



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



## ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

Expresión Gráfica, Diseño y Proyectos

Expresión Gráfica en la Ingeniería

### TRABAJO FIN DE GRADO

---

# ECODISEÑO DE ENVASES PARA COSMÉTICOS

---

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto

Autor: Alicia de Luiz García

Tutor: Francisca José Castillo Rueda

MÁLAGA, octubre de 2025





# Ecodiseño de envases para cosméticos

Este proyecto se centra en la creación de una serie de envases para cosméticos desde el punto de vista del ecodiseño, con el objetivo de reducir el alto impacto ambiental que la industria cosmética genera cada año con sus envases de un solo uso.

Para ello, se llevó a cabo un cuestionario inicial a distintos grupos de usuarios con el fin de conocer sus hábitos de consumo de cosméticos y reciclaje, así como su opinión sobre envases recargables. Posteriormente, se realizó un análisis de mercado para identificar las opciones de envases sostenibles que existen en la actualidad. También se realizó un estudio de materiales en el que se evaluaron distintas alternativas consideradas sostenibles.

Como resultado final, se desarrollaron dos propuestas de envases recargables y reciclables, fabricadas por impresión 3D para comprobar su correcto funcionamiento y ergonomía. Asimismo, se elaboró un análisis de ciclo de vida para comparar el impacto ambiental de los envases creados frente a envases convencionales.

Como conclusión, este proyecto demuestra que es posible crear envases que sean respetuosos con el medio ambiente, tengan un precio asequible, una estética atractiva y sean completamente funcionales, enfrentando así el problema actual del consumo excesivo de envases de un solo uso.

Palabras clave: ecodiseño, cosméticos, envases, economía circular, sostenibilidad.



# Eco-design of cosmetic packaging

This project is centered on creating a series of cosmetic packaging from an ecodesign perspective, with the main goal of reducing the significant environmental impact that the cosmetic industry generates yearly with single-use packaging.

To achieve this, a questionnaire was created and sent to different groups of people, to understand their cosmetic consumption and recycling habits, as well as their opinions on refillable packaging. After that, a market analysis was conducted to identify the sustainable packaging options currently available. A materials study was also carried out, evaluating different sustainable alternatives.

As a final outcome, two refillable and recyclable packaging were developed. These were manufactured using 3D printing to test their proper functioning and ergonomics. In addition, a life cycle analysis was made to compare the environmental impact of the developed packaging with that of conventional alternatives.

In conclusion, this project demonstrates that it is possible to create packaging that is environmentally friendly, affordable, aesthetically appealing, and fully functional, effectively counteracting the current issue of excessive single-use packaging consumption.

Key words: ecodesign, cosmetics, packaging, circular economy, sustainability.



# Índice general

<b>Memoria</b>	<b>1</b>
1.1 Objeto . . . . .	3
1.2 Alcance . . . . .	3
1.3 Antecedentes . . . . .	4
1.4 Normas y referencias . . . . .	5
1.4.1 Disposiciones legales y normativa aplicada . . . . .	5
1.4.2 Programas usados . . . . .	6
1.4.3 Bibliografía . . . . .	6
1.5 Definiciones y abreviaturas . . . . .	8
1.6 Requisitos de diseño . . . . .	8
1.6.1 Requisitos básicos . . . . .	8
1.6.2 Requisitos de la encuesta . . . . .	9
1.7 Análisis de soluciones . . . . .	10
1.8 Resultados finales . . . . .	11
1.9 Orden de prioridad de los documentos . . . . .	12
1.10 Conclusiones . . . . .	13
<b>Anexo A: Realización de encuesta</b>	<b>15</b>
A.1 Introducción . . . . .	17
A.2 Preguntas . . . . .	17
A.3 Respuestas . . . . .	22
A.4 Conclusión . . . . .	29
<b>Anexo B: Análisis de mercado</b>	<b>31</b>
B.1 Introducción . . . . .	33
B.2 Envases recargables . . . . .	33
B.2.1 Maquillaje . . . . .	33
B.2.2 Productos faciales y corporales . . . . .	39
B.2.3 Otros . . . . .	42
B.3 Envases completamente reciclables . . . . .	43
B.4 Recarga por envío . . . . .	45
B.5 Otras . . . . .	47
B.6 Conclusión . . . . .	49
<b>C Anexo C: Diseño conceptual</b>	<b>51</b>
C.1 Introducción . . . . .	53
C.2 Estudio previo . . . . .	53
C.2.1 Pintalabios . . . . .	53
C.2.2 Colorettes, bronceadores y sombras . . . . .	54

