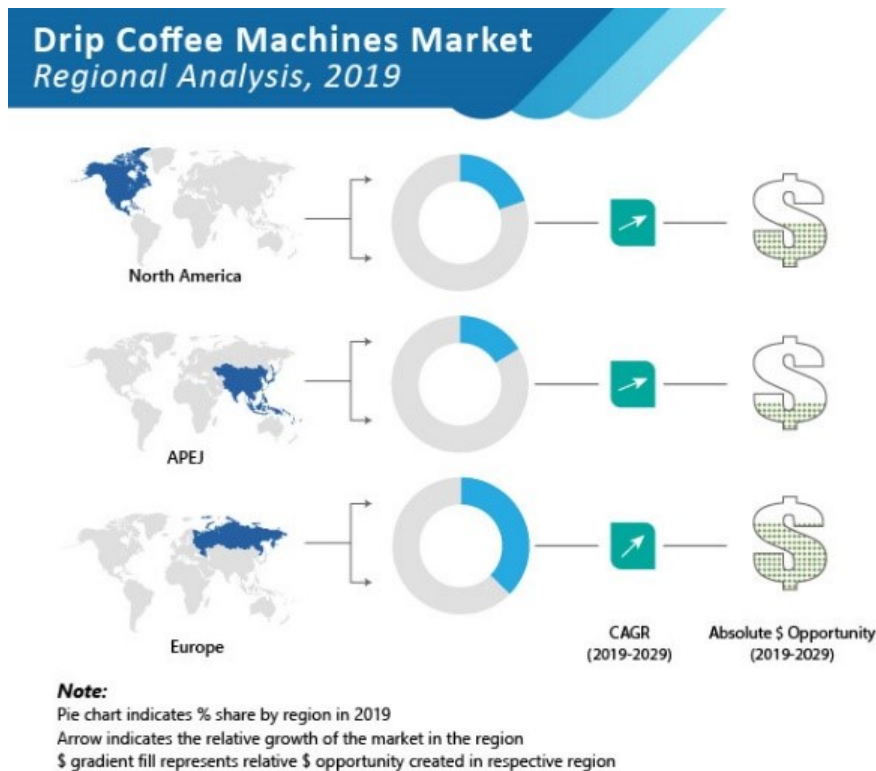
Previsiones futuras

Se prevé que el mercado de las cafeteras de goteo siga creciendo en lugares como Europa, así como abarcando mercados emergentes como Oceanía y América del Sur. En concreto, se espera que el mercado mundial de cafeteras por goteo esté valorado en 2264,1 millones de dólares en 2026, creciendo a una tasa compuesta anual del 2,5% durante los años 2021-2026 (MarketWatch, 2020).

Algunos de los datos destacados obtenidos de Fact.MR (2020) incluyen:

- Se espera que Europa crezca 1,4 veces más en el mercado de las máquinas de café por goteo para el 2029.
- Se prevé que las cafeteras de goteo de alta capacidad representen más de la mitad de la cuota de mercado.
- Se espera que las cafeteras de goteo con jarras de vidrio crezcan 1,3 veces para el 2029.
- Se espera que el uso comercial de las cafeteras de goteo crezca 1,4 veces para 2029.
- Las cafeteras con base metálica seguirán siendo preferidas y se espera un crecimiento gradual

La Ilustración 42 muestra la cuota de mercado del año 2019, así como el crecimiento relativo y la oportunidad de ingresos de este mercado en las regiones de Norte América, Europa y Asia-Pacífico.



Source: Fact.MR

Fact.MR

Ilustración 42. Cuota de mercado en tres regiones. (Fact.MR, 2020)

El uso de las cafeteras de goteo se concentra en restauración, hoteles, empresas y el hogar. La tecnología central de las cafeteras de goteo se condensa en compañías grandes como Electrolux, Melitta y Bonavita, situados en Estados Unidos y Europa mayoritariamente. Sin embargo, la mayoría de estas cafeteras son fabricadas por empresas chinas. Se espera que la demanda continúe aumentando, experimentando esta industria un crecimiento estable, así como un aumento de la competencia en esta industria. Al mismo tiempo, las empresas se están centrando en la innovación tecnológica y la mejora de los procesos, para reducir costos y mejorar la calidad. Por lo tanto, se espera que el precio de estos electrodomésticos baje un poco.

En cuanto a las principales compañías líderes del mercado de cafeteras de goteo mencionadas anteriormente, se espera que representen más de un 60% de la participación en los ingresos (MarketWatch, 2020).

No obstante, dejando a un lado toda la información proporcionada, cabe destacar la influencia que tendrá el COVID-19 en este mercado. Desde mi perspectiva, la demanda de cafeteras de goteo (para uso doméstico) aumentará considerablemente debido a confinamiento que se está produciendo en diversas partes del mundo. En vista del cierre de los comercios dedicados a la restauración y similares, la gente optará por adquirir una cafetera para poder continuar con su consumo habitual de café y similares.

COSTE DE MANUFACTURA Y TÉCNICAS DE DISEÑO DE LA CAFETERA

En el mercado de las cafeteras de goteo de uso doméstico, como la escogida para este proyecto, los precios oscilan en un rango de 20€ y 70€. Este rango de precios ha sido deducido de la investigación en diversas páginas webs de venta de cafeteras como Amazon. Por otro lado, se estima que el coste de manufactura sea aproximadamente 1/5 del precio de venta. Es decir, entre unos 4€ y 14€. Además, para marcas que producen en grandes cantidades, el coste de manufactura disminuye ya que fabricar más cantidad les resulta más rentable.

Por otro lado, analizando la cafetera escogida de la marca Aigostar, se pueden analizar técnicas que facilitan el diseño de manufactura como el material y los métodos de fabricación.

De la cafetera seleccionada, la mayoría de las piezas están hechas de polipropileno, el cual es un plástico de bajo coste, que a la misma vez es resistente y muy recomendable para utilizar en electrodomésticos. El propileno es un termoplástico, que se puede moldear de una forma sencilla y barata, además de poder derretirlo repetidas veces. (Isabel Goyena, Directora General de Cicloplast, comunicación personal, marzo 2020) Por otro lado, solo algunas partes que conforman la parte exterior de la cafetera y otras piezas están fabricadas por la compañía Aigostar, por el proceso de inyección por moldeado. Este proceso de manufactura es sencillo y muy flexible a la hora de modificar el diseño. El resto de las piezas, como tornillos, muelles y juntas son compradas; lo cual no solo ahorra tiempo y esfuerzo, sino también costos. Sobre todo, teniendo en cuenta que generalmente las compañías que fabrican en grandes cantidades reciben descuentos por compras significativas.

Finalmente, cabe destacar que el montaje de la cafetera además de incluir uniones con tornillos utiliza sistemas de ajuste a presión, incrementando la sencillez y calidad de la cafetera.

Es decir, la cafetera de la marca seleccionada se caracteriza principalmente por ser de bajo coste y utilizar técnicas para ello como las descritas anteriormente. Sin embargo, esto no compromete la calidad ni la funcionalidad, dado que siguen siendo buenas.

DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD (DFC)

En la realización del método de Despliegue de la función calidad, se realiza la matriz de calidad. Este método se centra en definir los requisitos de los clientes acerca de un producto (los “QUÉ”), y transformarlos en especificaciones técnicas detalladas (los “CÓMO”) que puedan hacer que estos requisitos se cumplan. Estas especificaciones técnicas (de calidad) se miden cuantitativamente.

La matriz representa el grado de relación que guardan los requisitos con las especificaciones técnicas. Este grado se ha medido con un sistema de signos que indican relación fuerte, moderada o débil.

Además, refleja la importancia que tienen estos requisitos para el cliente, que se representa en una escala del 1 (menor importancia) al 5 (mayor importancia). Esta información ha sido obtenida mediante una encuesta (cuyos resultados se encuentran en el Anexo 1) realizada a una muestra de 31 personas.

Por otro lado, la matriz muestra el nivel de correlación entre las especificaciones técnicas, la dirección de mejora de estas especificaciones, y el valor objetivo de cada una. Con estos datos, se obtiene tanto la importancia relativa como absoluta de cada especificación técnica.

Adicionalmente, la matriz incluye un análisis de competitividad con las principales empresas del sector de las cafeteras de goteo. Este análisis se basa en el grado de cumplimiento en una escala del 0 (peor) al 5 (mejor) de los requerimientos de los clientes para cada marca. La fuente de información utilizada ha sido Amazon, página web a través de la cual he seleccionado las marcas más vendidas. Además, la puntuación dada a cada requisito según la compañía ha sido puesta en función de las valoraciones de los clientes de Amazon. De esta manera, he realizado una comparativa, de forma cuantitativa, de cada uno de los requisitos de los clientes, usando las cafeteras más vendidas de cada marca. (El análisis de competitividad se encuentra en el Anexo 2).

Es decir, a través de la elaboración de esta matriz, se “escucha la voz del cliente”, para entender lo que ellos esperan del producto que van a adquirir; a la misma vez que se relaciona con las características de calidad, teniendo en cuenta los recursos de los que se dispone. “La meta básica del DFC es resolver los tres principales problemas en los métodos tradicionales de diseño de productos o servicios: desatención de la voz de cliente, pérdida de información y diferentes individuos y funciones trabajando para diferentes requerimientos.” (Ricardo Ruiz de Adana Pérez, 2011).

Esta metodología permite garantizar la satisfacción de la clientela, así como instaurar una base de datos para futuros diseños y mejoras. (Quality-One, 2018). Profundizando en la estructura, toma esta forma:

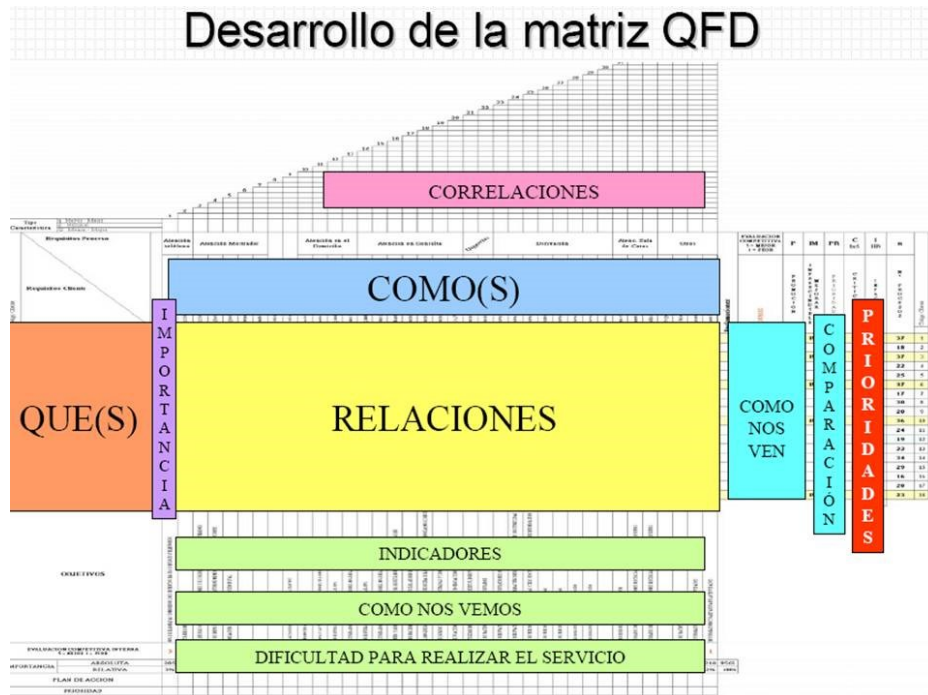
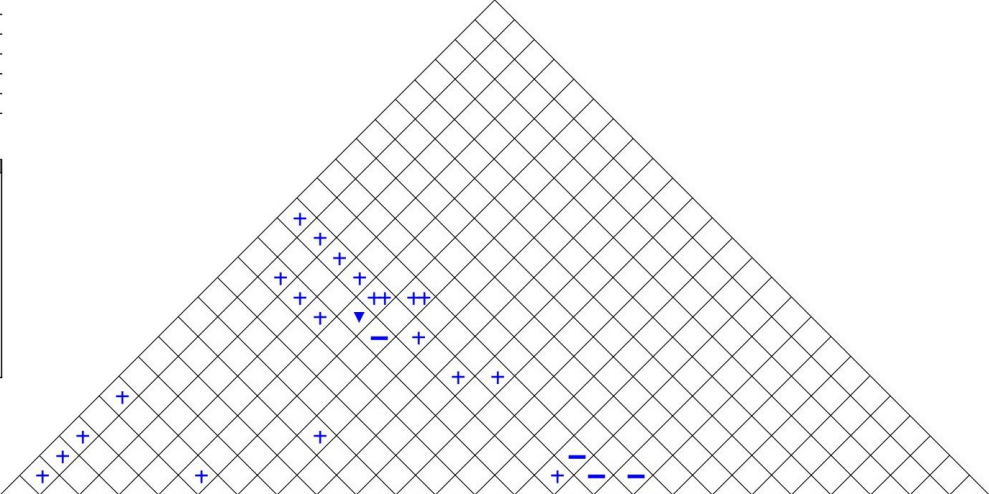


Ilustración 43. Estructura matriz QFD. (Ricardo Ruiz de Adana Pérez, 2011).

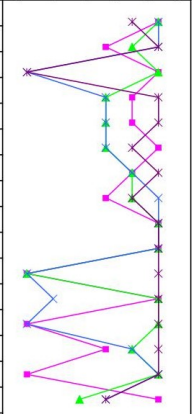
Title: Miriz QFD
 Author: Teresa Abati
 Date:
 Note:

Legend		
CC	Strong Relationship	9
CC	Moderate Relationship	3
CC	Weak Relationship	1
+	Strong Positive Correlation	
+	Positive Correlation	
-	Negative Correlation	
+	Strong Negative Correlation	
▼	Objective Is To Minimize	
▲	Objective Is To Maximize	
X	Objective Is To Hit Target	



Row #	Max Relationship Value in Row	Relative Weight	Weight / Importance	Demanded Quality (a.k.a. "Customer Requirements" or "Wants")	Columns #																										
					Direction of Improvement (▼ Minimize (▼), Maximize (▲), or Target (X))																										
				Quality Characteristics (a.k.a. "Functional Requirements" or "How's")	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
					Peso (gramos)	Alto (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Experiencia de vida (años)	Coste (€)	Nivel de ruido (dB)	Temperatura del café (°C)	Tiempo que mantiene el café caliente (minutos)	Éxito de funcionamiento (%)	Piezas extraíbles (nº)	Intensidad de café (ml. agua/café)	Capacidad depósito de agua (mL)	Emisión de gases efecto invernadero (kg de CO2/h)	Consumo energético (kW/h)	Descartado tecnológico (%)	Tiempo de funcionamiento (minutos)										
1	9	8,1	5,0	Fácil de usar	○	○	○	○					○	○																	
2	9	6,5	4,0	Duradera	▲				○	▲				▲	○			○		○											
3	9	4,8	3,0	Respetuosa con el medio ambiente					○		▲						○	○		▲											
4	9	4,8	3,0	Gran capacidad (tazas de café)		○	○	○								○															
5	9	4,8	3,0	Tamaño pequeño	○	○	○	○								▲	▲	▲													
6	9	4,8	3,0	Peso ligero	○	○	○	○									▲	▲													
7	9	8,1	5,0	Fácil de limpiar	▲	▲	▲	▲							○																
8	1	8,1	5,0	Estéticamente bonita		▲	▲	▲		▲																					
9	9	8,1	5,0	Tarde poco tiempo en hacer café										○					▲	▲	○										
10	9	6,5	4,0	Tenga apagado automático									▲	▲					○	○	○										
11	9	4,8	3,0	Tenga temporizador																○	○	▲									
12	9	6,5	4,0	No haga mucho ruido							○										○										
13	9	6,5	4,0	Tenga control de la intensidad del café (sabor)											▲		○				▲										
14	9	6,5	4,0	Mantenga el café caliente								○	○								▲										
15	3	6,5	4,0	Tenga una jarra térmica								○	○								▲										
16	9	4,8	3,0	Precio bajo					▲	○				○						▲											
17																															
18																															
19																															
20																															
21																															
22																															
23																															
24																															
25																															
				Target or Limit Value	200	40	30	25	6	35	60	55	120	90	10	18	150	0,7	0,85	75	10										
				Difficulty (0=Easy to Accomplish, 10=Extremely Difficult)	3	3	3	3	2	5	2	3	4	1	2	7	1	6	6	5	3										
				Max Relationship Value in Column	9	9	9	9	9	9	9	9	3	9	9	9	9	9	9	3	9	9									
				Weight / Importance	96,8	112,9	112,9	112,9	77,4	58,1	62,9	45,2	77,4	130,6	96,8	58,1	48,4	72,6	66,1	179,0	96,8										
				Relative Weight	6,4	7,5	7,5	7,5	5,1	3,9	4,2	3,0	5,1	8,7	6,4	3,9	3,2	4,8	4,4	11,9	6,4										

Competitive Analysis (0=Worst, 5=Best)				
Algotar (mi marca)	Melitta	Philips	Cecotec	



Resultados

Fijando la atención en los requisitos de los clientes, tanto “que la cafetera tenga una jarra térmica”, como “que la cafetera no sea muy ruidosa” son satisfechos por pocas especificaciones técnicas, (dos en concreto).

Es decir, sería conveniente establecer otros factores de calidad para satisfacer estos requerimientos. Además, la importancia dada por los clientes es de 4 sobre un total de 5, el cual es un valor significativo y, por lo tanto, unos requisitos en los que hacer especial énfasis.

En cuanto a los COMO'S, resalta que la columna correspondiente a intensidad del café (mL agua/g café), solo satisface a un QUÉ del control sobre el aroma del café. Esto implica que posiblemente sea un indicador innecesario y que se puede prescindir de él.

Por otra parte, las especificaciones de diseño que más contribuyen a satisfacer los requisitos de los clientes son:

- Las tres dimensiones (alto, ancho y largo)
- Peso
- Éxito de funcionamiento
- Consumo energético
- Desarrollo tecnológico

Es decir, a la hora de diseñar la cafetera, las compañías tienen que centrarse primordialmente en estos requisitos, para complacer los requerimientos de los clientes y su satisfacción.

Asimismo, cabe analizar aquellos requerimientos de los clientes en los que la empresa fabricante de mi cafetera, Aigostar, destaca o se queda atrás en comparación con los competidores estudiados.

Con relación a los puntos de promoción, es decir, aquellos requerimientos en los que Aigostar ha sobresalido frente a sus competidores, destacan el peso ligero, así como el precio bajo de la cafetera. Estas características de la cafetera son aquellas en las que Aigostar debería centrarse en explotar y promocionar, como ventaja contra las empresas competidoras.

Cabe fijar la atención en los puntos críticos, aquellos QUE's a los que los clientes otorgan una alta importancia pero que la valoración de los clientes para Aigostar es menor que en la competencia.

Primero, fijaré la atención en examinar aquellos requisitos de los clientes con un rango de importancia máximo, de 5.

Uno de estos puntos críticos, es la valoración de la estética de la cafetera, que es de un 3, quedando por debajo de Melitta y Cecotec con un 4, y Phillips que tienen un 5. Este requisito tiene el mayor rango de importancia para los clientes, por lo tanto, Aigostar debería centrarse en mejorar el cumplimiento de este requisito.

Con un rango de importancia de nivel 4 (sobre 5), Aigostar queda atrás en la durabilidad de la cafetera, y en el tiempo que se mantiene el café caliente; ambos con una puntuación de 3.

Es decir, el estudio de estos puntos críticos resulta en áreas de oportunidad para Aigostar. La compañía ahora tiene localizados los puntos de flaqueza en los que queda atrás respecto a la competencia. Con esta información, Aigostar puede modificar el diseño, así como el enfoque futuro del producto, para aumentar la satisfacción de los clientes.

La siguiente imagen muestra gráficamente la comparación de puntuación de las diferentes marcas.

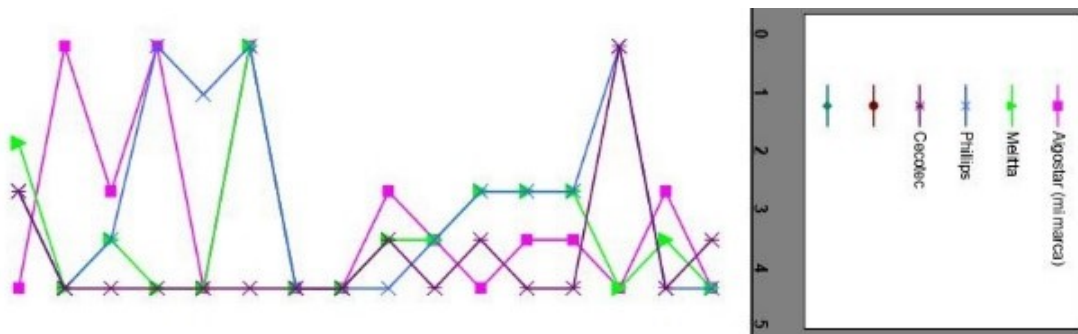


Ilustración 44. Comparación de la satisfacción de los requisitos de las compañías competidoras

Para convertir los puntos críticos en áreas de oportunidad, hay que fijarse en los puntos de fuerte relación de la matriz entre los requisitos de los clientes y las especificaciones técnicas.

A continuación, realizaré un análisis de cada área crítica a mejorar.

- La estética de la cafetera solo tiene niveles de relación bajos con los COMO's, siendo estos las tres medidas de dimensión y el coste. Las medidas tienen un nivel de dificultad técnica bajo (3), en cambio, el coste tiene un nivel más alto (5). Debido al nivel de dificultad técnica del coste, es oportuno mirar rutas alternativas a través de la matriz de correlaciones. En esta, la correlación más positiva es con el desarrollo tecnológico, sin embargo, su dificultad técnica es de 5 también. Aparte, tiene un nivel de correlación alto con la esperanza de vida y el peso, los cuales tienen una dificultad técnica baja.

Una forma de implementar el cambio en las dimensiones, para hacer la cafetera más pequeña, sería usar otros moldes diferentes dado que las piezas están mayoritariamente diseñadas por moldeo por inyección, una forma de fabricación flexible. Además, al usar menos material, no solo estaríamos contribuyendo a que la cafetera sea más “eco-friendly”, sino también a disminuir los costes de manufactura.

- La durabilidad de la cafetera tiene un alto nivel de relación con la esperanza de vida, la cual tienen una dificultad técnica de 2, por lo que será sencillo mejorar este requisito.

La esperanza de vida se podría aumentar mejorando la calidad de la cafetera mediante el uso de otros materiales más resistentes. El material de plástico de la cafetera se podría sustituir por acero inoxidable. Además, muchas opiniones acerca de este producto remarcaban el fino cristal de la jarra, que causa que se rompa con facilidad. Este cristal se podría hacer más grueso para aumentar su vida útil. Sin embargo, todos estos cambios conllevan a un aumento de los costes de fabricación que habría que asumir.

- El requisito de mantener el café caliente tiene un nivel alto de relación con el tiempo en minutos que se mantiene el café caliente. Esta especificación técnica, tiene una dificultad de 4, no muy alta. Al igual que he analizado en la mejora de la durabilidad de la cafetera, se podría mejorar este requisito también mediante la perfección del sistema eléctrico, lo cual produciría un aumento en los costes.

Con la mejora de estos puntos débiles en los que Aigostar queda desfavorecida en comparación con la competencia, basada en el diseño para la fabricación, la cuota de mercado de esta empresa en el mercado de las cafeteras de goteo aumentaría de forma significativa.

ESPECIFICACIÓN DEL DISEÑO DEL PRODUCTO (PDS)

La especificación del diseño del producto es un documento creado en base a los resultados obtenidos en el previo análisis de calidad, con el fin de describir los requisitos que deben cumplirse para el nuevo diseño del producto mejorado, resolviendo los problemas encontrados. En este documento se incluyen todas las actividades de diseño, manufactura y otros aspectos relacionados con la fabricación del nuevo diseño. Análisis inspirado en las páginas web de Servicio Nacional de Aprendizaje (s.f) y Kapek Design (s.f). Estas actividades se dividen en las siguientes características mostradas en la siguiente ilustración:

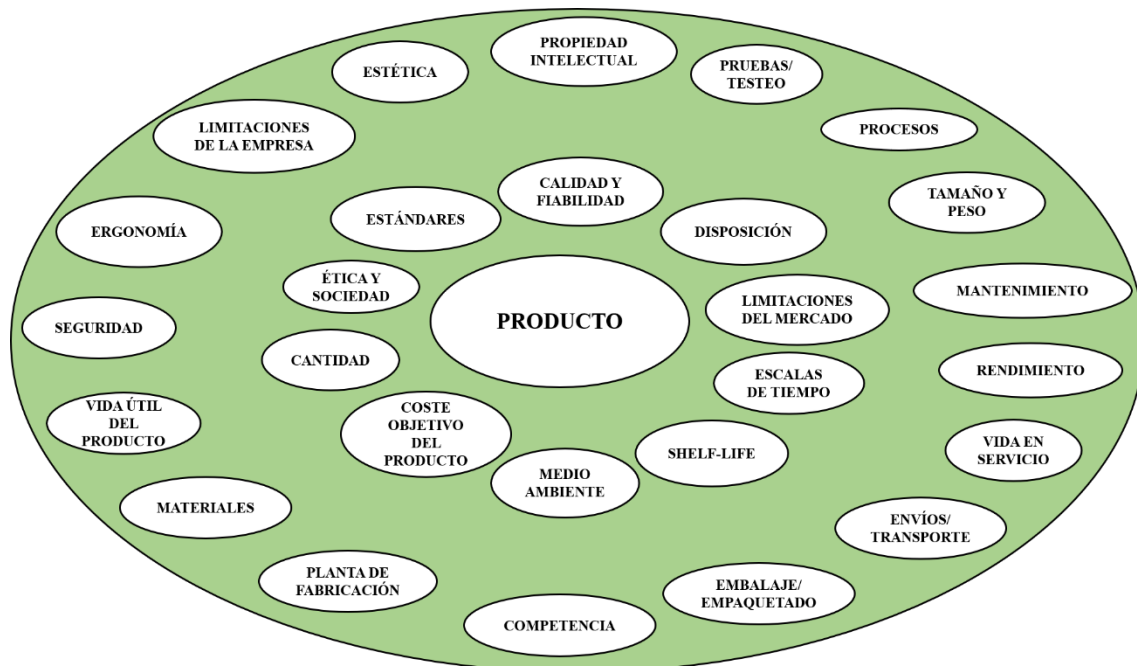


Ilustración 45. Elementos del PDS.

- **Calidad y fiabilidad**
 - La meta es producir la cafetera con cerro errores, mediante la correcta elección de las tolerancias dimensionales.
 - Se busca un éxito de funcionamiento del 90%.
 - La calidad debe ser tal que el sistema de producción de café no debe de fallar en un periodo de 3 años. Además, un máximo de un 5% podría fallar durante el primer año.
 - Certificados de calidad GS, RoHS y LFGB.
- **Disposición/desechos**
 - Los desechos generados de la producción de las cafeteras serán separados y depositados correctamente para su reciclaje.

- En el manual que incluye cada cafetera vendrán instrucciones de como reciclar y deshacerse de sus partes, especialmente las que contienen plástico.
- Limitaciones del mercado
 - El mercado general de este producto son los consumidores.
 - Este producto se venderá en línea y en tiendas físicas
- Escalas de tiempo
 - Los cambios en el diseño del producto para mejorar la durabilidad, la estética y el tiempo que se mantiene el café caliente se realizarán en un máximo de 2 años.
 - Una vez modificado el diseño, se producirá y llevará al mercado en un máximo de 3 meses.
- Shelf-life (deja de funcionar bien tras almacenar)
 - El tiempo máximo de almacenamiento del producto sin que se degrade es de 6 meses.
- Medio ambiente
 - El producto consumirá un máximo de 3 kW.h, siendo el consumo ideal 0'85 kW·h.
 - La cafetera estará diseñada de forma que produzca un máximo de 5 kg de CO2 por hora, siendo el valor deseado 0'7 kg de CO2 por hora.
 - El ruido que pueda producir la cafetera será como máximo de 90 dB, siendo el valor ideal 60 dB.
 - Todos los desechos que puedan producirse de la fabricación de la cafetera serán debidamente reciclados.
- Coste objetivo del producto
 - El producto para el usuario final tendrá un coste de 30,99€.
 - El coste de manufactura será como máximo un tercio del precio final del producto.
 - El coste de empaquetamiento y envío será como máximo un 10% del precio final.
- Cantidad
 - Se producirán lotes de 1000-1500 para mercados nacionales e internacionales durante el primer año.
 - Si aumenta la demanda, se incrementará en 800 cada año.

- **Ética y sociedad**
 - La mejora del diseño del producto no causará ningún despido impropio en los trabajadores, ni estará relacionado con ninguna práctica ilegal.

- **Estándares**
 - Consumo energético estándar ERP2: Producto que cuenta con una certificación de alta estándar, cumpliendo los requisitos estrictos, alcanzando las necesidades requeridas para el ahorro de consumo de energía, tanto para el apagado del aparato como para el modo de espera.
 - Certificados de calidad GS, RoHS y LFGB.

- **Cliente**
 - Realizar todas las mejoras posibles para satisfacer a los clientes en los requisitos que quieren que cumpla el producto. Especialmente, en que la cafetera tarde poco en a ver café, que sea bonita, fácil de limpiar y duradera.
 - Se realizarán encuestas de satisfacción cada cuatrimestre y se harán estudios etnográficos.

- **Propiedad intelectual**
 - Cualquier innovación en el producto respetará patentes ya existentes o se usarán con la correspondiente patente.
 - En caso de hacer algún invento en el diseño de la cafetera, se registrará en forma de patente u otra forma de documentación.

- **Pruebas**
 - Deben de hacerse pruebas al menos al 5% de las unidades producidas.
 - Pruebas de seguridad, calidad, impacto ambiental y funcionamiento.
 - Especialmente centrandose la atención en aumentar el tiempo que se mantiene el café caliente y la durabilidad de la cafetera.
 - Por otro lado, sería conveniente hacer encuestas sobre la opinión de los clientes sobre la estética de la cafetera.

- **Procesos**
 - Las piezas distintas de tornillos, muelles, juntas y otras que pertenecen al sistema eléctrico, serán manufacturadas con los procesos pertinentes.
 - La compañía dispondrá de los medios necesarios para llevar a cabo procesos de moldeo por inyección, prensado y extrusión entre otros.
 - La capacidad de fabricación será capaz para abastecer la demanda de cafeteras.

- **Tamaño y peso**
 - El tamaño de la cafetera debe de ser pequeño, de tal forma que el cliente pueda situarlo en cualquier lugar de su cocina y ser manipulada fácilmente.
 - Convenientemente, máximo 40 (alto) x 30 (largo) x 25 (ancho) cm
 - La cafetera debe tener un peso ligero, como máximo 2 kg preferiblemente.

- **Mantenimiento**
 - La cafetera no requiere un mantenimiento ni herramientas especiales, que no sea limpieza.
 - Cada unidad vendida incluirá un folleto informativo con instrucciones de limpieza y mantenimiento.
 - Si la cafetera se avería puede contactar con la empresa, que proporcionará las piezas de repuesto. Además, la cafetera tendrá una garantía de 2 años en caso de estar defectuosa de fábrica.

- **Rendimiento**
 - Luz indicadora del encendido del aparato: Un único botón para el apagado o el encendido
 - Mantiene el calor durante 2 horas mínimo.
 - La cafetera que permite elaborar diferentes tipos de té y café
 - Gran capacidad del recipiente 1.25L
 - Se desconecta automáticamente
 - Prepara una jarra entera de café en 10 minutos.
 - Potencia: 1000 W
 - Voltaje: 220-240 V
 - Frecuencia: 50/60 Hz

- **Vida en servicio**
 - Debe soportar un período de funcionamiento de 1 hora de uso ininterrumpido por día durante 5 años

- **Envíos/transporte**
 - Los envíos podrán hacerse por transporte terrestre, aéreo o marítimo; y podrán llegar a Europa, así como Estados Unidos, Asia y Oceanía.
 - Además, las condiciones de transporte deben de ser seguras para no dañar la cafetera.
 - Los costes asociados al transporte no deben de ser muy altos, máximo un 10% del precio unitario.

- **Embalaje/empaquetado**
 - Principalmente debe de proteger a la cafetera durante el almacenamiento y el envío, especialmente porque tiene componentes frágiles como la

- jarra de vidrio. Por lo tanto, sería conveniente que incluyera un rótulo con estas indicaciones.
- Por otro lado, sería preferible usar materiales que sean respetuosos con el medio ambiente como cartón y usar tan solo la cantidad necesaria.
 - Este empaquetado no debe suponer un gran gasto para la empresa, como máximo 10% del precio de venta de la cafetera.
 - Además, se busca que este empaquetado sea llamativo, atraiga la atención del cliente y sea estético.
- Competencia
 - Mejorar los puntos críticos de mi producto (durabilidad, estética y tiempo que mantiene el café caliente), para vencer a las principales compañías competidoras.
 - Entre ellas se encuentran Melitta, Cecotec y Phillips.
 - Planta de fabricación
 - Se usarán las mismas plantas de fabricación, mismo tipo de equipamiento y personal.
 - Materiales
 - Materiales que sean ligeros y de bajo coste pero que a la misma vez tengan resistencia a impactos y sean duraderos (no haya que prestar especial atención en su mantenimiento). Plásticos como el polipropileno, acero inoxidable y vidrio para la jarra que sea duro y resistente a altas temperaturas.
 - Se propone disminuir el tamaño de la cafetera, por lo tanto, usar menos material, para mejorar la estética.
 - Vida útil del producto (se rompe definitivamente)
 - Vida útil de mínimo 6 años.
 - Seguridad
 - El consumidor debe tener manuales, documentos y etiquetas necesarias para evitar accidentes, así como promoviendo el buen uso del producto.
 - Los trabajadores relacionados con todas las etapas de manufacturación del producto han de tener la información y las medidas necesarias para que no ocurra ningún incidente.
 - Además, se debe controlar que la temperatura no supere los 65-70°C.
 - Los niveles de ruido no superen los 80 dB.
 - El sistema de funcionamiento tenga mecanismos de seguridad como los fusibles.
 - No se desprendan productos químicos.

- Ergonomía
 - La cafetera debe de tener facilidad de almacenaje.
 - Además, los clientes deben de poder usarla de forma fácil, saber cómo funciona a la perfección sin ninguna dificultad. Una persona debe de ser suficiente para poder utilizarla.
 - También deben de tener comodidad al limpiarla, pudiendo desmontar las piezas que se requieran para ello.
 - Por otro lado, la cafetera debe de haber sido diseñada con todas las precauciones para que sea segura para el usuario. Ninguna pieza afilada, materiales resistentes, y mecanismo de seguridad en el sistema calefactor (con el uso de fusibles, por ejemplo).

- Limitaciones de la empresa
 - Ninguna

- Estética
 - La cafetera debe de ser bonita y distinguida. Debe de producir una sensación de armonía, simetría y proporcionalidad al cliente, reflejando calidad del producto.
 - El tamaño debe de ser pequeño.
 - Los colores deben de dar sensación de elegancia y guardar armonía entre ellos, de tal forma que se tendrá en cuenta a la hora de seleccionar los materiales. Además de ser poco susceptibles a mostrar suciedad (colores oscuros).
 - La jarra debe de ser de vidrio transparente y brillante.

ANÁLISIS DE MANUFACTURA

En el análisis de manufactura realizado, se ha definido tanto el material como el proceso de manufactura de cada una de las piezas mostradas en la lista de materiales. Esta información, proporciona un mayor detalle del producto estudiado.

La información requerida para este análisis ha sido obtenida en la página web de la cafetera, preguntando a profesores de la universidad, así como de páginas webs que venden recambios para aquellas piezas menos comunes.

<i>Pieza</i>	<i>Número</i>	<i>Material</i>	<i>Proceso de Manufactura</i>
Jarra	1	Vidrio	Moldeo por inyección
Tapa	1	Plástico polipropileno (PP)	Moldeo por inyección
Parte interior asa	1	Plástico polipropileno (PP)	Moldeo por inyección
Parte exterior asa	1	Plástico polipropileno (PP)	Moldeo por inyección
Banda metálica	1	Acero inoxidable	Prensado
Tornillo phillips cabeza redonda unión banda metálica	1	Acero inoxidable	Comprado
Soporte banda	1	Plástico polipropileno (PP)	Moldeo por inyección
Embudo	1	Plástico polipropileno (PP)	Moldeo por inyección
Junta circular	1	Teflón (PTFE)	Comprado
Muelle	1	Acero inoxidable	Comprado
Válvula antigoteo	1	Plástico polipropileno (PP)	Moldeo por inyección
Filtro	1	Plástico polipropileno (PP) y malla de nailon	“Melt-blown” y moldeo por inyección

Cubierta inferior	1	Plástico polipropileno (PP)	Moldeo por inyección
Tornillo cabeza triangular unión con cuerpo principal	5	Acero inoxidable	Comprado
Armazón	1	Plástico polipropileno (PP)	Moldeo por inyección
Placa decoradora	1	Acero inoxidable	Prensado
Válvula goteo	1	Plástico polipropileno (PP)	Moldeo por inyección
Junta circular	1	Teflón (PTFE)	Comprado
Unión válvula goteo y tubo salida agua	1	Plástico polipropileno (PP)	Moldeo por inyección
Plataforma conectora	1	Plástico polipropileno (PP)	Moldeo por inyección
Tubo de salida de agua	1	Silicona	Extrusión
Cuerpo principal	1	Plástico polipropileno (PP)	Moldeo por inyección
Placa calentadora	1	Acero	Comprado
Botón	1	Plástico polipropileno (PP)	Comprado
Cable	1	Cobre y plástico	Comprado
Tornillo unión con armazón	4	Acero	Comprado
Cubierta superior	1	Plástico polipropileno (PP)	Moldeo por inyección
Sistema eléctrico			
Pieza de luz de encendido	1	Plástico polipropileno (PP)	Comprado
Tornillo phillips cabeza plana pequeño	3	Acero inoxidable	Comprado
Tornillo phillips cabeza redonda	4	Acero inoxidable	Comprado

Barra retenedora	1	Aleación de aluminio y otros metales aislantes	Comprado
Tornillo phillips cabeza plana	7	Acero inoxidable	Comprado
Soporte cable	1	Plástico polipropileno (PP)	Moldeo por inyección
Manguera	2	Silicona	Extrusión
Válvula	1	Plástico polipropileno (PP)	Comprado
Herradura	1	Aluminio	Comprado
Termostato XB T250 E235386	1	Metal y plástico	Comprado
Tarjeta electrónica	1	Baquelita y cobre	Comprado
Fusible térmico	1	Aleación de metal de bajo punto de fusión	Comprado
Cable	6	Cobre y goma	Comprado
Resistencia	1	Aleación de níquel y cromo	Comprado
Plataforma placa térmica	1	Plástico polipropileno (PP)	Moldeo por inyección
TOTAL	66		

Tabla 12. Análisis de manufactura

ANÁLISIS DEL DISEÑO PARA ENSAMBLAJE (DFA)

El análisis del diseño para montaje (*Design for assembly analysis*), proporciona un enfoque estructurado para analizar el diseño de la cafetera, y así facilitar el ensamblaje del producto.

En este análisis de las primeras fases del diseño, no solo se tiene en cuenta como diseñar la estructura de ensamblaje sino también la fabricación de piezas, para que, en conjunto, el costo total sea más bajo.

Los principales objetivos para tener en cuenta son minimizar el número de piezas (principalmente piezas de sujeción), combinar o eliminar piezas utilizando procesos como moldeo por inyección o estampado de chapa; y revisar las características de las piezas para facilitar ensamblaje de las piezas adyacentes.

El análisis *DFA* reduce el número de 'oportunidades para fallar' en cualquier operación de ensamblaje. Esto conduce automáticamente a una mejor calidad de diseño y fabricación, así como a importantes reducciones de costos.

Para llevar a cabo este análisis se utiliza la lista de materiales, para cada pieza se responde a las siguientes preguntas:

1. ¿Se puede combinar la pieza con cualquiera de las piezas ensambladas previamente porque puede estar hecha del mismo material?
2. ¿Se puede combinar la parte con cualquiera de las partes ensambladas previamente porque no se mueve con respecto a ninguna otra parte?
3. ¿Se puede combinar potencialmente la parte con cualquiera de las partes ensambladas previamente porque no es necesario que esté separada para permitir el ensamblaje de una parte o partes internas (es decir, una placa de cubierta o tapa final)
4. ¿Se puede combinar la parte con cualquiera de las piezas de ensamblaje anteriores porque hay un proceso de fabricación alternativo que podría adoptarse de manera factible o económica (por ejemplo, un proceso de forma de red como moldeo, fundición, estampado de chapa, etc.)