C.2.3	Máscara de pestañas . . . . .	56
C.3	Bocetos . . . . .	56
C.3.1	Envase 1 . . . . .	57
C.3.2	Envase 2 . . . . .	59
C.4	Selección de bocetos mediante matriz Pugh . . . . .	60
C.4.1	Selección boceto para envase 1 . . . . .	61
C.4.2	Selección boceto para envase 2 . . . . .	61
<b>Anexo D: Estudio de materiales</b>		<b>63</b>
D.1	Introducción . . . . .	65
D.2	Plásticos . . . . .	65
D.2.1	Fin de vida útil . . . . .	65
D.2.2	Impacto ambiental . . . . .	67
D.2.3	Fabricación y propiedades . . . . .	67
D.3	Plásticos biodegradables . . . . .	68
D.3.1	Fin de vida útil . . . . .	68
D.3.2	Impacto ambiental . . . . .	68
D.3.3	Fabricación y propiedades . . . . .	69
D.4	Aluminio . . . . .	69
D.4.1	Fin de vida útil . . . . .	69
D.4.2	Impacto ambiental . . . . .	70
D.4.3	Fabricación y propiedades . . . . .	70
D.5	Acero inoxidable . . . . .	71
D.5.1	Fin de vida útil . . . . .	71
D.5.2	Impacto ambiental . . . . .	71
D.5.3	Fabricación y propiedades . . . . .	71
D.6	Bambú y maderas . . . . .	72
D.6.1	Fin de vida útil . . . . .	72
D.6.2	Impacto ambiental . . . . .	73
D.6.3	Fabricación y propiedades . . . . .	73
D.7	Vidrio . . . . .	74
D.7.1	Fin de vida útil . . . . .	74
D.7.2	Impacto ambiental . . . . .	74
D.7.3	Fabricación y propiedades . . . . .	74
D.8	Elección de material . . . . .	75
<b>Anexo E: Estudio de viabilidad</b>		<b>77</b>
E.1	Introducción . . . . .	79
E.2	Viabilidad técnica . . . . .	79
E.3	Viabilidad económica . . . . .	79
E.4	Viabilidad de mercado . . . . .	81
E.5	Conclusión . . . . .	81
<b>Anexo F: Diseño de detalle</b>		<b>83</b>
F.1	Introducción . . . . .	85
F.2	Estudio ergonómico . . . . .	85
F.3	Mecanismos . . . . .	86
F.3.1	Apertura y cierre . . . . .	86
F.3.2	Intercambio de recambios . . . . .	88

F.4	Otros detalles . . . . .	89
F.5	Materiales y proveedores . . . . .	90
F.6	Fabricación . . . . .	90
<b>Anexo G:</b>	<b>Embalaje</b>	<b>93</b>
G.1	Introducción . . . . .	95
G.2	Materiales necesarios . . . . .	95
G.3	Resultados . . . . .	96
G.3.1	Resultados generales . . . . .	96
G.3.2	Etiquetado . . . . .	97
G.3.3	Embalaje para transporte . . . . .	97
<b>Anexo H:</b>	<b>Prototipado</b>	<b>99</b>
H.1	Introducción . . . . .	101
H.2	Prototipado de envases . . . . .	101
H.2.1	Prototipado envase 1 . . . . .	101
H.2.2	Prototipado envase 2 . . . . .	103
H.3	Prototipado de <i>packaging</i> . . . . .	106
<b>Anexo I:</b>	<b>Renderizado</b>	<b>109</b>
I.1	Introducción . . . . .	111
I.2	Renders generales . . . . .	111
I.3	Renders con marca . . . . .	112
<b>Anexo J:</b>	<b>Análisis de ciclo de vida</b>	<b>115</b>
J.1	Introducción . . . . .	117
J.2	Cálculo huella de carbono . . . . .	117
<b>Planos</b>		<b>118</b>
<b>Pliego de Condiciones</b>		<b>157</b>
3.1	Introducción . . . . .	159
3.2	Condiciones funcionales . . . . .	159
3.3	Condiciones estéticas . . . . .	159
3.4	Condiciones de los materiales . . . . .	159
3.5	Condiciones medioambientales . . . . .	160
3.6	Condiciones de fabricación . . . . .	160
3.7	Condiciones normativas . . . . .	160
<b>Mediciones</b>		<b>161</b>
4.1	Introducción . . . . .	163
4.2	Envase 1 y recambio . . . . .	163
4.3	Envase 2 y recambio . . . . .	163
4.4	Embalaje . . . . .	164
4.5	Montaje . . . . .	164
<b>Presupuesto</b>		<b>165</b>
5.1	Introducción . . . . .	167
5.2	Materiales . . . . .	167
5.3	Procesos industriales . . . . .	168

# Índice de figuras

1.1	Diseños ganadores matriz Pugh . . . . .	11
1.2	Prototipos finales . . . . .	12
1.3	Prototipos finales . . . . .	12
A.1	Ejemplo estética decorativa awomansconfidence.com . . . . .	20
A.2	Ejemplo estética <i>vintage</i> etsy.com . . . . .	21
A.3	Ejemplo estética básica evauty.com . . . . .	21
A.4	Ejemplo estética moderna habituallychic.luxury . . . . .	21
A.5	Ejemplo estética natural tribune.net.ph . . . . .	21
A.6	Respuestas pregunta 1 . . . . .	22
A.7	Respuestas pregunta 2 . . . . .	22
A.8	Respuestas pregunta 3 . . . . .	23
A.9	Respuestas pregunta 4 . . . . .	23
A.10	Respuestas pregunta 5 . . . . .	24
A.11	Respuestas pregunta 6 . . . . .	24
A.12	Respuestas pregunta 8 . . . . .	25
A.13	Respuestas pregunta 9 . . . . .	26
A.14	Respuestas pregunta 10 . . . . .	26
A.15	Respuestas pregunta 11 . . . . .	26
A.16	Respuestas pregunta 12 . . . . .	27
A.17	Respuestas pregunta 13 . . . . .	27
A.18	Respuestas pregunta 14 . . . . .	27
A.19	Respuestas pregunta 16 . . . . .	28
A.20	Respuestas pregunta 17 . . . . .	28
A.21	Respuestas pregunta 18 . . . . .	29
A.22	Respuestas pregunta 19 . . . . .	29
B.1	A la izquierda “ <i>The Iconic Edition</i> ” y a la derecha “ <i>The Red Edition</i> ” (kjaerweis.com) . . . . .	34
B.2	Pintalabios y recarga Kjaer Weis (kjaerweis.com) . . . . .	34
B.3	Máscara de pestañas y recarga Kjaer Weis (kjaerweis.com) . . . . .	34
B.4	Labial líquido y recarga Kjaer Weis (kjaerweis.com) . . . . .	34
B.5	Máscara de pestañas y recarga ZAO (zaomakeup.es) . . . . .	35
B.6	Polvos bronceadores y recarga ZAO (zaomakeup.es) . . . . .	35
B.7	Pintalabios en barra y recarga ZAO (zaomakeup.es) . . . . .	36
B.8	Brillo de labios y recarga ZAO (zaomakeup.es) . . . . .	36
B.9	Distintos productos de Zerra & Co (zerraco.com) . . . . .	37
B.10	Envase multiusos Salt New York (saltnewyork.com) . . . . .	37
B.11	Máscara de pestañas y recarga Collistar (collistar.com) . . . . .	37
B.12	Barra de labios y recarga Collistar (collistar.com) . . . . .	38
B.13	Polvos bronceadores y recarga Collistar (collistar.com) . . . . .	38