Si la respuesta a todas estas preguntas es afirmativa, entonces hay una oportunidad para combinar y/o eliminar esa pieza. De esta forma, obtenemos el número teórico mínimo de piezas de la cafetera.

Durante la realización de este análisis, he tenido en consideración el circuito eléctrico de la cafetera y todas las partes que lo componen como una sola pieza. Excepto los tornillos que sujetan el cable al cuerpo principal, y los tornillos que juntan la placa térmica; dado que son las piezas que se podrían combinar y/o eliminar sin modificar el funcionamiento del sistema eléctrico.

<i>Pieza</i>	<i>¿Puede estar hecho del mismo material?</i>	<i>¿No se mueve respecto a otras piezas/ partes?</i>	<i>¿No se requiere que se separe para permitir el ensamblaje?</i>	<i>¿Algún proceso de fabricación alternativo que se pueda adoptar?</i>	<i>¿Todas las respuestas son sí?</i>	<i>¿Requerido? 1=sí, 0=no</i>	<i>Oportunidad de combinar o eliminar</i>
Jarra	No	Si	Si	Si	No	0	No
Tapa	Si	Si	Si	Si	Si	1	Si
Parte interior asa	Si	Si	Si	Si	Si	1	Si
Parte exterior asa	Si	Si	Si	Si	Si	1	Si
Banda metálica	Si	Si	Si	Si	Si	1	Si
Tornillo phillips cabeza redonda unión banda metálica	Si	Si	Si	Si	Si	1	Si
Soporte banda	Si	Si	Si	Si	Si	1	Si
Embudo	Si	No	Si	Si	No	0	No
Junta circular	No	No	Si	Si	No	0	No
Muelle	Si	No	Si	Si	No	0	No

Válvula antigoteo	Si	No	Si	Si	No	0	No
Filtro	No	No	Si	No	No	0	No
Cubierta inferior	Si	Si	No	Si	No	0	No
Tornillo cabeza triangular unión con cuerpo principal	Si	Si	Si	Si	Si	1	Si
Armazón	Si	Si	No	Si	No	0	No
Placa decoradora	Si	Si	Si	Si	Si	1	Si
Válvula goteo	Si	Si	Si	Si	Si	1	Si
Junta circular	No	Si	Si	Si	No	0	No
Unión válvula goteo y tubo salida agua	Si	Si	Si	Si	Si	1	Si
Plataforma conectora	Si	Si	Si	Si	Si	1	Si
Tubo de salida de agua	No	Si	Si	Si	No	0	No

Cuerpo principal	Si	Si	No	Si	No	0	No
Placa calentadora	No	Si	Si	Si	No	0	No
Botón	Si	No	Si	Si	No	0	No
Cable	No	No	Si	Si	No	0	No
Tornillo unión con armazón	Si	Si	Si	Si	Si	1	Si
Cubierta superior	Si	Si	No	Si	No	0	No
Sistema eléctrico	No	Si	Si	No	No	0	No
Tornillo unión cable	Si	Si	Si	Si	Si	1	Si
Tornillo placa térmica	Si	Si	Si	Si	Si	1	Si
NÚMERO MÍNIMO DE PIEZAS							16

Tabla 13. Oportunidad de combinar y/o eliminar

Resultados:

El número de piezas reales es de 44, y el número de piezas teóricas obtenidas es de 16. Esto supone una disminución notable del número de piezas.

La mayoría de las partes reducidas se podría lograr mediante la eliminación total de los componentes individuales como tornillos, sustituyéndolos por sistemas de ajuste rápido o ajuste a presión. También, se podrían combinar varias partes de componentes en una sola pieza, que probablemente se podría llevar a cabo por moldeo por inyección. Este proceso de manufactura es el utilizado en la fabricación de la mayoría de las piezas de la cafetera (como muestra la Tabla 12). El moldeo por inyección es un proceso flexible, dado que solo supone cambiar de molde para poder combinar las piezas en una sola, y que, al estar la mayoría fabricadas con el mismo material, polipropileno, es más sencillo de llevar a cabo. Estos cambios suponen una disminución de la cantidad de material utilizado, los procesos de fabricación usados, y por lo tanto del coste de fabricación de la cafetera. Además, al usar menos variedad de materiales, es más fácil separar las piezas y reciclarlas.

TIEMPO DE ENSAMBLAJE

Con relación al proceso de montaje de la cafetera, en la siguiente tabla se presenta un estudio de los tiempos de montaje de cada pieza. Al igual que en el análisis *DFA* presentado anteriormente, el sistema eléctrico se tiene en cuenta como una unidad.

El tiempo de montaje está compuesto por la suma de otros dos: tiempo de manipulación y alineación de la pieza, y tiempo de insertar y asegurar. De los datos presentados en la tabla, cabe aclarar que el grosor hace referencia al lado más estrecho de la pieza, y el tamaño se refiere al lado más largo del rectángulo más pequeño en el que se podría encerrar la pieza.

Los factores que determinan el tiempo de manipulación y alineación están relacionados con el tamaño, la simetría y la forma de la pieza principalmente. Cuanto menor sea la pieza requiere más tiempo, al igual que piezas más grandes que un tamaño mediano. En los cálculos realizados en la tabla, se suman 5 segundos si la pieza es menor que 2 cm, y se añaden 3 segundos si es mayor de 20 cm. Por otro lado, la simetría también es influyente, y depende de los ángulos alfa (simetría rotacional en torno a un eje perpendicular al de inserción), y beta (simetría rotacional en torno al eje de inserción). La forma en la que se cuantifica el grado de simetría es con el siguiente cálculo: $\frac{\alpha+\beta}{360}$.

Por cada pieza se tienen en cuenta un mínimo de 0,5 segundos de agarre, con la posibilidad de añadir 0,4 segundos si hay alguna dificultad añadida, como que la pieza sea resbaladiza, frágil, afilada o flexible.

En cuanto al tiempo de inserción, se tiene en cuenta unos 0,5 segundos de colocación general. Además, la importancia del posible agujero con el que alinear la pieza; si es menor de 2 mm se suman 0,7 segundos, si es menor de 4 mm se añaden 0,3 segundos. En el caso de que se alinee con un pin, si es menor de 2 mm se añaden 0,4 segundos, pero si es menor de 4 mm se añaden 0,1 segundos. Es decir, en ambos casos cuanto menor sea el tamaño, más tiempo requiere. Además, si se requiere una ayuda de agarre como pinzas o guantes, se incrementa el tiempo en 1,4 segundos.

El tiempo de aseguramiento se incrementa en 1 segundo hay que realizar una inserción de torneado como un tornillo. En el caso de asegurarlo con sistema de ajuste rápido o a presión se incrementa 0,3 segundos y 0,8 segundos. En el caso de que haya que realizar un ajuste final de un tornillo o tuerca se añade 2 segundos si se realiza de un lado, o 7 segundos si se realiza de dos. Si además se requiere una rotación para acabar el montaje, se añaden 1,8 segundos. Finalmente, si hay alguna dificultad extra como dificultad de vista o acceso, muelles, fuerza requerida o tolerancia se añaden 0,4 segundos.

<i>Pieza</i>	<i>Número</i>	<i>Alfa (°)</i>	<i>Beta (°)</i>	<i>Tamaño (mm)</i>	<i>Grosor (mm)</i>	<i>Manipulación y Alineación</i>		<i>Insertar y Asegurar</i>		<i>Tiempo total (s)</i>	<i>Oportunidad de combinar o eliminar</i>
						<i>Descripción</i>	<i>Tiempo (s)</i>	<i>Descripción</i>	<i>Tiempo (s)</i>		
Jarra	1	360	360	150	117	No tiempo extra	2,5	Colocación general	0,5	3	No
Tapa	1	360	360	73	18	No tiempo extra	2,5	Colocación general, pin mediano, snap	0,9	3,4	Si
Parte interior asa	1	360	360	122	66	No tiempo extra	2,5	Colocación general, snap	0,8	3,3	Si
Parte exterior asa	1	360	360	105	31	No tiempo extra	2,5	Colocación general, pin mediano, snap, dificultad de inserción	1,3	3,8	Si
Banda metálica	1	360	180	480	8	Tamaño grande	2,3	Colocación general, agujero mediano, dificultad de inserción	1,2	3,5	Si

Tornillo phillips cabeza redonda unión banda metálica	1	360	0	16	6	Tamaño pequeño	2	Colocación general, agujero mediano, inserción de torneado, apriete final, dificultad de inserción	4,2	6,2	Si
Soporte banda	1	180	180	11	9	Tamaño pequeño	2	Colocación general, agujero mediano, dificultad de inserción	1,2	3,2	Si
Embudo	1	360	360	140	127	No tiempo extra	2,5	Colocación general	0,5	3	No
Junta circular	1	180	0	12	1	Tamaño pequeño	1,5	Colocación general, agujero mediano	0,8	2,3	No
Muelle	1	180	0	25	12	No tiempo extra	1	Colocación general, agujero mediano,	1,2	2,2	No

								dificultad de inserción			
Válvula antigoteo	1	360	360	19	23	Tamaño pequeño	3	Colocación general, agujero mediano, dificultad de inserción	1,2	4,2	No
Filtro	1	360	180	120	100	No tiempo extra	2	Colocación general	0,5	2,5	No
Cubierta inferior	1	360	360	205	20	Tamaño grande	2,8	Colocación general, agujero mediano, dificultad de inserción	1,2	4	No
Tornillo cabeza triangular unión con cuerpo principal	5	360	0	14	5	Tamaño pequeño	2	Colocación general, agujero mediano, inserción de torneado, apriete final, dificultad de inserción, rotar base	6	40	Si

Armazón	1	360	360	210	102	Tamaño grande	2,8	Colocación general, agujero mediano, pin mediano, snap, dificultad de inserción	1,6	4,4	No
Placa decoradora	1	360	360	271	8	Tamaño grande	2,8	Colocación general, pin mediano, snap, dificultad de inserción	1,3	4,1	Si
Válvula goteo	1	360	360	110	105	No tiempo extra	2,5	Colocación general, pin mediano, snap, dificultad de inserción	1,3	3,8	Si
Junta circular	1	180	0	12	2	Tamaño pequeño	1,5	Colocación general, agujero mediano	0,8	1,8	No

Unión válvula goteo y tubo salida agua	1	360	360	27	16	No tiempo extra	2,5	Colocación general, agujero mediano	0,8	3,3	Si
Plataforma conectora	1	360	360	60	18	No tiempo extra	2,5	Colocación general, pin mediano, snap, dificultad de inserción	1,3	3,8	Si
Tubo de salida de agua	1	180	0	155	10	No tiempo extra	1	Colocación general, agujero mediano	0,8	1,8	No
Cuerpo principal	1	360	360	210	98	Tamaño grande	2,8	Colocación general, agujero mediano, pin mediano, snap, dificultad de inserción	1,6	4,4	No
Placa calentadora	1	360	360	137	29	No tiempo extra	2,5	Colocación general	0,5	3	No

Botón	1	360	0	16	10	Tamaño pequeño	2	Colocación general, agujero mediano	0,8	2,8	No
Cable	1	360	360	790	35	Tamaño grande	2,8	Colocación general, agujero mediano	0,8	3,6	No
Tornillo unión con armazón	4	360	0	15	5	Tamaño pequeño	2	Colocación general, agujero mediano, inserción de torneado, apriete final, dificultad de inserción	4,2	24,8	Si
Cubierta superior	1	360	360	221	33	Tamaño grande	2,8	Colocación general, pin mediano, snap, dificultad de inserción	1,3	4,1	No
Sistema eléctrico	1	360	360	198	35	Dificultad extra	2,9	Colocación general, agujero	3	5,9	No

								mediano, dificultad de inserción, rotar base			
Tornillo unión cable	2	360	0	16	6	Tamaño pequeño	2	Colocación general, agujero mediano, inserción de torneado, apriete final, dificultad de inserción	4,2	12,4	Si
Tornillo placa térnica	5	360	0	13	5	Tamaño pequeño	2	Colocación general, agujero mediano, inserción de torneado, apriete final, dificultad de inserción, rotar base	6	40	Si

Tabla 14. Tiempos de ensamblaje

Resultados:

En los tiempos totales obtenidos para cada pieza, las piezas que invierten mayor tiempo en realizar el montaje son todos los tornillos componentes de la cafetera. Al igual que en el análisis *DFA* realizado, estas piezas son susceptibles de ser reemplazadas por sistemas de ajuste rápido o ajuste a presión. Estos sistemas de ajuste suponen una disminución significativa del tiempo de montaje en comparación con los tornillos.

Además, otras piezas que invierten una cantidad de tiempo notable son el cuerpo principal, el asa de la jarra, el armazón y otras piezas del armazón. Del mismo modo que en el análisis *DFA*, estas piezas se podrían combinar en una sola, reduciendo así el tiempo de montaje.

Estos son los cambios que se podrían realizar para optimizar el montaje. Además, es importante tener en cuenta que normalmente los costes de montaje suponen entre un 5% y un 10% de los costes totales de manufactura.

Conclusiones:

En vista de los resultados obtenidos en el análisis *DFA* y de tiempo de montaje, se ha obtenido el coeficiente de eficiencia de montaje:

$$\text{Assembly Efficiency} = \frac{\text{Número mínimo de piezas} \cdot \text{Tiempo ideal de montaje (s)}}{\text{Tiempo total de montaje (s)}} = \frac{16 \cdot 3}{208,6} = 0,230 = 23\%$$

Teniendo en consideración que los productos con un índice entre 5-10% necesitan ser rediseñados, y los productos bien diseñados tienen un índice aproximadamente del 25%; el coeficiente obtenido indica que, aunque el producto está bien diseñado, podría realizarse alguna mejora como las analizadas anteriormente.

MODELO CAD DEL PRODUCTO

Con los resultados obtenidos del estudio de la matriz de calidad (DFC), del análisis *DFA*, así como de tiempos de montaje, las principales partes que se pueden rediseñar son el armazón, el cuerpo principal, la cubierta inferior y el asa de la jarra.

A continuación, se muestran los modelos CAD de cada parte, diseñados con el programa *CREO parametrics*.

Jarra:



Ilustración 46. Jarra perspectiva 1

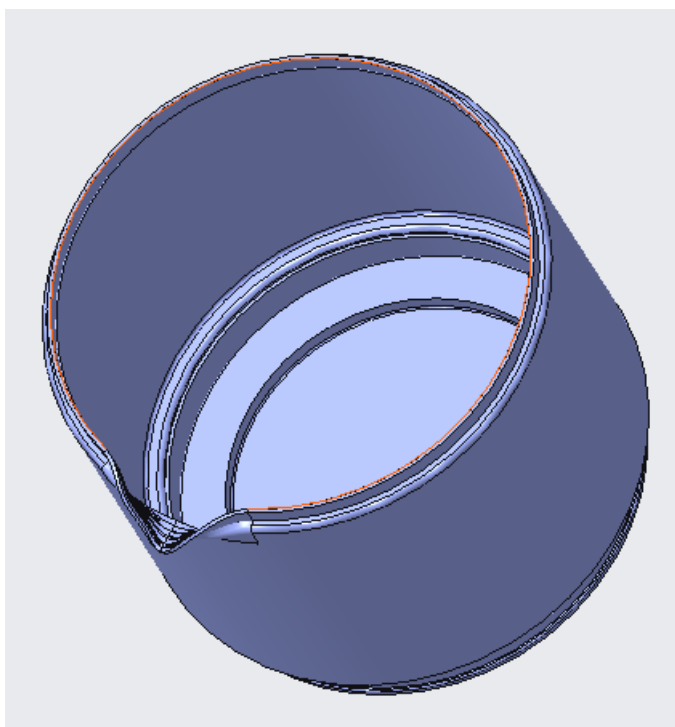


Ilustración 47. Jarra perspectiva 2

Asa de la jarra:

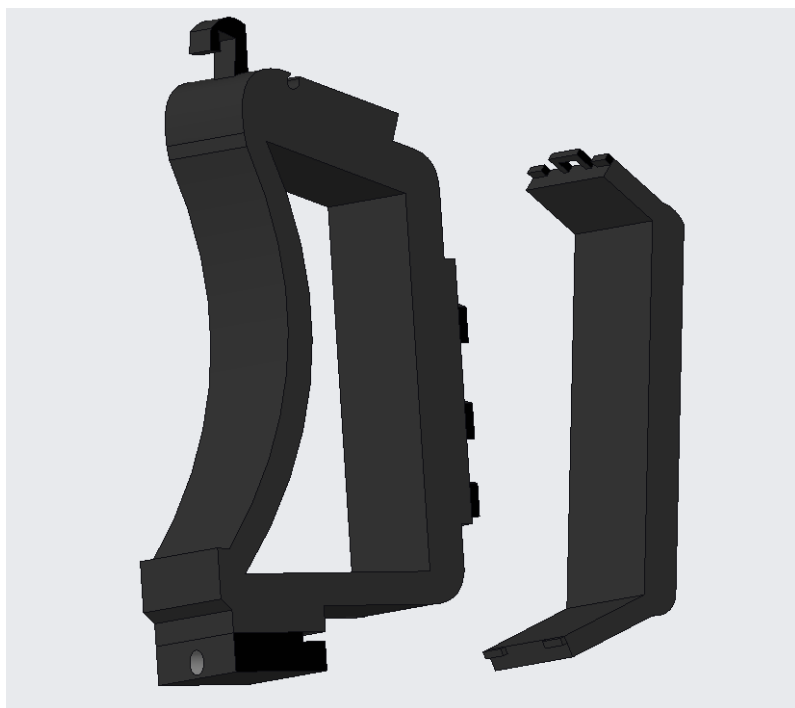


Ilustración 48. Asa perspectiva 1



Ilustración 49. Asa perspectiva 2

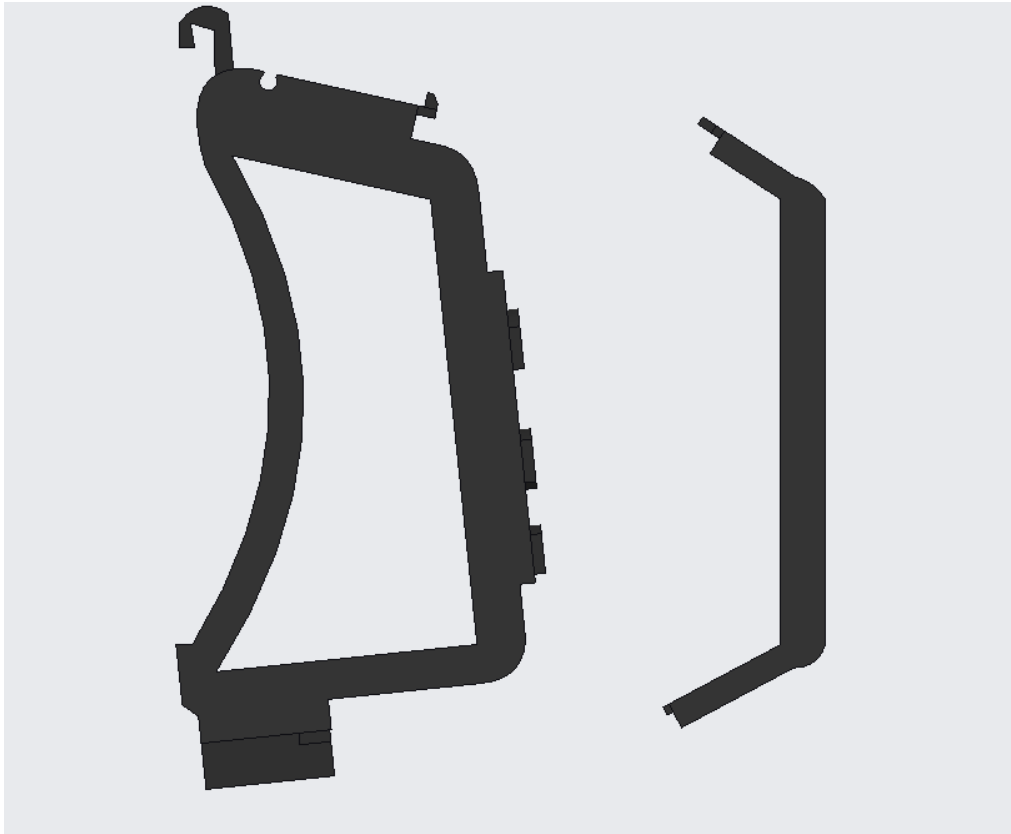


Ilustración 50. Asa perspectiva 3

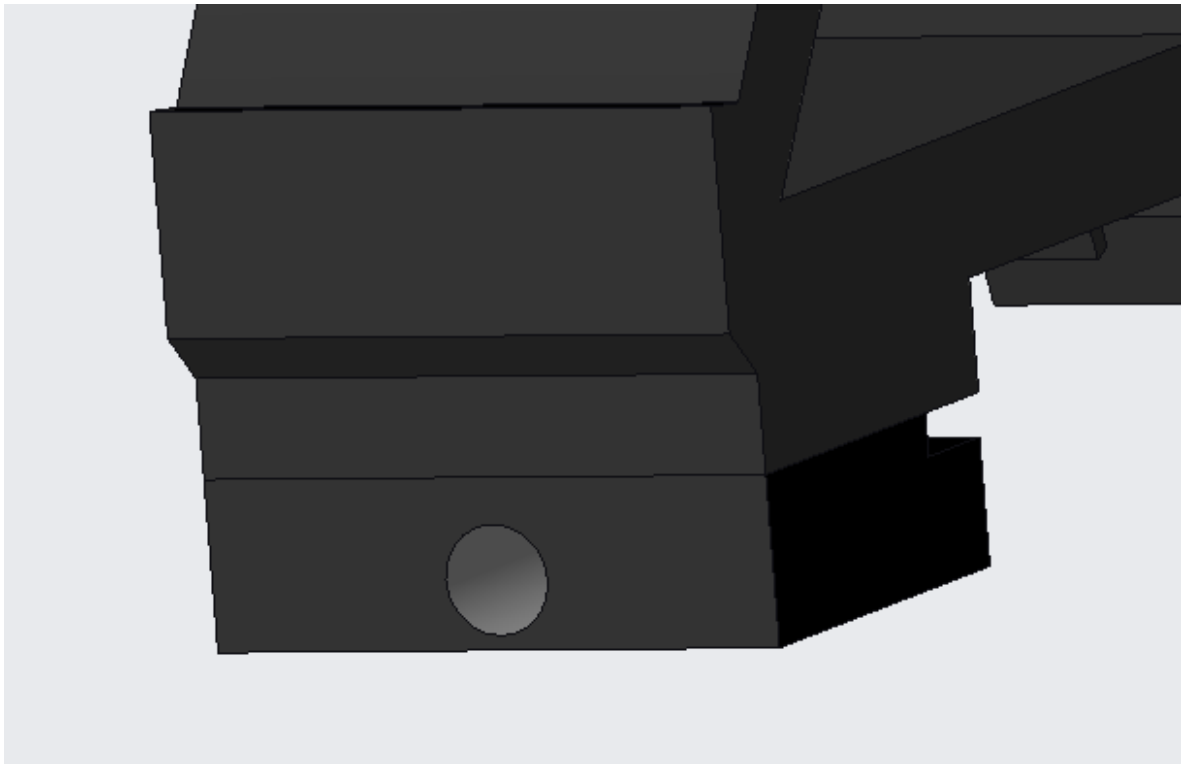


Ilustración 51. Asa perspectiva 4

Armazón:



Ilustración 52. Armazón perspectiva 1

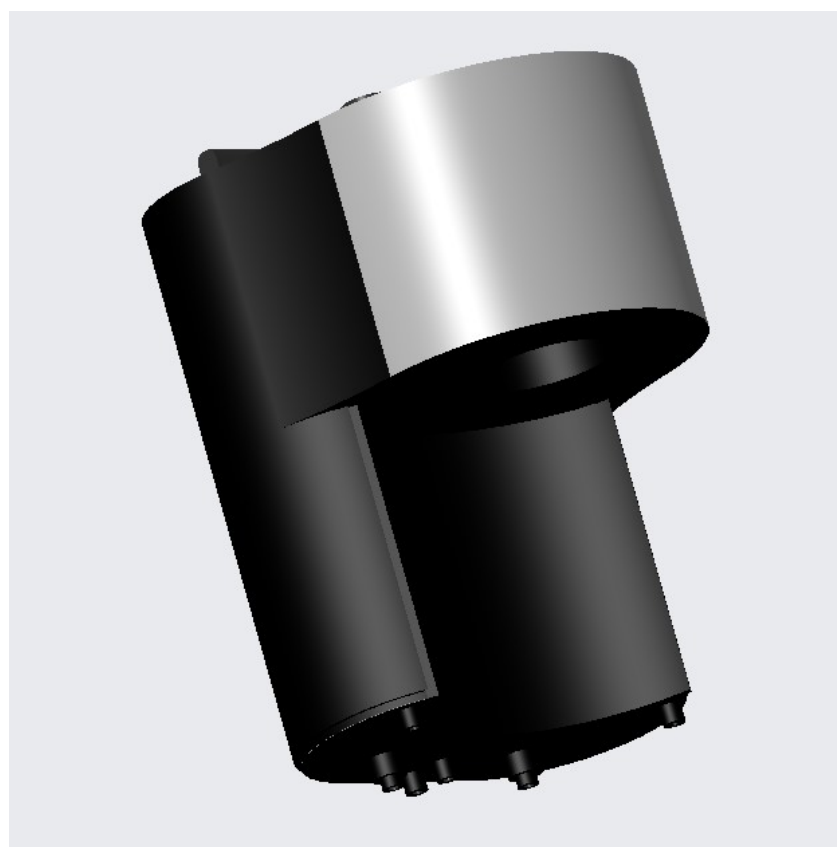


Ilustración 53. Armazón perspectiva 2

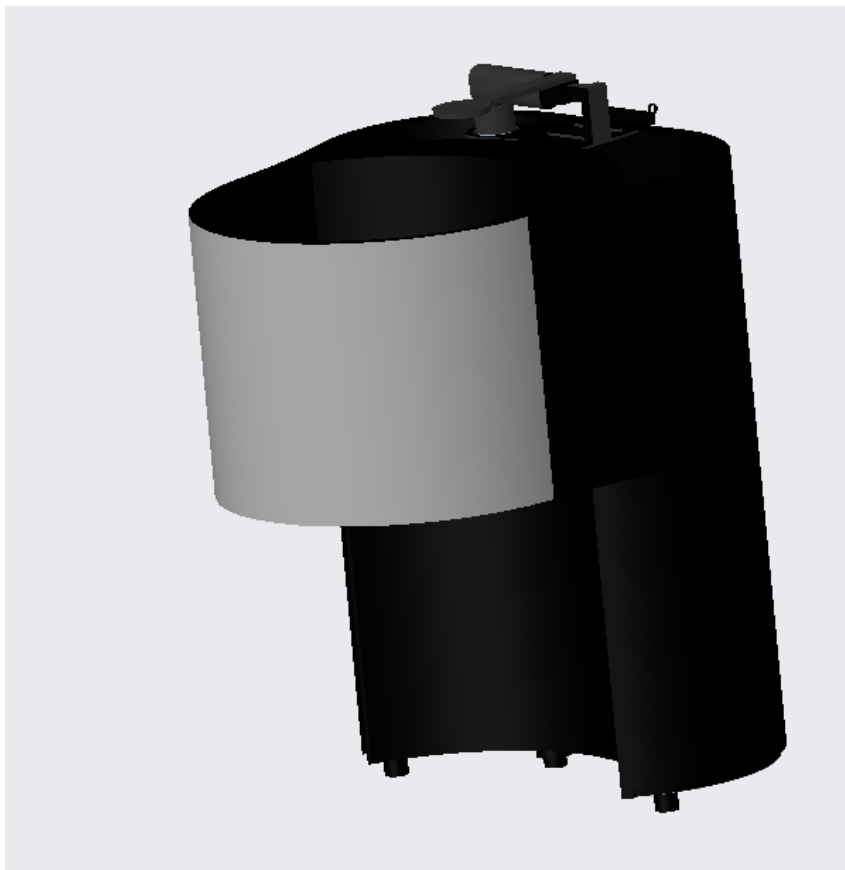


Ilustración 54. Armazón perspectiva 3

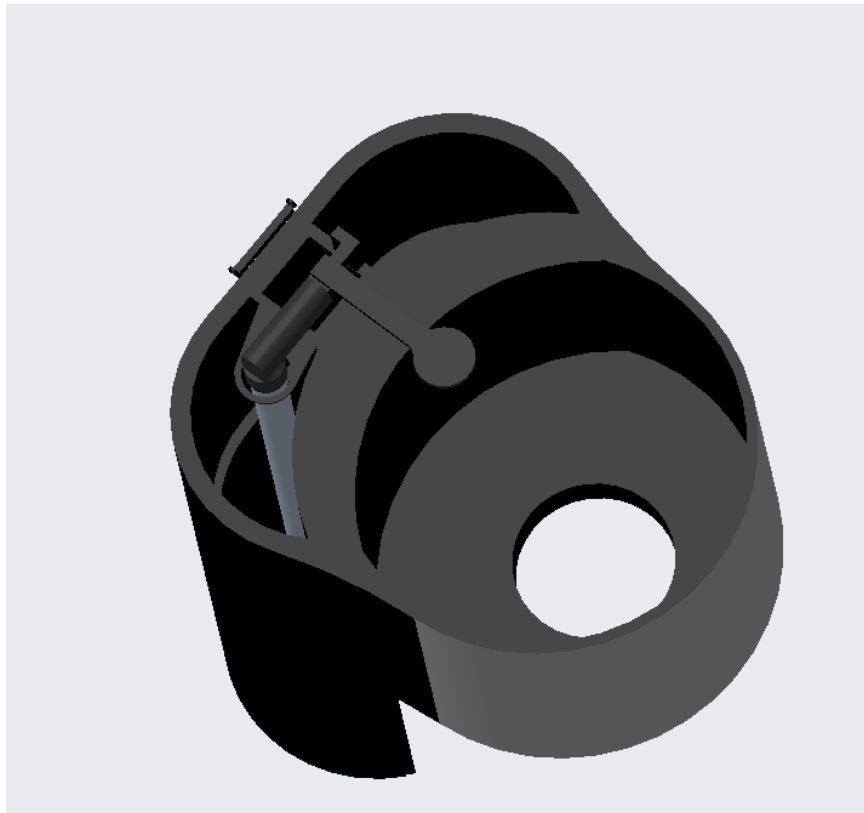


Ilustración 55. Armazón perspectiva 4

Cuerpo principal:



Ilustración 56. Cuerpo principal perspectiva 1



Ilustración 57. Cuerpo principal perspectiva 2

Cubierta inferior:

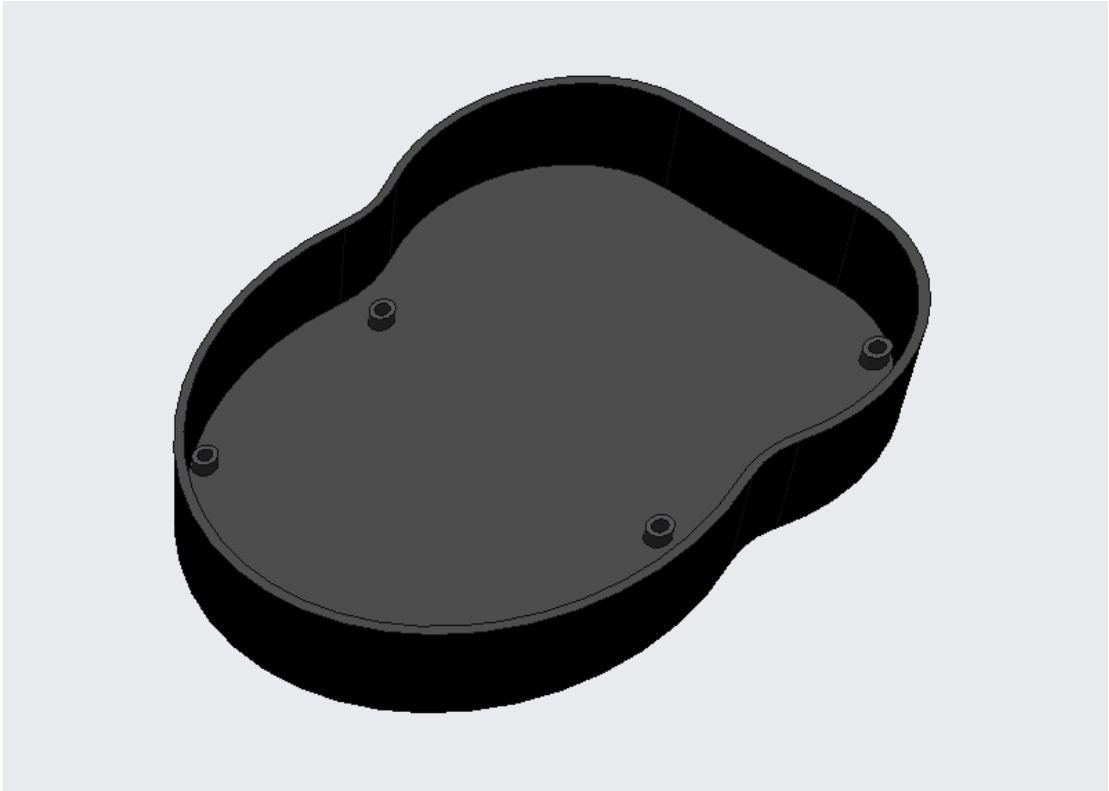


Ilustración 58. Cubierta inferior perspectiva 1

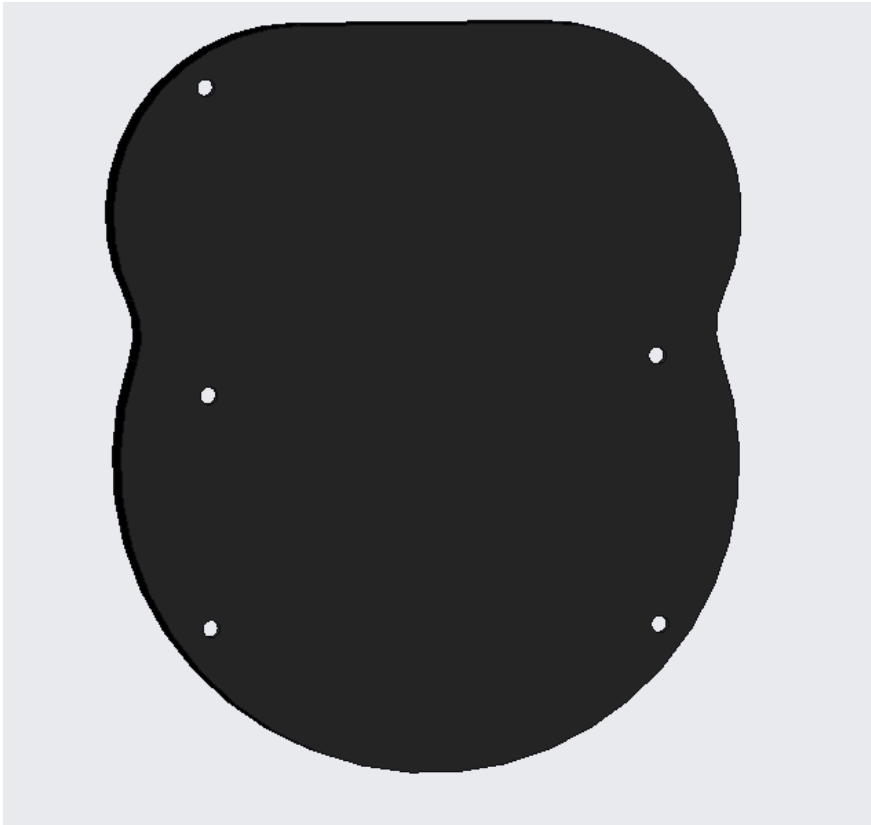


Ilustración 59. Cubierta inferior perspectiva 2

COSTO DE MANUFACTURA DEL PRODUCTO

Para las partes escogidas para estudiar, se presenta un análisis del costo de manufactura de cada una, y la suma total.

Los datos del costo de las piezas como tornillos, juntas y tubos han sido obtenidos de *McMaster-Carr*, una página web de una compañía estadounidense proveedora de materias primas y herramientas.

Por otro lado, las piezas como las partes del asa de la jarra, el armazón, el cuerpo principal, la cubierta inferior, y las otras pequeñas piezas relacionadas con el rediseño de la cafetera se han obtenido de otra manera. Dado que todas estas están fabricadas de polipropileno, su costo se ha calculado en función del precio de polipropileno por peso encontrado, añadiendo un 20% de los costos de mano de obra de montaje, embalaje y fabricación. Además, de la misma manera se ha calculado el costo de la banda metálica, con el precio del acero inoxidable por peso.

Precio del PP por peso = 1350 \$/1000 kg

Precio del acero inoxidable por peso = 1680 €/1000 kg \approx 1843,04 \$/1000 kg

En la siguiente tabla se muestran los resultados:

<i>Pieza</i>	<i>Número</i>	<i>Material</i>	<i>Proceso de Manufactura</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Coste (\$)</i>
Jarra	1	Vidrio	Moldeo por inyección	0,25	0,15
Parte interior asa	1	Plástico polipropileno (PP)	Moldeo por inyección	0,021	0,0284
Parte exterior asa	1	Plástico polipropileno (PP)	Moldeo por inyección	0,006	0,0081
Banda metálica	1	Acero inoxidable	Prensado	0,009	0,0166
Tornillo phillips cabeza redonda	1	Acero inoxidable	Comprado	-	0,0879

Soporte banda	1	Plástico polipropileno (PP)	Moldeo por inyección	0,001	0,0014
Cubierta inferior	1	Plástico polipropileno (PP)	Moldeo por inyección	0,086	0,1161
Tornillo cabeza triangular	5	Acero inoxidable	Comprado	-	0,517
Armazón	1	Plástico polipropileno (PP)	Moldeo por inyección	0,224	0,3024
Junta circular	1	Teflón (PTFE)	Comprado	-	0,2584
Unión válvula de goteo y tubo de salida de agua	1	Plástico polipropileno (PP)	Moldeo por inyección	0,004	0,0054
Plataforma conectora	1	Plástico polipropileno (PP)	Moldeo por inyección	0,005	0,0068
Tubo de salida de agua	1	Silicona	Extrusión	-	0,7143
Cuerpo principal	1	Plástico polipropileno (PP)	Moldeo por inyección	0,121	0,1634
Tornillos unión con armazón	4	Acero inoxidable	Comprado	-	0,332

Tabla 15. Costo de manufactura de las piezas originales

Suma del coste de las piezas hechas con polipropileno y la banda de acero inoxidable=
 $0,798 \cdot 1,2 = 0,958 \$$

Suma del coste de las piezas compradas = 1,909 \$

Coste total = 2,867 \$ = 2,61 €

GENERACIÓN DE NUEVOS CONCEPTOS

En vista de los resultados obtenidos en los análisis *DFC*, *DFA* y de tiempos de montaje, se plantean las siguientes ideas para remodelar el diseño de la cafetera y obtener un diseño más competitivo:

Asa de la jarra:

El nuevo diseño consiste en unir la pieza interior y exterior del asa en una sola. De esta manera se usaría un nuevo molde, utilizando el proceso de moldeo por inyección.

El diseño sería más simple, con menos piezas, disminuyendo los costes de fabricación.

Por otro lado, esta remodelación permite prescindir del tornillo y del soporte de plástico. Sustituyendo la unión con la banda metálica, por un sistema de ajuste rápido que es parte del asa. Estos cambios, reducen el tiempo de montaje y los costes de montaje. Otra disminución del coste reside en la reducción de la cantidad de material utilizado.

Además, al estar esta nueva pieza compuesta del mismo material (plástico polipropileno), facilita el reciclaje para el consumidor.



Ilustración 60. Ideación asa

Cristal Jarra:

Debido a la poca durabilidad obtenida del análisis de calidad, y de quejas recopilados de Amazon acerca de la facilidad de rotura del vidrio de la jarra, una idea de rediseño es cambiar el cristal. El cristal se sustituye por otro tipo de vidrio de mayor calidad, más gordo y por lo tanto más resistente.