B.14 Sombra de ojos y recarga Collistar (collistar.com) . . . . .	38
B.15 Suero vitamina C y recarga Freshly Cosmetics (freshlycosmetics.com) . .	40
B.16 Ultra Facial Cream de Kiehl's (kiehls.com) . . . . .	41
B.17 <i>The Ritual of Sakura</i> de Rituals (www.rituals.com) . . . . .	41
B.18 Crema solar <i>Hydra Vizor</i> Fenty Beauty (fentybeauty.com) . . . . .	42
B.19 Serum <i>Wach Ya Tone</i> de Fenty Beauty(fentybeauty.com) . . . . .	42
B.20 Productos Axiology Beauty (axiologybeauty.com) . . . . .	43
B.21 Productos La Bouche Rouge (laboucherogetherparis.com) . . . . .	44
B.22 Fundas de cuero reciclado La Bouche Rouge (laboucherogetherparis.com) . . .	44
B.23 Paleta de sombras de ojos y barra de labios AORA (aoramakeup.com) . . .	45
B.24 Bolsa reutilizable para envíos Izzy (yourizzy.com) . . . . .	46
B.25 Productos Izzy (/yourizzy.com) . . . . .	46
B.26 Productos RAAIE (raaie.co.nz/products) . . . . .	47
B.27 Forever Bottle de Zero Co. (zeroco.com) . . . . .	48
B.28 Productos Zero Co. (zeroco.com) . . . . .	48
B.29 Botella recargable The Body Shop (thebodyshop.es) . . . . .	49
C.1 Mecanismo tradicional pintalabios (patents.google.com) . . . . .	53
C.2 Labial líquido Kjaer Weis (kjaerweis.com) . . . . .	54
C.3 Envase de rosca para pintalabios (lbb.in) . . . . .	54
C.4 Polvos bronceadores y barra bronceadora ZAO (zaomakeup.com) . . . . .	55
C.5 Colorete líquido Revolution (makeuprevolution.es) . . . . .	55
C.6 Colorete líquido Zara (zara.com) . . . . .	55
C.7 Máscara de pestañas Collistar (collistar.com) . . . . .	56
C.8 Máscara de pestañas metálica Judydoll (judydoll.com) . . . . .	56
C.9 Envase 1, boceto 1 . . . . .	57
C.10 Envase 1, boceto 2 . . . . .	57
C.11 Explicación funcionamiento envases . . . . .	57
C.12 Envase 1, variante . . . . .	58
C.13 Envase 1, boceto 3 . . . . .	58
C.14 Envase 1, boceto 4 . . . . .	58
C.15 Envase 2, boceto 1 . . . . .	59
C.16 Envase 2, boceto 2 . . . . .	60
C.17 Envase 2, boceto 3 . . . . .	60
C.18 Matriz Pugh elección envase 1 . . . . .	61
C.19 Renderizado Vizcom envase 1 . . . . .	61
C.20 Matriz Pugh elección envase 2 . . . . .	62
C.21 Renderizado Vizcom envase 2 . . . . .	62
D.1 Símbolo Punto Verde . . . . .	66
D.2 Símbolo Reciclaje . . . . .	66
D.3 Símbolo del aluminio reciclable (www.laspalmasgc.es) . . . . .	69
D.4 Matriz Pugh elección envase 2 . . . . .	75
F.1 Percentiles mano oblicuo. (Apuntes Diseño Ergonómico y Ecodiseño 24-25)	85
F.2 Percentiles mano. (Apuntes Diseño Ergonómico y Ecodiseño 24-25) . . . .	85
F.3 Ergonomía aplicada a las herramientas – 01 <sup>o</sup> parte. (estrucplan.com) . . .	86
F.4 Detalles apertura envase 1 . . . . .	87
F.5 Rango de movimiento envase 1 . . . . .	87
F.6 Detalle hendidura envase 1 . . . . .	88
F.7 Mecanismo de cierre envase 2 . . . . .	88

F.8	Mecanismo recambio envase 1 . . . . .	89
F.9	Plantas de envase 1 y 2 . . . . .	90
G.1	Tamaños cajas exteriores (unidades en mm) . . . . .	96
G.2	Renders <i>packaging</i> envase 1 y recambio . . . . .	97
G.3	Renders <i>packaging</i> envase 2 y recambio . . . . .	97
H.1	Piezas enumeradas del envase 1 . . . . .	101
H.2	Primera prueba prototipado envase 1 . . . . .	101
H.3	Problemas en primeras pruebas prototipado envase 1 . . . . .	102
H.4	Prueba bisagra funcional del envase 1 . . . . .	102
H.5	Fallos superficiales en pruebas de bisagra . . . . .	102
H.6	Otros fallos superficiales en pruebas de bisagra del envase 1 . . . . .	103
H.7	Todas las pruebas de recambio envase 1 . . . . .	103
H.8	Prototipos finales envase 1 . . . . .	103
H.9	Partes del envase 2 . . . . .	104
H.10	Pruebas mecanismo rosca del envase 2 . . . . .	104
H.11	Segundo mecanismo de cierre del envase 2 . . . . .	104
H.12	Tolerancias encaje pieza 1 del envase 2 . . . . .	105
H.13	Impresión piezas finales del envase 2 . . . . .	105
H.14	Todos los prototipos de envases juntos . . . . .	105
H.15	Pruebas <i>packaging</i> 1 . . . . .	106
H.16	Pruebas <i>packaging</i> 2 . . . . .	106
H.17	Pruebas <i>packaging</i> 3 . . . . .	107
H.18	Pruebas cortadora láser 1 . . . . .	107
H.19	Pruebas cortadora láser 2 . . . . .	108
H.20	Prototipos finales con cajas . . . . .	108
I.1	Renders envase 1 despiece y unido . . . . .	111
I.2	Renders envase 2 despiece y unido . . . . .	111
I.3	Renders recambio envase 2 despiece y unido . . . . .	111
I.4	Renders envase 1 en caja . . . . .	112
I.5	Renders envase 2 en caja . . . . .	112
I.6	Renders recambio envase 1 y 2 . . . . .	112
I.7	Renders recambio envase 2 en caja . . . . .	112
I.8	Render 1 envase 1 Kiko . . . . .	113
I.9	Render 2 envase 1 Kiko . . . . .	113
I.10	Renders envase 2 Kiko . . . . .	114
4.1	Medición envase 1 y recambio . . . . .	163
4.2	Medición envase 2 y recambio . . . . .	163
4.3	Medición envase 1 y recambio . . . . .	164
4.4	Medición montaje . . . . .	164
5.1	Presupuesto envases 1 y 2 con recambios . . . . .	167
5.2	Presupuesto cajas envase 1 y recambio . . . . .	167
5.3	Presupuesto cajas envase 2 y recambio . . . . .	168
5.4	Presupuesto maquinaria para envases 1 (izquierda) y 2 (derecha) . . . . .	168
5.5	Presupuesto maquinaria para recambios envases 1 (izquierda) y 2 (derecha) . . . . .	168
5.6	Presupuesto individual maquinaria para embalaje . . . . .	169
5.7	Suma de precios . . . . .	169
5.8	Costes fijos . . . . .	169
5.9	Cálculo PVP . . . . .	169

# Índice de tablas

A.1	Respuestas pregunta 7 . . . . .	25
D.1	Comparación propiedades PP, PET y PVC . . . . .	67
D.2	Comparación propiedades bambú, haya, fresno, roble . . . . .	74
J.1	Comparación de la huella de carbono entre diferentes envases . . . . .	118
J.2	Comparación de la huella de carbono con reducción por acero inoxidable reciclado . . . . .	118



# Memoria

---

**ECODISEÑO DE ENVASES PARA  
COSMÉTICOS**



## 1.1. Objeto

El objetivo principal de este proyecto es desarrollar una línea de envases sostenibles destinados a distintos productos cosméticos. Se buscará diseñar soluciones innovadoras que contribuyan a disminuir el creciente problema de la acumulación de residuos, donde la industria de la belleza contribuye de forma importante. Los envases estarán alineados con los criterios de sostenibilidad, funcionalidad y estética que exige la cosmética y la industria contemporánea.

En particular, se plantea la creación de envases que cumplan con los siguientes requisitos fundamentales: ser recargables, estar fabricados con materiales reciclados y ser completamente reciclables al final de su vida útil. Estos objetivos responden a la necesidad creciente del sector por adaptarse a los principios de la economía circular y reducir el impacto ambiental asociado a los envases cosméticos convencionales.

Actualmente, hay escasas opciones disponibles en el mercado de cosméticos que cumplan con los criterios de sostenibilidad y, en la mayoría de los casos, son poco accesibles al público, bien sea por su precio o porque no se comercializan en todo el mundo. Con este proyecto, se pretende ofrecer alternativas que respondan de manera eficaz y concreta a las exigencias medioambientales actuales, impulsando un cambio positivo en la industria del packaging cosmético.

Inicialmente, se investigarán las tendencias actuales y las innovaciones en el diseño sostenible de estos envases para situar el punto de partida del trabajo. Se realizará un análisis de los materiales que, a día de hoy, se utilizan en la industria de envases cosméticos, evaluando su impacto ambiental, además de las posibles alternativas.

También en una primera etapa se realizará una encuesta para disponer de opiniones reales de potenciales compradores que ayuden a concretar otras características de los envases a diseñar, como pueden ser la estética o conocer los productos más usados.

A continuación, se propondrán varios diseños de envases cosméticos que cubran el mayor número de aspectos posibles, utilizando materiales sostenibles e implementando principios de ecodiseño.

De entre las propuestas, se elegirán las mejores y se crearán prototipos para evaluar su viabilidad y funcionalidad.

Asimismo, se analizará el coste económico de la propuesta de envase cosmético sostenible en comparación con los envases tradicionales.

## 1.2. Alcance

Este proyecto abarca el diseño de una línea de envases sostenibles para distintos productos cosméticos, concretamente productos básicos de maquillaje como pintalabios, colorete, sombra de ojos, bronceador y máscara de pestañas. Los criterios de sostenibilidad que se utilizarán son la reciclabilidad, la huella de carbono, el uso de materiales renovables y la reducción de residuos.

La propuesta de envase se enfocará al mercado español, aunque el análisis de las tendencias actuales e innovaciones de envases cosméticos sostenibles se realizará a nivel internacional.

Se abordará la selección de materiales, estudiando materiales sostenibles como plásticos biodegradables, vidrio reciclado, metales reciclables, maderas y otros materiales innovadores como el bambú.