Cuerpo principal y armazón:

El nuevo diseño reside en la sustitución de los cuatro tornillos de unión entre ambas piezas, por un sistema de ajuste a presión. Este sistema de ajuste a presión se diseñaría por moldeo por inyección y estaría incorporado en las mismas piezas de cuerpo principal y armazón. Así, el diseño es más sencillo, y los tiempos y los costes de montaje se reducen considerablemente al eliminar los tornillos. Por otra parte, esta modificación facilita al consumidor reciclar la cafetera, al estar compuesta estas partes de un mismo material.



Ilustración 62. Ideación cuerpo principal



Ilustración 61. Ideación armazón

Cubierta inferior y cuerpo principal:

La remodelación de estas dos piezas se fundamenta en reemplazar los cinco tornillos de unión, por un sistema de ajuste rápido. Se opta por un ajuste rápido y no a presión dado que es posible que sea necesario desmontar estas piezas para acceder al sistema eléctrico. Este sistema de ajuste rápido se diseñaría por moldeo por inyección, incorporado a las piezas de la cubierta inferior y del cuerpo principal. Esto permite obtener un diseño más sencillo, reduciendo el tiempo y el coste de montaje. Además de ser más fácil de reciclar para el consumidor.

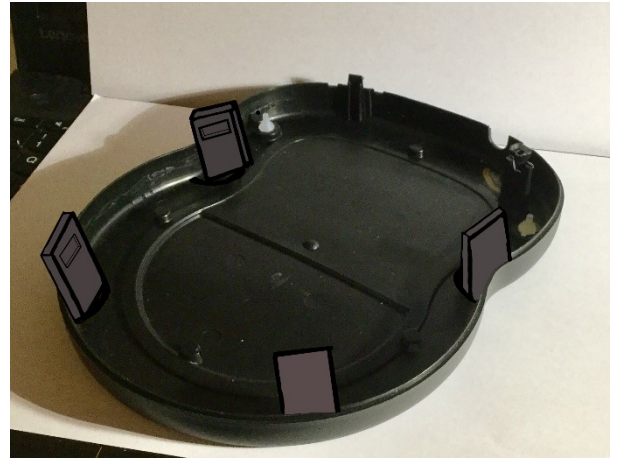


Ilustración 63. Ideación cubierta inferior

Armazón:

El cambio propuesto consiste en prescindir de las piezas de la plataforma conectora y la unión del tubo y la válvula de goteo. De esta manera, se modificaría la válvula de goteo para poder estar conectada directamente con el tubo por el que pase el agua. Este nuevo diseño tiene menos piezas, con lo cual menos costo al usar menos material. También menos tiempo y coste de montaje.



Ilustración 64. Ideación armazón por dentro

EVALUACIÓN DE NUEVOS CONCEPTOS: MATRIZ PUGH

Con el fin de analizar la viabilidad de las ideas de rediseño propuesta, se utiliza una matriz Pugh. Esta matriz compara varios requisitos importantes a la hora del rediseño, para cada idea. Los requisitos han sido escogidos en función de los resultados de la matriz *DFC* y del análisis *DFA*. Si el nuevo diseño no cambia nada con respecto a ese requisito, la idea consigue una puntuación de 0. Sin embargo, si mejora ese requisito, obtiene un +1, o si lo empeora un -1. Además, a la hora de obtener la puntuación final, se multiplica cada puntuación por la importancia dada a cada requisito. Los niveles de importancia se han asignados a cada requisito según los resultados de la encuesta realizada para el análisis de calidad, así como de una valoración en vista a los análisis anteriormente realizados.

<i>Requisitos de diseño</i>	<i>Importancia (1=menor, 5=mayor)</i>	<i>Base</i>	<i>Asa de la Jarra</i>	<i>Cristal Jarra</i>	<i>Cuerpo principal y armazón</i>	<i>Cubierta inferior y cuerpo principal</i>	<i>Armazón</i>
Facilidad de reciclaje	4	0	1	0	1	1	1
Facilidad de manufactura	3	0	1	0	0	0	1
Facilidad de montaje (menos tiempo)	3	0	1	0	1	1	1
Menos coste	5	0	1	-1	1	1	1
Menos materiales	4	0	1	0	1	1	1
Estética	5	0	0	1	0	-1	1
Menos peso	2	0	0	-1	0	0	1
Facilidad de reparar	3	0	1	1	-1	1	1
Menos partes	1	0	1	0	1	1	1
Materiales más fáciles de reciclar	5	0	1	0	1	1	1
TOTAL		0	28	1	19	20	35

Tabla 16. Matriz Pugh

En vista de los resultados, la propuesta de rediseño de cambiar el cristal de la jarra no es un buen candidato para llevar a cabo, dado que las ventajas y desventajas hacen que la puntuación total sea 1, apenas mejorado en comparación con en el diseño original.

Sin embargo, el cambio del diseño del armazón es un candidato fuerte, con una puntuación de 35, seguido de los cambios en el asa de la jarra con una puntuación de 28.

Las ideas de rediseñar las uniones del cuerpo principal y el armazón, y el cuerpo principal y la cubierta inferior tienen unas puntuaciones positivas, con lo cual también son buenos candidatos.

Por lo tanto, se escogerá realizar el rediseño de todas las ideas propuestas excepto la idea del cambio del cristal de la jarra por su baja viabilidad.

MODELO CAD DEL PROTOTIPO REDISEÑADO

A continuación, se muestran los modelos CAD creados en *CREO parametrics* de las piezas rediseñadas, que se propusieron anteriormente.

Asa de la jarra:

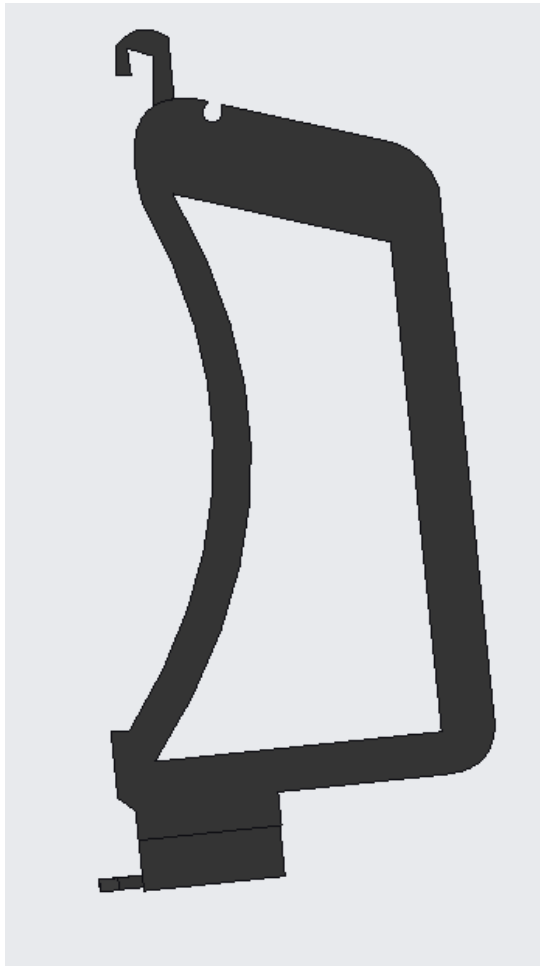


Ilustración 65. Asa modificada perspectiva 1

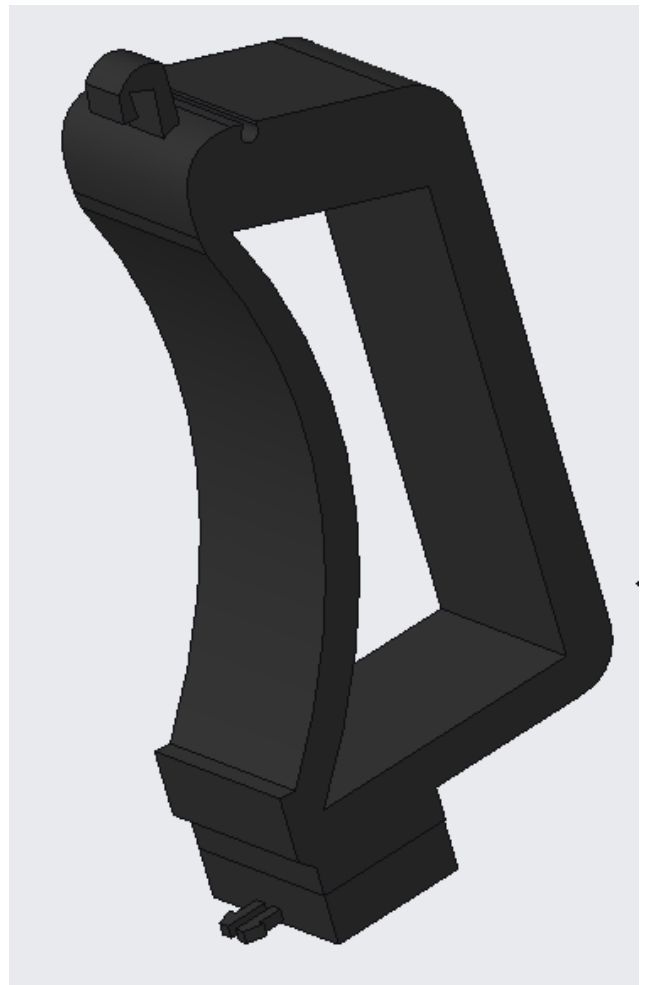


Ilustración 66. Asa modificada perspectiva 2

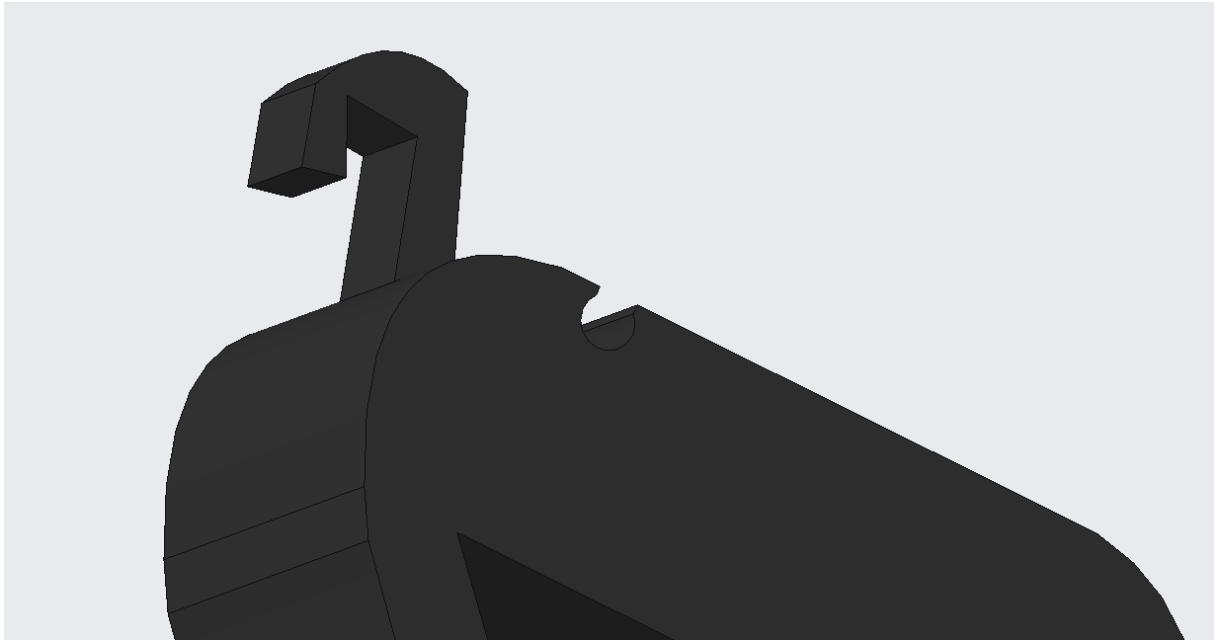


Ilustración 67. Asa modificada perspectiva 3

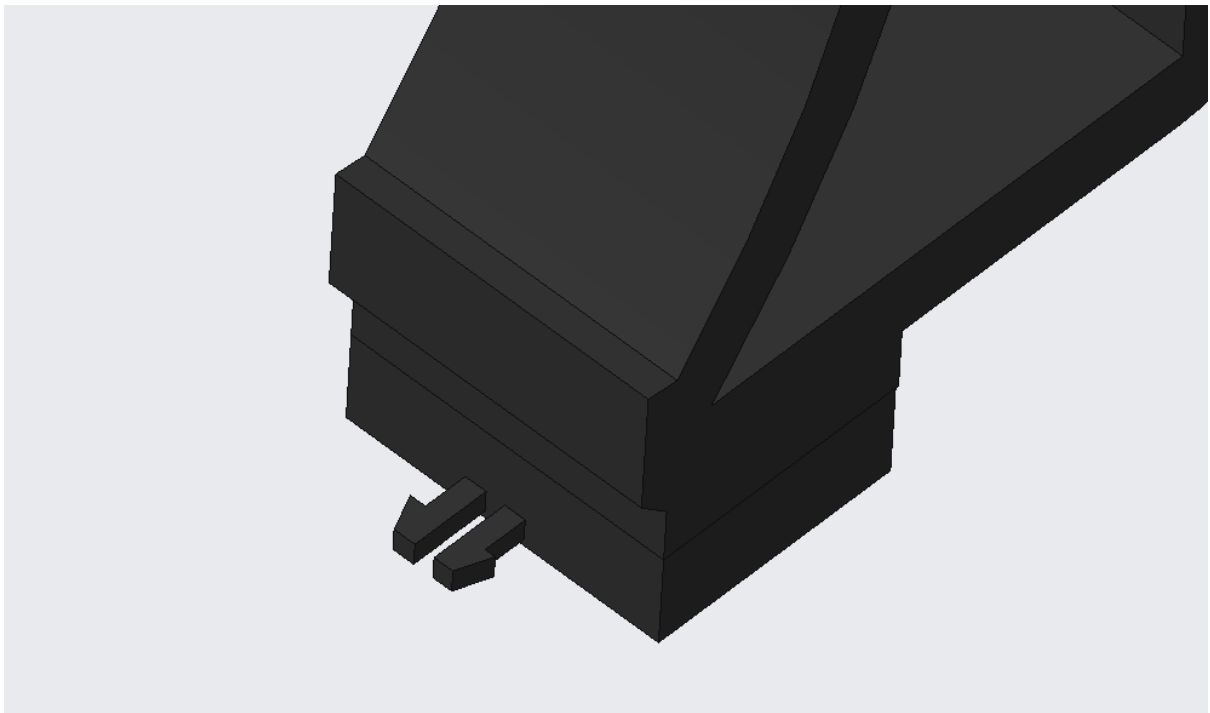


Ilustración 68. Asa modificada perspectiva 4

Armazón:

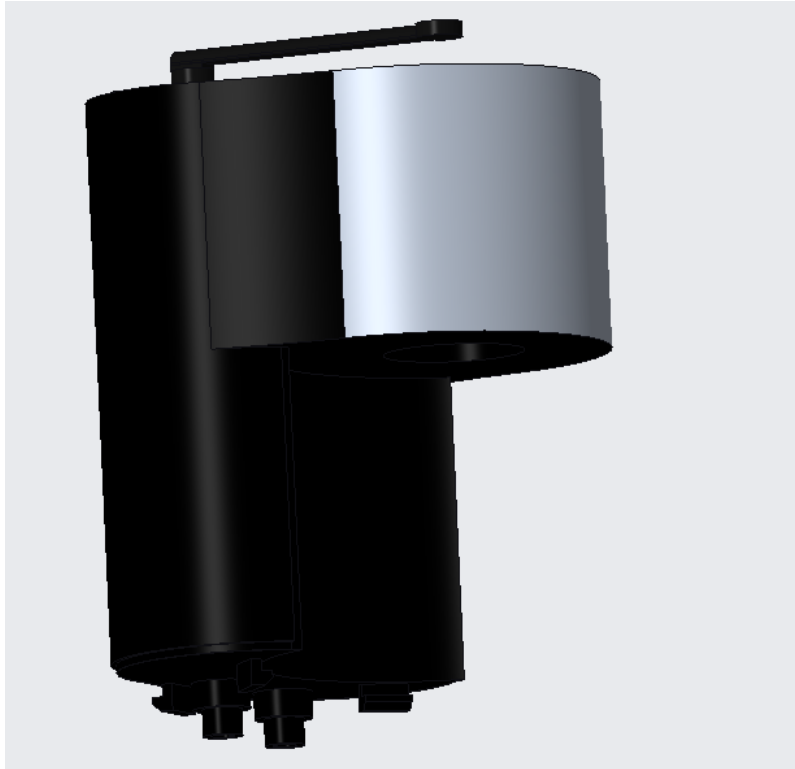


Ilustración 69. Armazón modificado perspectiva 1

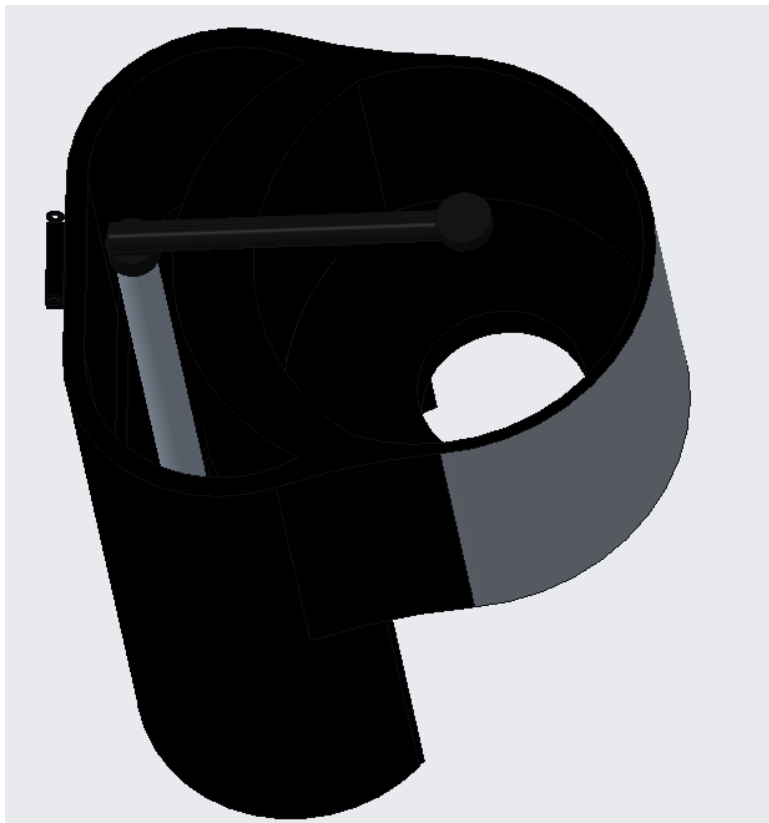


Ilustración 70 Armazón modificado perspectiva 2

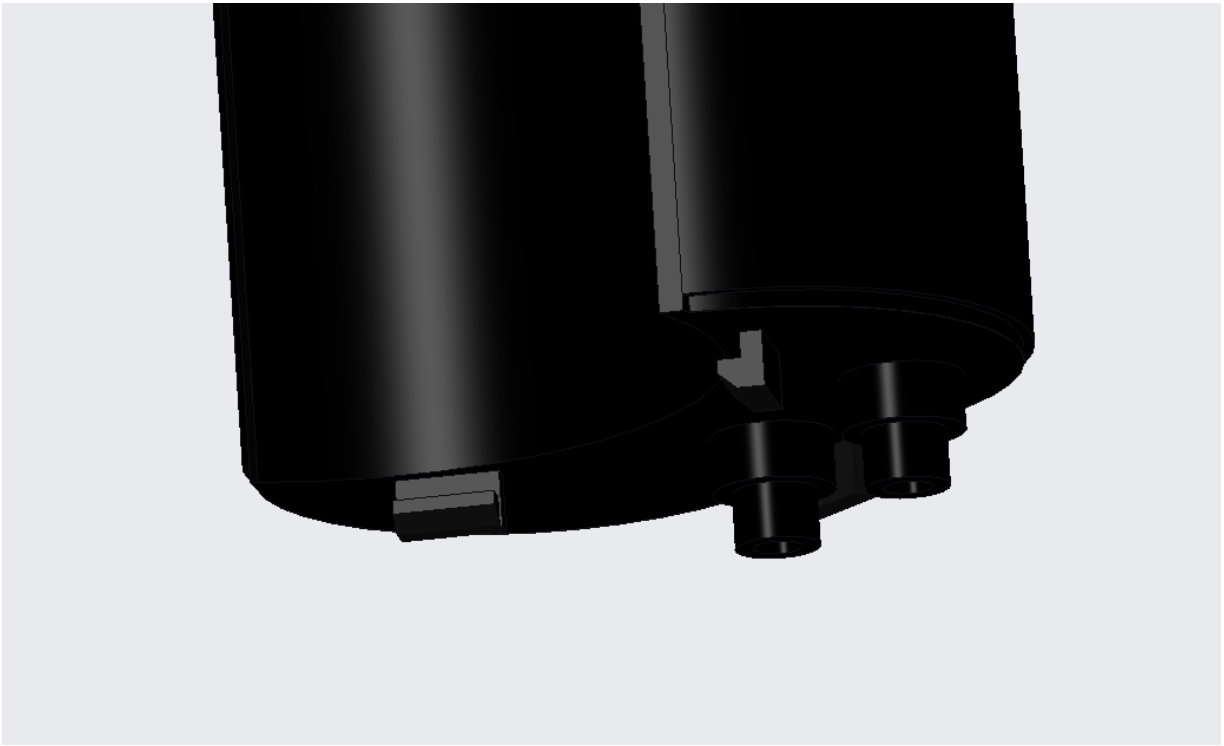


Ilustración 71 Armazón modificado perspectiva 3



Ilustración 72 Armazón modificado perspectiva 4

Cuerpo principal:

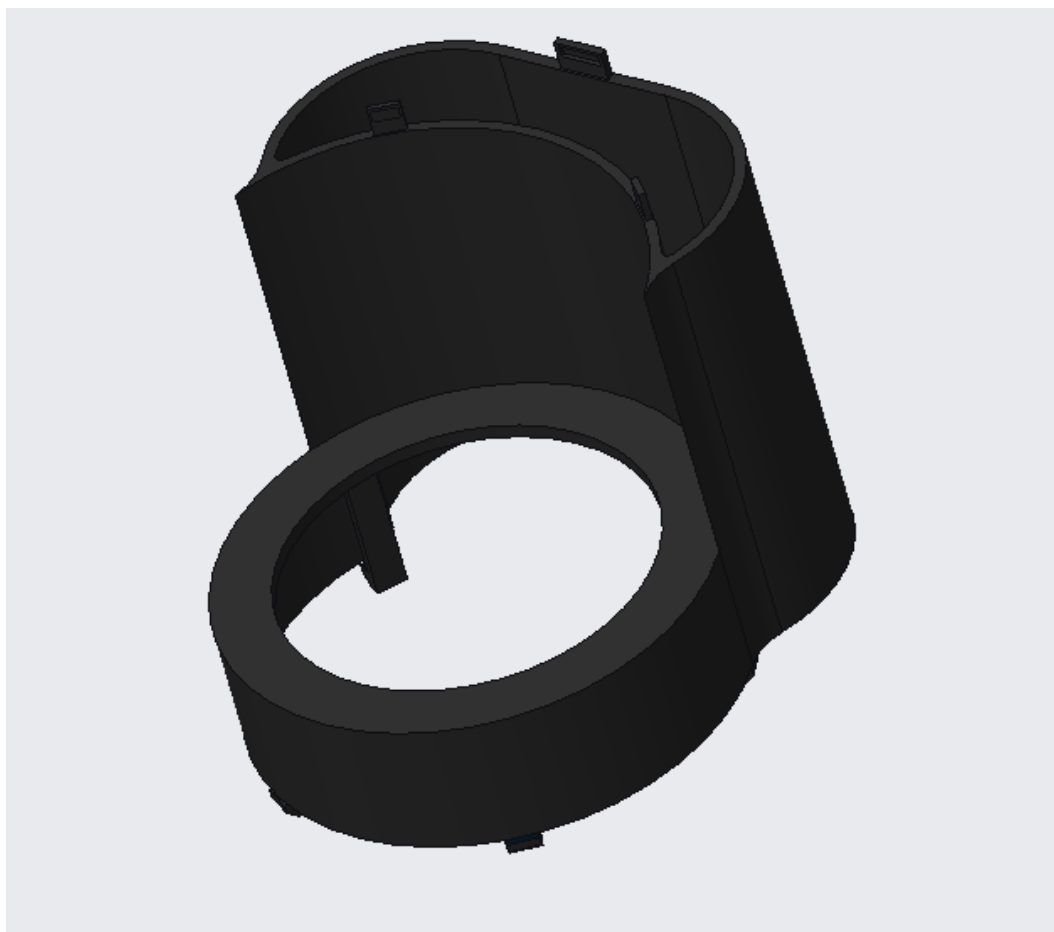


Ilustración 73. Cuerpo principal modificado perspectiva 1

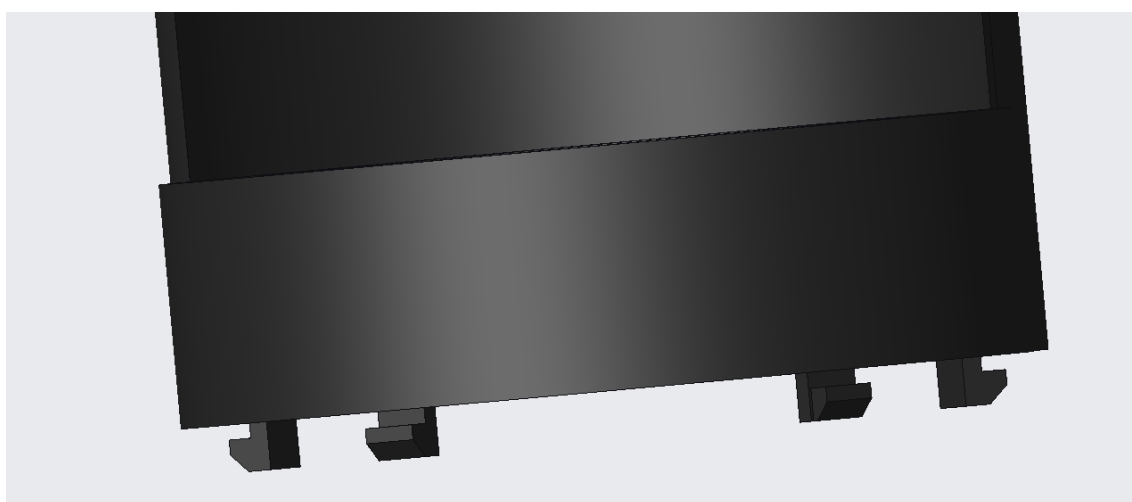


Ilustración 74. Cuerpo principal modificado perspectiva 2

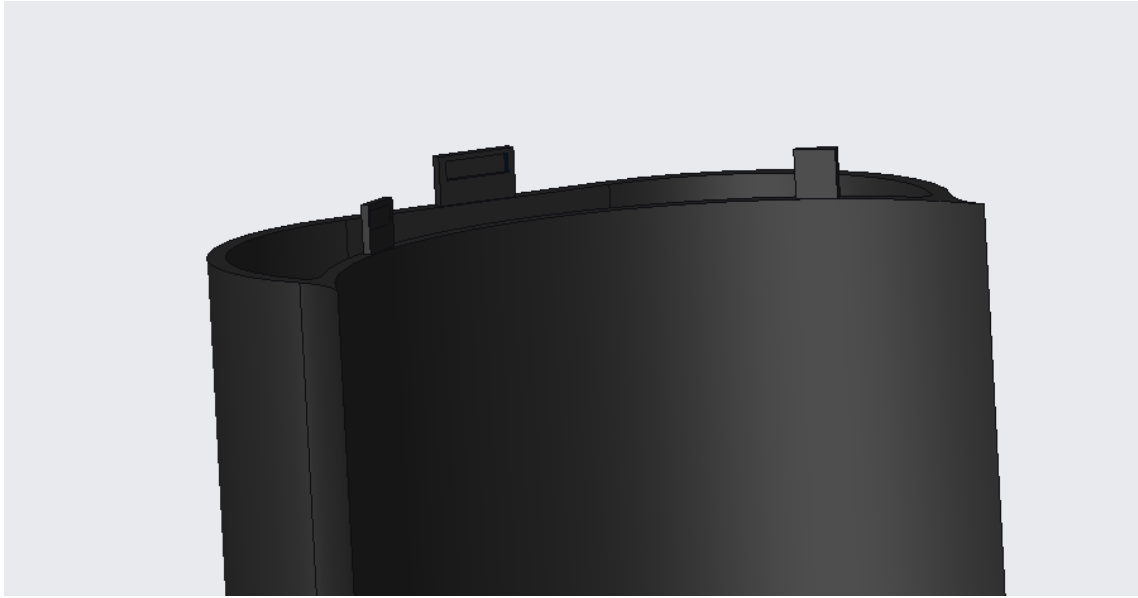


Ilustración 75. Cuerpo principal modificado perspectiva 3

Cubierta inferior:

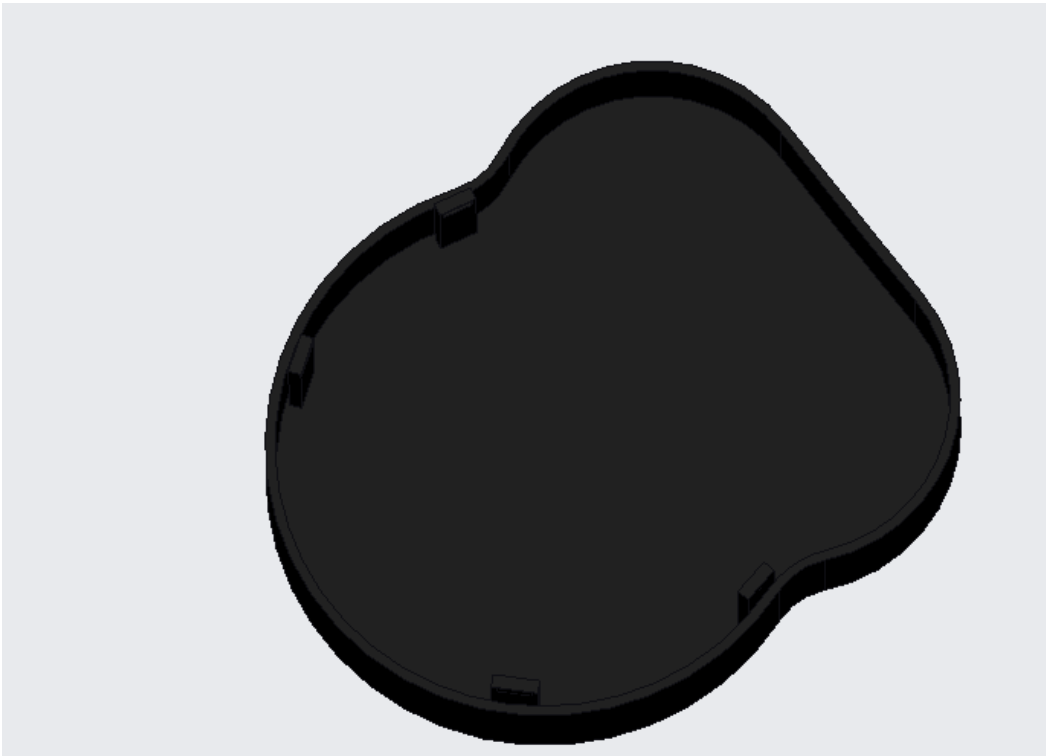


Ilustración 76. Cubierta inferior modificada perspectiva 1

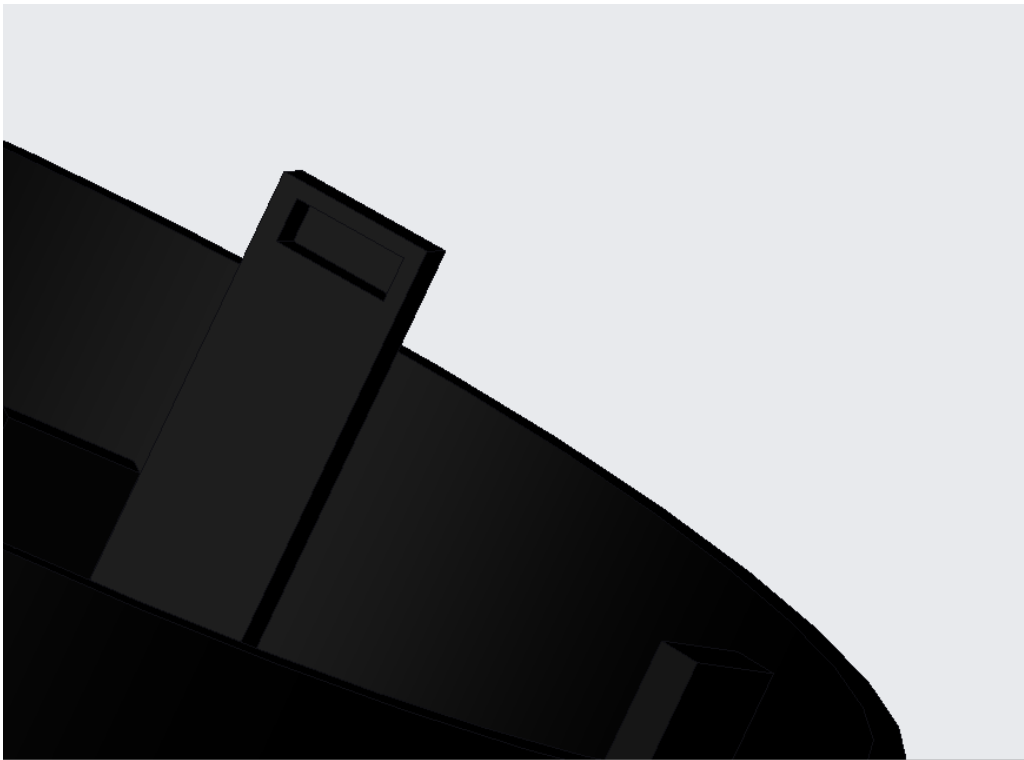


Ilustración 77 Cubierta inferior modificada perspectiva 2

COSTO DE MANUFACTURA DEL PRODUCTO REDISEÑADO

Al igual que en el estudio preliminar de las posibles piezas a rediseñar, se presenta un análisis del costo de manufactura de cada una, y la suma total con el fin de comparar los diseños en términos de coste.

Los datos del costo de las piezas como juntas y tubos han sido obtenidos de *McMaster-Carr*, una página web de una compañía estadounidense proveedora de materias primas y herramientas.

Por otro lado, las piezas como el asa de la jarra, el armazón, el cuerpo principal, la cubierta inferior, y las otras pequeñas piezas relacionadas con el rediseño de la cafetera se han obtenido de otra manera. Dado que todas estas están fabricadas de polipropileno, su costo se ha calculado en función del precio de polipropileno por peso encontrado, añadiendo un 20% de los costos de mano de obra de montaje, embalaje y fabricación. Además, de la misma manera se ha calculado el costo de la banda metálica, con el precio del acero inoxidable por peso.

Por otro lado, en el cálculo de este coste, se consideran despreciables el peso y por lo tanto el costo de los sistemas de ajuste rápido de los nuevos diseños, al ser de tamaño insignificante.

Precio del PP por peso = 1350 \$/1000 kg

Precio del acero inoxidable por peso = 1680 €/1000 kg \approx 1843,04 \$/1000 kg

En la siguiente tabla se muestran los resultados:

<i>Pieza</i>	<i>Número</i>	<i>Material</i>	<i>Proceso de Manufactura</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Coste (\$)</i>
Jarra	1	Vidrio	Moldeo por inyección	0,25	0,15
Asa	1	Plástico polipropileno (PP)	Moldeo por inyección	0,028	0,0378
Banda metálica	1	Acero inoxidable	Prensado	0,009	0,0166
Cubierta inferior	1	Plástico polipropileno (PP)	Moldeo por inyección	0,086	0,1161
Armazón	1	Plástico polipropileno (PP)	Moldeo por inyección	0,224	0,3024

Junta circular	1	Teflón (PTFE)	Comprado	-	0,2584
Tubo de salida de agua	1	Silicona	Extrusión	-	0,7143
Cuerpo principal	1	Plástico polipropileno (PP)	Moldeo por inyección	0,121	0,1634

Tabla 17. Costo de manufactura de las piezas modificadas

Suma del coste de las piezas hechas con polipropileno y la banda de acero inoxidable=
 $0,786 \cdot 1,2 = 0,944$ \$

Suma del coste de las piezas compradas = 0,973 \$

Coste total = 1,916 \$ = 1,75 €.

DISEÑO DEL EXPERIMENTO

El fin de realizar el diseño de experimento de una forma estadística es probar la funcionalidad y la calidad del nuevo diseño de la cafetera.

Para ello determinar que variables de diseño influyen más en la variable de rendimiento, además de ver que valores deben de tomar estas para que la de rendimiento se acerque a su valor nominal. Al mismo tiempo que determinar los valores que deben tomar estas variables de diseño para que la variabilidad de la de rendimiento sea pequeña y los efectos de las variables que no se pueden controlar se minimicen. Por otro lado, también se estudian los efectos de las diferentes combinaciones posibles que se pueden formar a diferentes niveles de las variables de diseño.

El método utilizado para el experimento es el Método Factorial 2^2 , que utiliza dos factores o variables de diseño, con dos niveles distintos cada uno.

Las variables de diseño que he escogido han sido el peso ligero (kg) y los materiales de los que está hecho la cafetera. Por otro lado, la variable de rendimiento que he escogido ha sido el porcentaje de reciclabilidad, definida como el cociente entre la cantidad de residuo reciclado en una unidad productiva en un periodo de tiempo determinado y la cantidad total de residuos producido por esa misma unidad productiva en ese periodo.

En la siguiente tabla se muestran los dos niveles para cada variable de diseño, bajo y alto. Se ha fijado un valor o respuesta orientativo sobre el efecto positivo o negativo de estas en la variable de rendimiento.

	<i>Variables</i>	<i>Bajo (mal=-1)</i>	<i>Alto (bien=1)</i>
X1	Materiales	Mezcla de plásticos y metales	Polipropileno
X2	Peso (kg)	2,3	1,3

Tabla 18. Variables de diseño

Para realizar el experimento se utilizarán datos hipotéticos y se analizarán los resultados. Si el experimento se realizara en la realidad cada combinación, se repetiría dos veces. Es decir, el experimento se realizará un total de cuatro veces.

Además, cada replica se llevaría a cabo un día distinto, y llevado a cabo por una persona distinta para asegurar la aleatoriedad del experimento.

La variable de rendimiento (reciclabilidad), se mediría cuantificando por peso la cantidad de producto para desechar, y la cantidad de producto que se consigue reciclar. En cuanto a los factores, el peso se mide en kilogramos y los materiales diferenciándolos.

Sin embargo, en el proceso de comprobación de los efectos de estas variables de diseño, surgen algunas variables incontrolables como los errores y fallos cometidos debidos a las imperfecciones del producto, el ambiente en el que se realizan las pruebas y la variación en los resultados debido al error humano causado por el usuario que lleva a cabo las pruebas.

Por lo tanto, si se realizara el experimento en la realidad, para eliminar tantas variables incontrolables como sea posible, el experimento se realizaría en circunstancias altamente controladas, usando siempre el mismo tipo de producto de la misma marca, y siguiendo el mismo procedimiento. Manteniendo estos factores constantes se espera eliminar y limitar la mayor variabilidad en los resultados debido a las variables incontrolables.

En la siguiente tabla, se muestra los datos para cada combinación, los resultados de la variable de rendimiento para cada repetición y su media.

Test	x_1	x_2	$x_1 \cdot x_2$	y_1	y_2	$y\text{-ave}$
1	1	1	1	92	90	91
2	1	-1	-1	70	74	72
3	-1	1	-1	50	47	48,5
4	-1	-1	1	19	25	22

Tabla 19. Resultados combinaciones variables

Estos resultados también se pueden representar en el siguiente gráfico:

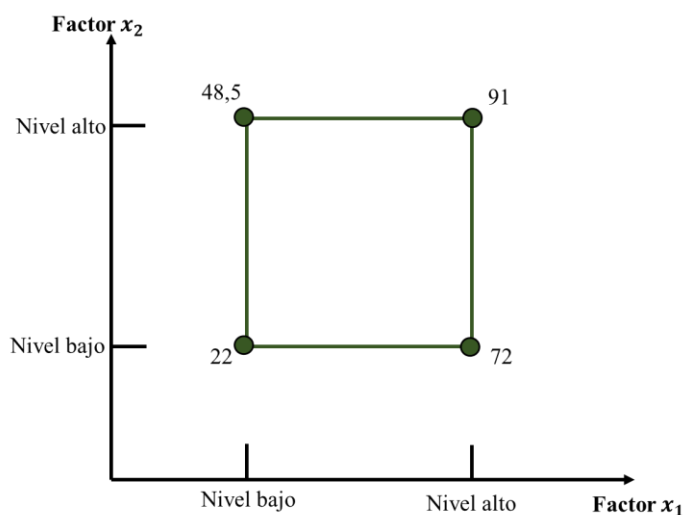


Ilustración 78. Representación gráfico de los resultados de las combinaciones de los factores

En los resultados de la tabla 7, parece que la primera combinación es la mejor, dado que proporciona un mejor nivel de reciclabilidad. Por otro lado, la segunda también es la mejor, lo cual parece indicar que cuando el factor 1 está en nivel alto, obtenemos mejores resultados en la variable de rendimiento.