Se empleará una metodología de diseño centrada en la sostenibilidad, incluyendo análisis del ciclo de vida (ACV) de los materiales y procesos. Se evaluará el impacto ambiental de los diseños propuestos, considerando factores como la huella de carbono, el uso de recursos y la gestión de residuos.

Se realizarán prototipos físicos en impresión 3D para evaluar la viabilidad de los diseños propuestos y se someterán a sencillas pruebas para asegurar que el diseño es práctico.

Se evaluará la viabilidad económica de los diseños propuestos, comparando costos con envases tradicionales, pero sólo desde una perspectiva básica.

Este proyecto se desarrollará de forma individual desde el rol de diseñadora de producto, teniendo como finalidad principal el desarrollo conceptual y técnico de los envases.

No obstante, también se deja abierta la posibilidad de lanzar la propuesta al mercado con el objetivo de que pueda ser adquirida e implementada por alguna marca interesada en incorporar soluciones de envases sostenibles a su línea de productos cosméticos. No se contemplarán detalles sobre la fabricación de los envases, ya que los aspectos concretos dependen del proceso de fabricación y de la maquinaria de la empresa que pudiera estar interesada, lo que queda fuera del ámbito de este Trabajo Fin de Grado (TFG).

### **1.3. Antecedentes**

En la sociedad actual, el acelerado ritmo de producción y consumo está afectando de manera significativa al medio ambiente, generando problemas como el cambio climático, la contaminación o la pérdida de biodiversidad. La creciente conciencia sobre estos problemas está aumentando la demanda de crear y usar métodos sostenibles y responsables que ayuden a minimizar el impacto ambiental.

Según estudios recientes (Kaestner, Scope, Neumann y Woelfel, 2023), el 39,1% de los plásticos en la Unión Europea se destina a envases, pero menos del 10% de estos materiales se recicla, y menos de la mitad de los plásticos de envase se recupera correctamente. Ante esto, la Unión Europea ha decidido crear políticas ambientales efectivas. Por ejemplo, con la Directiva de Envases y Residuos de Envases, se busca reducir los residuos, fomentar el reciclaje y promover diseños sostenibles. Estas medidas incluyen disminuir el peso y volumen de los envases, incentivar los envases reutilizables y aplicar el ecodiseño, considerando el impacto ambiental durante todo el ciclo de vida del producto.

Estos esfuerzos buscan no solo reducir los efectos adversos sobre el medio ambiente, sino también impulsar una transición hacia una economía circular, donde los recursos se utilicen de manera más eficiente y sostenible, asegurando un futuro más verde y próspero para las siguientes generaciones.

La industria de los cosméticos enfrenta desafíos significativos en cuanto a la gestión de residuos y el reciclaje, siendo uno de los principales problemas el excesivo uso de envases de un solo uso.

La extracción de materias primas para su fabricación, como el petróleo para el plástico o la tala de árboles para el papel, tiene un impacto ambiental considerable, incluyendo la degradación de ecosistemas, la pérdida de biodiversidad y la emisión de gases invernadero a la atmósfera.

La mayoría de estos envases, que suelen ser de un solo uso, se fabrican con materiales plásticos, derivados del petróleo y, por tanto, no biodegradables. Esto significa que pueden tardar cientos de años en descomponerse en el medio ambiente, puesto que en muchas ocasiones no acaban siendo reciclados ni desechados correctamente. Además, algunos se descomponen en microplásticos, que pueden contribuir a la contaminación de los océanos y la vida acuática e, incluso, entrar en la cadena alimentaria. Se estima que hay aproximadamente 5,25 billones de millones de partículas de plástico en los océanos, lo que se traduce a unas 269 mil toneladas (Cubas, Bianchet, Reis, & Gouveia, 2022).

El reciclaje en la industria cosmética también presenta dificultades debido a la complejidad de los envases. Muchos productos vienen en envases compuestos por múltiples materiales, como plástico, vidrio y metal, lo que complica el proceso de reciclaje. Y, además, muchos consumidores no saben cómo desechar correctamente estos productos, lo que resulta en una baja tasa de reciclaje.

Estos problemas reflejan la necesidad de que la industria cosmética adopte prácticas más sostenibles y desarrolle envases innovadores que minimicen el impacto ambiental. Además, cada vez son más las personas que se interesan por el efecto que tienen sus hábitos de consumo sobre el medio ambiente y buscan productos más respetuosos, lo que también está impulsando al sector cosmético en esa dirección.

## 1.4. Normas y referencias

### 1.4.1. Disposiciones legales y normativa aplicada

#### Diseño del documento

- UNE 157001: Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.

#### Envases cosméticos

- Reglamento (CE) N<sup>o</sup> 1223/2009 sobre productos cosméticos.
- ISO 22715: Packaging y etiquetado cosmético.
- Real Decreto 1055/2022: Envases y residuos de envases.
- Reglamento (CE) n<sup>o</sup> 1907/2006: Registro, Evaluación, Autorización y Restricción de sustancias y mezclas químicas.

### Análisis de Ciclo de Vida

- ISO 14040: Análisis de Ciclo de Vida.
- UNE 150-040-96: Análisis de Ciclo de Vida.

### 1.4.2. Programas usados

- Edición de texto: LaTeX (Overleaf) y Documentos de Google.
- Realización encuesta: Formularios de Google.
- Tablas y cálculos de precios: Hojas de cálculo de Google.
- Renderizado de bocetos: Vizcom.
- Diseño modelos 3D y planos: AutoCAD 2023 y SolidWorks 2025.
- Diseño gráfico: Inkscape 1.3.2 y Procreate 5.3.15.
- Diseño packaging: ArtiosCAD 20.0.1.
- Software slicer para impresión 3D: Anycubic Photon Workshop v3.6.2.
- Software cortadora láser: RDWorks V8.01.18.
- Realización de renderizados: 3DS Max 2025.
- Cálculo ACV: SimaPro Compact Multi user 8.0.4.30.

### 1.4.3. Bibliografía

Arapack. (2019, 2 septiembre). *Envases para cosméticos*. <https://www.arapack.com/en>  
<https://www.arapack.com/envases-para-cosmeticos/>

Barbas, A. (2023, 27 septiembre). *El reciclaje del PVC: un paso hacia la sostenibilidad*. Aimplas. <https://www.aimplas.es/blog/el-reciclaje-de-pvc-un-paso-hacia-la-sostenibilidad/>

Because It's The Earth. (s.f.). *Does Glass Biodegrade? Exploring the Life Cycle of Glass*. [https://bitetoothpastebits.com/blogs/blog/does-glass-biodegrade?srsltid=AfmBOOpGibHO7IKejp37kb3w2fYuFiPaJNCNw9I0\\_xNJO8tRkQ0k43Ot](https://bitetoothpastebits.com/blogs/blog/does-glass-biodegrade?srsltid=AfmBOOpGibHO7IKejp37kb3w2fYuFiPaJNCNw9I0_xNJO8tRkQ0k43Ot)

Cubas, A. L. V., Bianchet, R. T., Reis, I. M. A. S. D., & Gouveia, I. C. (2022). *Plastics and microplastic in the cosmetic industry: Aggregating sustainable actions aimed at alignment and interaction with UN sustainable development goals*. *Polymers*, 14(21), 4576. <https://doi.org/10.3390/polym14214576>

Ecoacero. (s.f.). *Las cifras del Reciclado*. <https://ecoacero.com/informes/las-cifras-del-reciclado/#:~:text=El%20%20acero%20es%20el%20material,casi%20por%20completo>

Ecovidrio. (2019). *Guía uso Punto Verde* [PDF]. <https://www.ecovidrio.es/sites/default/files/2019-11/guia-uso-punto-verde.pdf>

Estrucplan. (s. f.). *Ergonomía aplicada a las herramientas – 01<sup>o</sup> parte*. Estrucplan. <https://estrucplan.com.ar/ergonomia-aplicada-a-las-herramientas-01o-parte/>

FasterCapital. (2025, 3 mayo). *Impacto ambiental del maquillaje: del desperdicio a la riqueza: convertir los envases de maquillaje en una oportunidad de negocio*. <https://fastercapital.com/es/contenido/Impacto-ambiental-del-maquillaje>

Gestores de Residuos. (2015, 31 agosto). *Millones de partículas plásticas de los cosméticos acaban en el mar*. <https://gestoresderesiduos.org/noticias/millones-de-particulas-plasticas-de-los-cosmeticos-acaban-en-el-mar>

Gesvasa Gestión de Residuos. (2024, 13 noviembre). *La cadena de reciclaje de envases de polipropileno*. <https://www.gesvasa.com/la-cadena-de-reciclaje-de-envases-de-polipropileno/>

Kaestner, L., Scope, C., Neumann, N., & Woelfel, C. (2023). Sustainable circular packaging design: A systematic literature review on strategies and applications in the cosmetics industry. *Proceedings of the Design Society*, 3, 3265–3274. <https://doi.org/10.1017/pds.2023.327>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). (s. f.). *Papel y cartón: ¿Cómo se trata?* <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/domesticos/fracciones/papel-y-carton/como-se-trata.html>