Sin embargo, para comprobar si hay diferencias debido a factores más allá de la variabilidad experimental, se calcula los efectos individuales de los factores.

Para evaluar los efectos individuales de cada factor sobre la variable de rendimiento, se procede a calcular los efectos principales:

$$\text{Main Effect } x_i = \frac{\sum \text{response high } x_i - \sum \text{response low } x_i}{\text{half number of rans in experiment}}$$

Por otro lado, también se calcula el efecto individual de la interacción entre los dos factores sobre la variable de rendimiento:

$$\text{Interaction} = \frac{\sum \text{response high } x_{ij} - \sum \text{response low } x_{ij}}{\text{half number of rans in experiment}}$$

<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M12</i>	<i>Sys Y-ave</i>
46,25	22,75	-3,75	58,375

Tabla 20. Efectos principales de las variables de diseño y de la interacción

En vista de los resultados mostrados en la tabla, el principal efecto del factor materiales es 46,25. Es decir, si el factor de materiales se cambia de su nivel más bajo (mezcla de plásticos y metal), a su nivel más alto (polipropileno); la reciclabilidad aumenta en 46,25%. Este resultado, confirma la hipótesis inicial de que este factor proporciona mejores resultados.

Por otro lado, si el peso cambia de 2,3 kg a 1,3 kg, el efecto sobre la variable de rendimiento es menor, la reciclabilidad aumenta en 22,75%.

En cuanto a la interacción entre los factores; resulta en una disminución del 3,75% sobre la reciclabilidad. Dado que la suma de los efectos individuales es mucho mayor que la de la interacción entre ambos, consideramos que el efecto de la interacción es despreciable:

$$46,25 + 22,75 \gg -3,75$$

También se ha calculado el efecto del ruido de cada factor y de la interacción:

<i>E1</i>	<i>E2</i>	<i>E12</i>
-3,125	-4,875	1,875

Tabla 21. Efectos del ruido de las variables de diseño y de la interacción

Una vez obtenidos los resultados, cabe estudiar si los efectos son significantes, utilizando una versión simplificada del método ANOVA con intervalos de confianza.

Para obtener los intervalos de confianza, se calcula la varianza, y a partir de este resultado el error estándar

Test	x1	x2	x1·x2	y1	y2	y-ave	σ	var	2σ
1	1	1	1	92	90	91	1,414	2	4
2	1	-1	-1	70	74	72	2,828	8	16
3	-1	1	-1	50	47	48,5	2,121	4,5	9
4	-1	-1	1	19	25	22	4,243	18	36
								8,125	

Tabla 22. Varianzas

Se procede a calcular el error estándar, definido como: $s.e = \sqrt{\frac{s^2}{2^{k-2} \cdot n}} = \sqrt{\frac{8,125}{2^{2-2} \cdot 2}} = 2,016$.

Siendo n el número de tests y k el número de factores.

Se construirán los intervalos de confianza, usando 95% *intervalo de confianza = efecto factor* $\pm 1,96 \cdot$ *error estandar*

Los resultados obtenidos:

Factores	Intervalos	
Factor x1	50,2005063	42,2994937
Factor x2	26,7005063	18,7994937
Interacción	0,2005063	-7,7005063

Tabla 23. Intervalos de confianza

Con los resultados obtenidos, podemos concluir que el efector del factor x1 y el efecto del factor x2 son significativos. Sin embargo, la interacción no lo es, dado que el correspondiente intervalo de confianza contiene el 0.

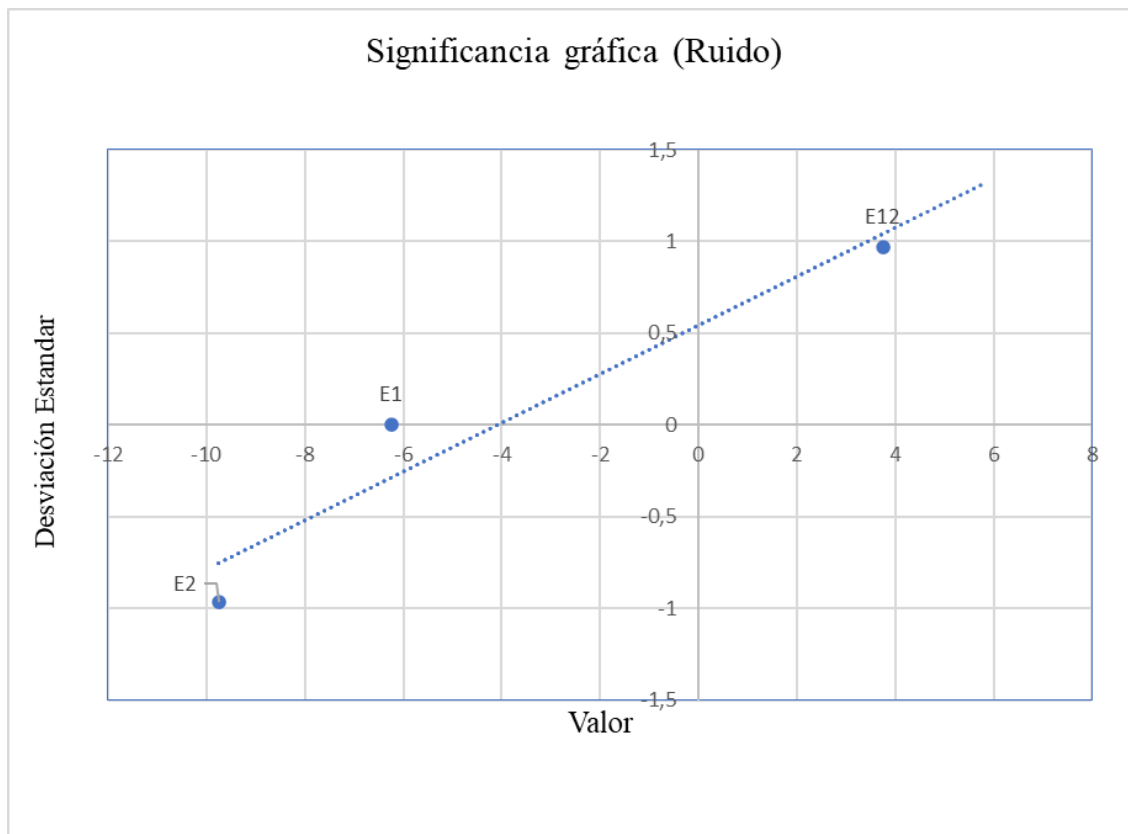


Ilustración 79. Representación gráfico del ruido

También, representando el efecto del ruido de cada factor, se obtiene la siguiente gráfica, que muestra que el factor x1 es más significativo que el factor x2, así como que la interacción es insignificante.

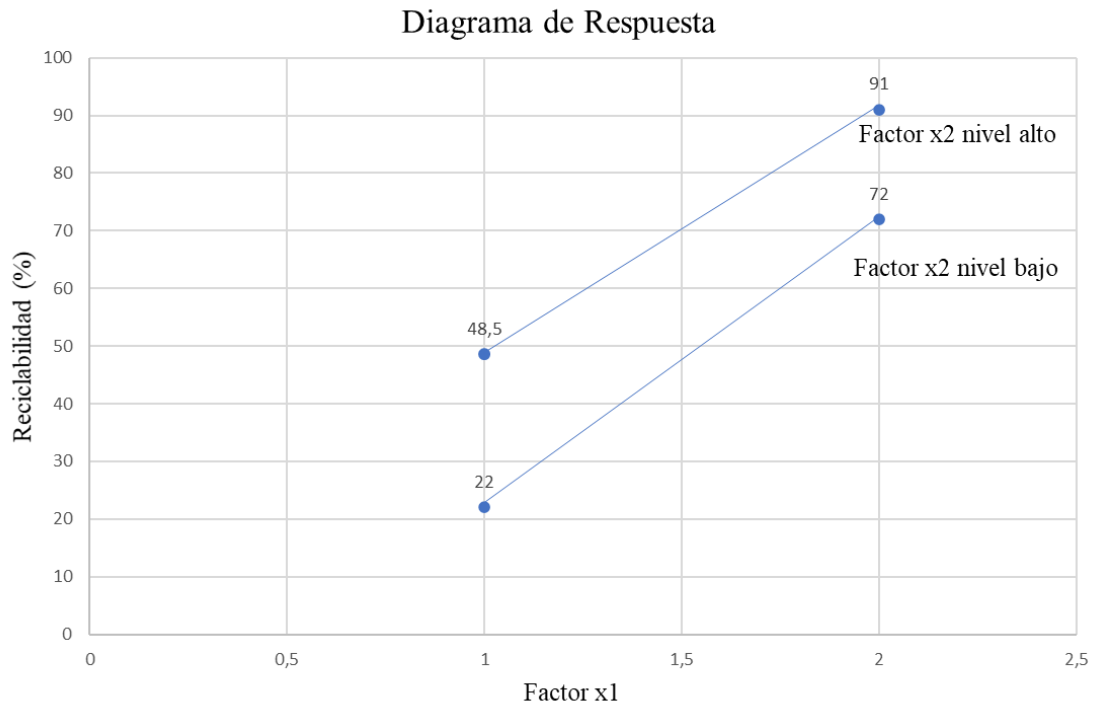


Ilustración 80. Diagrama de respuesta

Por otro lado, en el diagrama de respuesta se muestra que no hay interacción entre los factores, dado que las líneas son paralelas, por lo que el cálculo de los efectos principales no tiene mucho sentido y hay que centrarse en los resultados principales. Estos muestran que la combinación que mejores resultados proporciona es la primera, con ambos factores a nivel alto. De este diagrama, también se infiere que cuando el factor x1 está en nivel alto, la reciclabilidad aumenta, por lo que mejora, corroborando las conclusiones anteriores.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Finalmente, para concluir este proyecto cabe realizar una comparación del diseño original y el nuevo en términos de coste, funcionalidad y calidad.

En cuanto al análisis de tiempo de ensamblaje realizado, se podía observar que el tiempo del diseño original se veía aumentado principalmente por la existencia de tornillos. Sin embargo, tras los cambios realizados con el nuevo diseño, los tornillos de unión del armazón, cuerpo principal y cubierta inferior se eliminaban sustituyéndolos por sistemas de ajuste rápido, que disminuyen notablemente el tiempo de montaje.

En concreto: *5 tornillos unión cubierta inferior + 4 tornillos unión cuerpo principal y armazón + 1 tornillos asa = 40 + 24,8 + 6,2 = 71 segundos.*

Además, los cambios realizados en el armazón, eliminando las uniones entre el tubo de agua y la válvula de goteo, sin sustituciones, resultan en una disminución definitiva del tiempo de ensamblaje. Además, añadiendo el soporte del asa eliminado. En concreto:

plataforma conectora + unión tubo y válvula + junta circular + soporte banda = 3,8 + 3,3 + 1,8 + 3,2 = 12,1 segundos.

Es decir, el nuevo diseño supone una disminución notable del tiempo de montaje, lo cual incrementa la eficiencia de montaje, haciendo más simple el proceso y disminuyendo los costes de montaje.

Por otro lado, cabe analizar los cambios en los costes de manufactura del producto. En la siguiente tabla se presenta una comparación de los costes de ambos diseños, separando las piezas fabricadas por la compañía y las compradas a proveedores:

	<i>Diseño Original</i>	<i>Diseño Modificado</i>
Coste de las piezas de polipropileno y acero inoxidable (\$)	0,958	0,786
Coste de las piezas compradas (\$)	1,909	0,973
Total (\$)	2,867	1,916
Total (€)	2,61	1,75

Tabla 24. Resumen de la comparación de costes de los diseños

Se puede apreciar una reducción en los costes de manufactura de las piezas tanto fabricadas como compradas, en concreto un 35,5%. Esta disminución permite ahorrar 0,36 € por cada unidad fabricada, por lo que aumenta la rentabilidad.

En cuanto a la funcionalidad del producto rediseñado, no se ve afectado en absoluto. Dado que los cambios realizados están relacionados principalmente con la parte exterior de la cafetera y no con el sistema eléctrico que produce el café, la operatividad del producto sigue siendo igual de buena.

En términos de calidad, sigue siendo igual, sino el rediseño de la cafetera no tendría sentido.

Además, cabe destacar que en términos medioambientales el nuevo diseño es mucho mejor. No solo por utilizar menos material, sino que, al haber sustituido componentes metálicos por sistemas de ajuste rápido fabricados con polipropileno, la reciclabilidad de la cafetera aumenta. Para el consumidor es mucho más sencillo reciclar correctamente un producto que está formado por el mismo material, sin tener que recurrir a desmontarlo. Además, el polipropileno es un tipo de termoplástico que es muy versátil y altamente reciclable.

Finalmente, teniendo en consideración los requisitos de los clientes a mejorar, la estética se ha perfeccionado, al ser el nuevo diseño más sencillo. Al haber combinado y eliminado componentes, el producto tiene un aspecto más elegante y menos aparatoso.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Aigostar (s.f). Aigostar Chocolate - Máquina de café (501181). Recuperado de https://www.aigostar.com/ES/P/Aigostar-Chocolate-M%C3%A1quina-de-caf%C3%A9-501181_P318.htm
- (2) Aigostar (s.f). Sobre nosotros. Recuperado de https://www.aigostar.com/ES/Sobre_nosotros/6
- (3) Serena Wu (17 diciembre, 2017). Coffee maker. Recuperado de <https://grabcad.com/library/coffee-maker-24>.
- (4) Serena Wu (17 diciembre, 2017). Coffee maker. Recuperado de <https://grabcad.com/library/coffee-maker-24>.
- (5) Fact.MR (febrero, 2020). Drip coffee machines market. Company benchmarking. Recuperado de <https://www.factmr.com/report/350/drip-coffee-machine-market>.
- (6) Statista (marzo, 2020). Global Comparison – Revenue in million US\$. Recuperado de <https://www.statista.com/outlook/16021000/102/coffee-machines/europe#market-pricePerUnit>.
- (7) Statista (marzo, 2020). Global Comparison – Revenue in million US\$. Recuperado de <https://www.statista.com/outlook/16021000/102/coffee-machines/europe#market-pricePerUnit>.
- (8) Fact.MR (febrero, 2020). Drip coffee machines market. Regional Analysis, 2019. Recuperado de <https://www.factmr.com/report/350/drip-coffee-machine-market>
- (9) Fact.MR (28 febrero, 2020). Drip Coffee Machines Market to Record Growth of 3%, Demand Upheld by Technology Driven Drip Coffee Machines, Says Fact.MR. Recuperado de <https://www.factmr.com/media-release/1347/drip-coffee-machine-demand>
- (10) Fact.MR (febrero, 2020). Drip Coffee Machine Market Forecast, Trend Analysis & Competition Tracking – Global Market insights 2019 to 2028. Recuperado de <https://www.factmr.com/report/350/drip-coffee-machine-market>
- (11) Market Watch (4 marzo, 2020). Global Drip Coffee Makers Market 2020 Share, Size, Regional Trend, Top Countries Data, Future Growth, Defination, Industry Demand, Current and Future Plans by Forecast to 2026. Recuperado de <https://www.marketwatch.com/press-release/global-drip-coffee-makers-market-2020-share-size-regional-trend-top-countries-data-future-growth-defination-industry-demand-current-and-future-plans-by-forecast-to-2026-2020-03-04>

- (12) Statista (s.f.). Coffee Machines - Europe. Recuperado de <https://www.statista.com/outlook/16021000/102/coffee-machines/europe#market-pricePerUnit>
- (13) Ricardo Ruiz de Adana Pérez (8 mayo, 2011). QFD: Una herramienta para alinear satisfacción del usuario y calidad científico técnica. Recuperado de <https://ricardoruizdeadana.blogspot.com/2011/05/qfd-una-herramienta-para-alinear.html>
- (14) Quality-One (19 julio, 2018). Quality Function Deployment (QFD). Recuperado de <https://quality-one.com/qfd/>
- (15) Amazon (s.f.). Aigostar Chocolate 30HIK–Máquina de Café, 1000w Cafetera de Filtro, con Filtro Reutilizable, Función Recalentar y Mantener Caliente. Sistema Antigoteo. 1,25l (10 Tazas), Libre de BPA. Diseño Exclusivo. Recuperado de https://www.amazon.es/Aigostar-30HIK-M%C3%A1quina-reutilizable-antigoteo-exclusivo/dp/B01H7IDKUO/ref=sr_1_1_sspa?_mk_es_ES=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&dchild=1&keywords=aigostar%2Bcafetera&qid=1586009815&sr=8-1-spons&spLa=ZW5jenlwdGVkUXVhbGlmaWVyPUExWUdVV05NT1BXSkFVJmVuY3J5cHRlZElkPUEwMTY4MTg4VktQS0VBVUZVOfkwJmVuY3J5cHRlZEFkSWQ9QTAzMTCxNzEySzJEQVpQMIJWRjZCJndpZGdlE5hbWU9c3BfYXRmJmFjdGlvbj1jbGlja1JIZGlyZWVW0JmRvTm90TG9nQ2xpY2s9dHJlZQ&th=1
- (16) Amazon (s.f.). Philips HD7546 HD7546/20-Cafetera de Goteo café Gaia, Jarra térmica con Capacidad para 10-15 Tazas, 1000 W, 15 Cups, Acero Inoxidable, Negro/Plata. Recuperado de https://www.amazon.es/Philips-HD7546-20-Cafetera-capacidad/dp/B000ALVUM6/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&qid=1546841304&sr=8-3&keywords=cafeteras+goteo&linkCode=sll&tag=cafeteras-opinion-21&linkId=86fa05a5b470ec59f06e059910599324&language=es_ES
- (17) Philips (s.f.). Café Gaia Cafetera. Recuperado de https://www.philips.es/c-p/HD7546_20/cafe-gaia-cafetera#see-all-benefits
- (18) Amazon (s.f.). Melitta Look IV Therm Selection 1011-11/-12 Cafetera de Filtro, 1000 W, 1 Liter, Negro/Acero Inoxidable [Clase de eficiencia energética A]. Recuperado de https://www.amazon.es/Melitta-Look/dp/B00R7HKR4S?ref=s9_apbd_obs_hd_bw_b2MwSEZ&pf_rd_r=18RVVMGVR87VVKXCGHZR&pf_rd_p=cc24247c-16a5-5030-8a77-b6d9b17edecb&pf_rd_s=merchandised-search-10&pf_rd_t=BROWSE&pf_rd_i=2165180031&th=1
- (19) Melitta (s.f.). Cafetera de filtro Look Therm Selection. Recuperado de <https://www.melitta.es/es/Cafetera-de-filtro-Look-Therm-Selection-8549...detail.html?scrolltoindex=5>

- (20) Amazon (s.f.). Cecotec Cafetera Goteo Coffee 66 Smart. Tecnología ExtremeAroma, Digital con Pantalla LCD, Capacidad 1,5l (12 tazas), Función Recalentar y Mantener Caliente, Jarra Termoresistente, Programable, 950W
Recuperado de https://www.amazon.es/Cecotec-Coffee-66-Smart-Programable/dp/B07MLSZXZY/ref=zg_bs_2165180031_1?encoding=UTF8&refRID=ZW9VA2WKV7KQYHS0B87Z&th=1
- (21) Cecotec (s.f.). Coffee 66 Smart. Recuperado de <https://www.storececotec.com/es/cafeteras/514-coffee-66-smart.html>
- (22) Servicio Nacional de Aprendizaje (s.f.). Especificaciones de producto de diseño PDS. Recuperado de <https://tecnoalm.files.wordpress.com/2015/03/1-especificaciones-de-disec3b1o-pds.pdf>
- (23) Kapek Design (s.f.). Product Design Specification. Recuperado de <https://static1.squarespace.com/static/5678a994df40f3876baadd37/t/5916cafabe659485a8bf6d7e/1494665979322/Design+Specification+Example.pdf>
- (24) Higher Education (s. f.). Example Product Design Specification. Recuperado de <https://moodle.stephensoncoll.ac.uk/moodle/mod/resource/view.php?id=11446>
- (25) Product Design Specifications (s.f.). Recuperado de http://homepages.cae.wisc.edu/~me349/lecture_notes/product_design_spec.pdf
- (26) Product Design Specification (s.f.). Recuperado de https://www.rose-hulman.edu/class/ee/voltmer/ECE362/Lectures/PDS_Guidelines.pdf
- (27) Distribuidora Don Ramis (5 mayo, 2020). Lista de precios importados a partir del 5 de mayo de 2020. Recuperado de <https://www.donramis.com.mx/precios.php>
- (28) Sunsirs (s.f.). Acero inoxidable precio. Recuperado de <http://www.sunsirs.com/es/prodetail-634.html>
- (29) McMaster-Carr (s.f.). Pointed Screws for Plastic. Recuperado de <https://www.mcmaster.com/92325A301>
- (30) McMaster-Carr (s.f.). Tri-Wing Rounded Head Screws for Sheet Metal. Recuperado de <https://www.mcmaster.com/95641A148>
- (31) McMaster-Carr (s.f.). Water-and Steam-Resistant Plastic Washers. Recuperado de <https://www.mcmaster.com/standard-washers/material~plastic/od~0-562inches/water-and-steam-resistant-plastic-washers-8/>
- (32) McMaster-Carr (s.f.). Impact-Resistant Polycarbonate Round Tube. Recuperado de <https://www.mcmaster.com/8585K102>

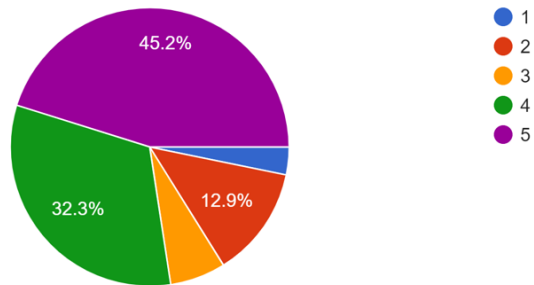
- (33) McMaster-Carr (s.f.). Pointed Screws for Plastic. Recuperado de <https://www.mcmaster.com/92325A101>
- (34) McMaster-Carr (s.f.). Coffee Decanters. Recuperado de <https://www.mcmaster.com/coffee-pots/>
- (35) University of Illinois at Urbana-Champaign (2019). Creo parametrics 5.0.4.0
- (36) Mike Philpott (2019). Design for manufacture.
- (37) Gamez, M. J. (s. f.). Portada. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- (38) Goal 12 .:. Sustainable Development Knowledge Platform. (s. f.). Recuperado de <https://sustainabledevelopment.un.org/sdg12#targets>
- (39) Goal 11 .:. Sustainable Development Knowledge Platform. (s. f.). Recuperado de <https://sustainabledevelopment.un.org/sdg11>
- (40) Goal 13 .:. Sustainable Development Knowledge Platform. (s. f.). Recuperado de <https://sustainabledevelopment.un.org/sdg13>

ANEXOS

Anexo I: Encuesta

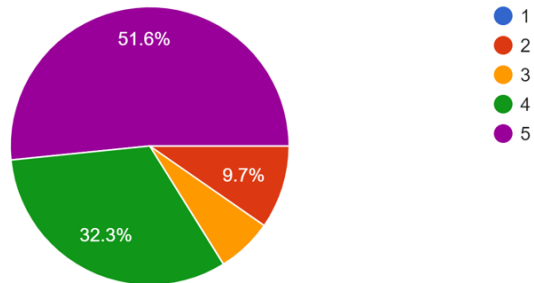
Que sea fácil de usar (1=MENOR IMPORTANCIA, 5=MAYOR IMPORTANCIA)

31 responses



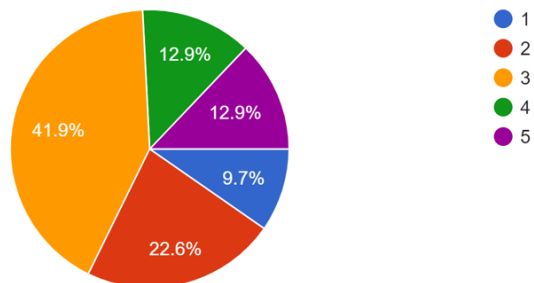
Que sea duradera (1=MENOR IMPORTANCIA, 5=MAYOR IMPORTANCIA)

31 responses



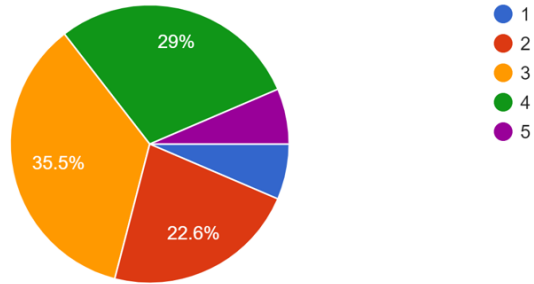
Que la cafetera sea "ecofriendly" (1=MENOR IMPORTANCIA, 5=MAYOR IMPORTANCIA)

31 responses



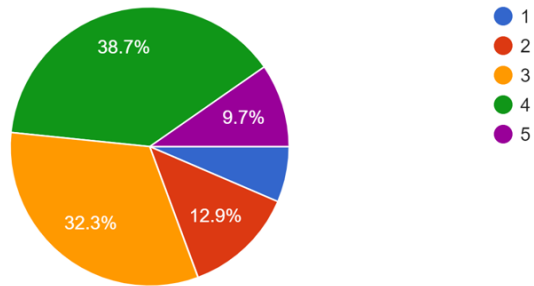
Que tenga mucha capacidad (número de tazas de café que produce en un solo uso) (1=MENOR IMPORTANCIA, 5=MAYOR IMPORTANCIA)

31 responses



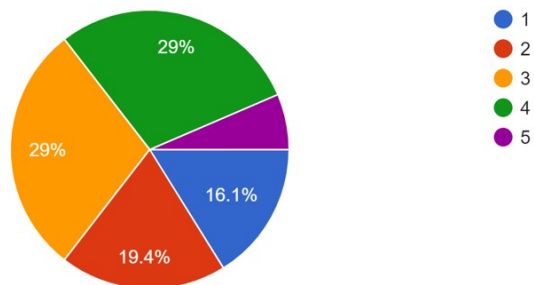
Que el tamaño de la cafetera sea pequeño (1=MENOR IMPORTANCIA, 5=MAYOR IMPORTANCIA)

31 responses



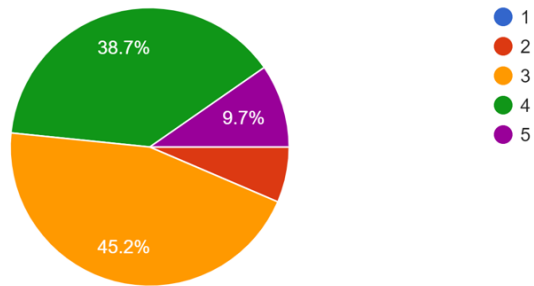
Que la cafetera tenga un peso ligero (1=MENOR IMPORTANCIA, 5=MAYOR IMPORTANCIA)

31 responses



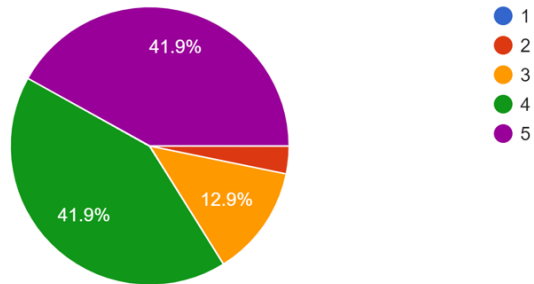
Que el precio sea bajo (1=MENOR IMPORTANCIA, 5=MAYOR IMPORTANCIA)

31 responses



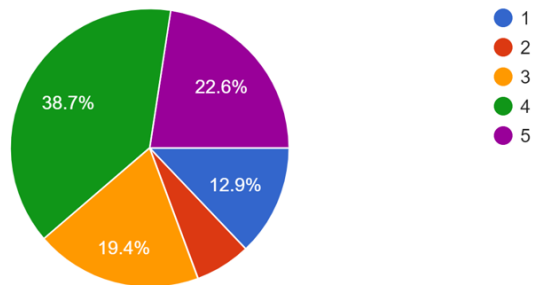
Que la cafetera sea fácil de limpiar (1=MENOR IMPORTANCIA, 5=MAYOR IMPORTANCIA)

31 responses

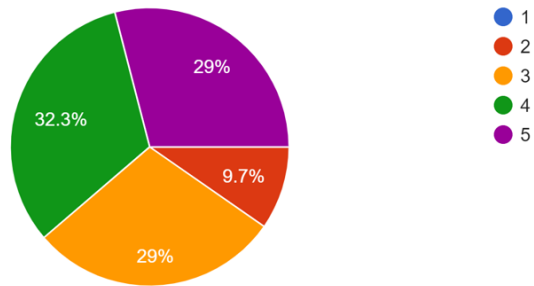


Que la cafetera sea estéticamente bonita (1=MENOR IMPORTANCIA, 5=MAYOR IMPORTANCIA)

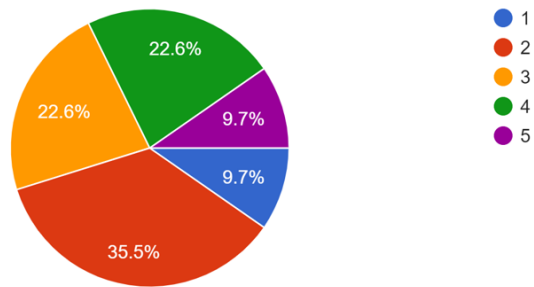
31 responses



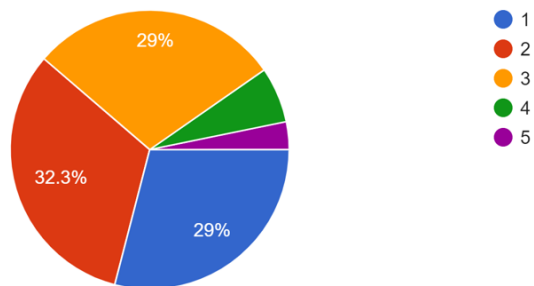
Que no tarde mucho tiempo en hacer el café (1=MENOR IMPORTANCIA, 5=MAYOR IMPORTANCIA)
31 responses



Que tenga un sistema de apagado automático (1=MENOR IMPORTANCIA, 5=MAYOR IMPORTANCIA)
31 responses

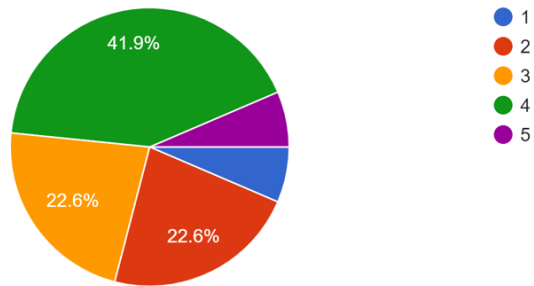


Que tenga temporizador (puedas programar cuando se empieza a hacer el café) (1=MENOR IMPORTANCIA, 5=MAYOR IMPORTANCIA)
31 responses



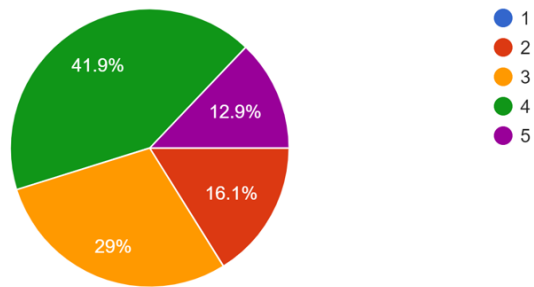
Que no sea ruidosa (1=MENOR IMPORTANCIA, 5=MAYOR IMPORTANCIA)

31 responses



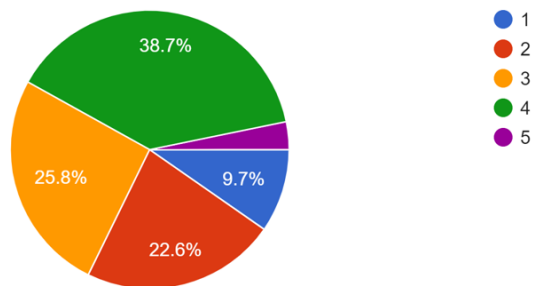
Que tenga un sistema con el que poder controlar la intensidad del café deseado (sabor) (1=MENOR IMPORTANCIA, 5=MAYOR IMPORTANCIA)

31 responses



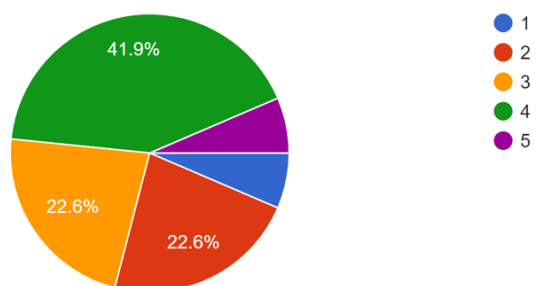
Que la cafetera mantenga el café caliente un determinado tiempo (1=MENOR IMPORTANCIA, 5=MAYOR IMPORTANCIA)

31 responses



Que la jarra mantenga la temperatura del café un cierto tiempo (1=MENOR IMPORTANCIA, 5=MAYOR IMPORTANCIA)

31 responses



Anexo 2: Tabla de comparación de marcas

<i>Requisitos</i>	<i>Aigostar</i>	<i>Melitta</i>	<i>Phillips</i>	<i>Cecotec</i>
Fácil de limpiar (sobre 5)	4,4	4,1	4,3	4,5
Puntuación	4	4	4	5
Fácil de usar (sobre 5)	4,6	4,6	4,5	4,4
Puntuación	5	5	5	4
Duradera (sobre 5)	3,8	4,2	4,5	4,5
Puntuación	3	4	5	5
Respetuosa con el medio ambiente	Si	Si	No especifica	No especifica
Puntuación	5	5	0	0
Gran capacidad (L)	1,25	1,2	1,2	1,25
Puntuación	4	3	3	5
Tamaño pequeño	275x205x335	210x230x350	225x221x370	230x170x320
Puntuación	4	3	3	5
Peso ligero (kg)	1,32	2,29	2,032	1,8
Puntuación	5	3	3	4
Estéticamente bonita (sobre 5)	4	4,1	4,8	4,4
Puntuación	3	4	5	4
Tarde poco tiempo en hacer café (si/no)	10min	6min	10min	10min
Puntuación	5	5	5	5
Tenga apagado automático (si/no)	Si	Si	Si	Si
Puntuación	5	5	5	5
Tenga temporizador (si/no)	No	No	No	Si
Puntuación	0	0	0	5

Haga mucho ruido (si/no)	No	No	Si	No
Puntuación	5	5	1	5
Tenga control de aroma de café (si/no)	No	Si	No	Si
Puntuación	0	5	0	5
Mantenga el café caliente (tiempo)	40min	2h	Más de 2h	Función recalentar
Puntuación	3	4	4	5
Tenga jarra térmica (si/no)	No	Si	Si	No
Puntuación	0	5	5	0
Precio bajo (€)	30,99 (rebajado a 24,99)	66,23	65,99	58,17 (rebajado a 29,9)
Puntuación	5	2	3	3

Tabla 25. Comparación de marcas

Anexo 3: Objetivos de Desarrollo Sostenible

“En 2015, la ONU aprobó la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible, una oportunidad para que los países y sus sociedades emprendan un nuevo camino con el que mejorar la vida de todos, sin dejar a nadie atrás. La Agenda cuenta con 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, que incluyen desde la eliminación de la pobreza hasta el combate al cambio climático, la educación, la igualdad de la mujer, la defensa del medio ambiente o el diseño de nuestras ciudades” (Gamez, s. f.)

Estos 17 objetivos se dividen en tres niveles: biosfera, sociedad y economía.

El principal Objetivo de Desarrollo Sostenible entre los 17 definidos por la Organización de las Naciones Unidas que se ve más afectado por el Trabajo de Fin de Grado se encuentra a nivel de la biosfera. Este objetivo es el número 13, se refiere específicamente a la acción climática, en concreto a “tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus impactos”. Por otro lado, el principal objetivo con el que el trabajo se identifica es la “mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional sobre la mitigación del cambio climático, la adaptación, la reducción del impacto y la alerta temprana” («Goal 13: Sustainable Development Knowledge Platform», s. f.).

Mediante la remodelación de la cafetera, los cambios están focalizados a la eliminación de piezas, así como al cambio del tipo de material. En cuanto a la eliminación de piezas, se utiliza menos material para la fabricación, por lo tanto, produciendo menos. Además, al usar el mismo tipo de material, se facilita al consumidor el reciclaje de la cafetera, al no tener que estar separando piezas, las cuales la mayoría están fijadas.

Todos estos cambios realizados se reflejarán en el manual de utilización de la cafetera (lo cual está indicado en el apartado del trabajo de Especificación de Diseño del Producto). Asimismo, estará indicado en otros apartados del manual como reciclar correctamente la cafetera, así como los impactos que la mala práctica de esto tiene en el medio ambiente. Toda esta información también estará indicada en la página web de Aigostar. La finalidad de proporcionar esta información es concienciar y educar a los consumidores de la importancia que tienen nuestras acciones en el cambio climático.

Una dimensión secundaria que se ve afectada por el rediseño de la cafetera realizada en el trabajo es la económica. En concreto es el objetivo 12, que se refiere a “garantizar patrones de consumo y de producción sostenibles”. El objetivo que se identifica con el trabajo es que “para 2030, reducir sustancialmente la generación de residuos mediante la prevención, reducción, reciclaje y reutilización” («Goal 12.: Sustainable Development Knowledge Platform», s. f.).

Este objetivo está enlazado a mi trabajo dado que el rediseño de la cafetera está basado en la eliminación de la cantidad de material utilizado, así como el cambio del tipo de material. En cuanto a la eliminación de cantidad de material utilizado, como la eliminación de tornillos y piezas de polipropileno contribuye a la reducción de generación de residuos. Por otro lado, la reducción del tipo de materiales, utilizando principalmente polipropileno, facilita el reciclaje del producto al no tener que separar piezas que están unidas a presión para separar los materiales. Es decir, estos cambios facilitan la reutilización de las piezas y del material de la cafetera.

Otra de las dimensiones secundarias afectadas es la sociedad, en concreto el objetivo de desarrollo sostenible es el 11 que se refiere a “hacer que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resistentes y sostenibles”. Particularmente, “para 2030, reducir el impacto ambiental per cápita adverso de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y al manejo de residuos municipales y de otro tipo” («Goal 11: Sustainable Development Knowledge Platform», s. f.).

Conectando este objetivo con el trabajo, debido a el rediseño de la cafetera se espera que todos los residuos producidos sean reciclados y reutilizados debidamente.

La forma de cuantificar la evolución de estos objetivos de desarrollo sostenible sería:

- El producto consumirá un máximo de 3 kW.h, siendo el consumo ideal 0’85 kW·h.
- La cafetera estará diseñada de forma que produzca un máximo de 5 kg de CO2 por hora, siendo el valor deseado 0’7 kg de CO2 por hora.

<i>Dimensión ODS</i>	<i>Identificación ODS</i>	<i>Rol</i>	<i>Objetivo</i>
Biosfera	13. “Tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus impactos”	Primaria	“Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional sobre la mitigación del cambio climático, la adaptación, la reducción del impacto y la alerta temprana.”
Sociedad	11. “Hacer que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resistentes y sostenibles”	Secundaria	“Para 2030, reducir el impacto ambiental per cápita adverso de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y al manejo de residuos municipales y de otro tipo.”
Económica	12. “Garantizar patrones de consumo y producción sostenibles”	Secundaria	“Para 2030, reducir sustancialmente la generación de residuos mediante la prevención, reducción, reciclaje y reutilización.”

Tabla 26. Resumen ODS