Moso. (s.f.). Moso Bambu. <https://www.moso-bamboo.com/es/>

Ojeda, C. (2021, 22 febrero). *El maquillaje, penúltimo reducto de los microplásticos*. Greenpeace. <https://es.greenpeace.org/es/noticias/el-maquillaje-penultimo-reducto-de-los-microplasticos/>

ProPrintWeb. (2022, 22 de diciembre). *Las tintas de impresión ecológicas: ventajas y certificaciones*. ProPrintWeb. <https://www.proprintweb.com/blog/las-tintas-de-impresion-ecologicas>

Ramirez, L. (2014, marzo). *Análisis de las emisiones de CO2 de los materiales usados en palas de aerogeneradores de eje vertical*. [https://www.researchgate.net/publication/303345390\\_Analisis\\_de\\_las\\_emisiones\\_de\\_CO2\\_de\\_los\\_materiales\\_usados\\_en\\_palas\\_de\\_aerogeneradores](https://www.researchgate.net/publication/303345390_Analisis_de_las_emisiones_de_CO2_de_los_materiales_usados_en_palas_de_aerogeneradores)

Rodriguez, H. (2019, 6 marzo). *Los bioplásticos sostenibles podrían estar a la vuelta de la esquina*. National Geographic. [https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/actualidad/bioplásticos-sostenibles-podrian-estar-a-vuelta-esquina\\_13761](https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/actualidad/bioplásticos-sostenibles-podrian-estar-a-vuelta-esquina_13761)

RTVE. (2018, 5 junio). *Sólo se recicla el 9% de los 400 millones de toneladas de plásticos producidos en el mundo*. <https://www.rtve.es/noticias/20180605/dia-mundial-del-medio-ambiente-solo-se-recicla-9-400-millones-toneladas-plasticos-producidos-mundo/1745141.shtml>

The Association of Plastic Recyclers. (2024, 30 agosto). *Size Sorting in the Plastics Recycling Process* [PDF]. [https://plasticsrecycling.org/wp-content/uploads/2024/09/RES-SORT-02-Size-Sortation\\_Resource.pdf](https://plasticsrecycling.org/wp-content/uploads/2024/09/RES-SORT-02-Size-Sortation_Resource.pdf)

Yates M. R. Barlow C. Y. (2013, 27 julio). *Life cycle assessments of biodegradable, commercial biopolymers. A critical review*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344913001407?via%3DIihub>

WWF México. (2024, 8 de julio). *¿Qué es la deforestación y cómo impacta a nuestro planeta?* <https://www.wwf.org.mx/?389690/que-es-la-deforestacion>

## 1.5. Definiciones y abreviaturas

A continuación se definen los términos y abreviaturas empleados en el proyecto, con el objetivo de facilitar su comprensión y evitar ambigüedades.

- **ACV:** Análisis de ciclo de vida.
- **CAD:** Diseño Asistido por Ordenador.
- **CNC:** Control Numérico por Computadora.
- **Cosmético:** Sustancia destinada a ser aplicada en la piel, como puede ser maquillaje o crema. En este proyecto, concretamente, se referirá a cosméticos como productos únicamente faciales.
- **CO2:** Dióxido de carbono.
- **Envase primario:** Envase que tiene contacto directo con el producto que contiene.
- **Envase recargable:** Envase diseñado para ser reutilizado mediante la incorporación de recargas del mismo producto, reduciendo así la generación de residuos.
- **Envase secundario:** Envase que contiene a uno o más envases primarios.
- **Gupillón/goupillón:** Cepillo con el que se aplica la máscara de pestañas.
- **Low-cost:** Categoría de productos de bajo precio de venta.
- **Packaging:** Conjunto de elementos materiales y gráficos que conforman el envase, embalaje y etiquetado de un producto, con función de protegerlo, contenerlo, conservarlo y presentarlo.
- **PET:** Tereftalato de polietileno.
- **PHA:** Polihidroxialcanoato (tipo de bioplástico).
- **PLA:** Ácido poliláctico (tipo de bioplástico).
- **PP:** Polipropileno.
- **PVC:** Policloruro de vinilo.

## 1.6. Requisitos de diseño

En los siguientes listados de requisitos se incluyen aspectos tanto de funcionalidad como de sostenibilidad en los envases de cosméticos a diseñar.

### 1.6.1. Requisitos básicos

Las especificaciones que se pretende que los envases creados sigan son las siguientes:

- **Posibilidad de recarga:** El envase tendrá algún mecanismo sencillo que permita recargar el producto una vez gastado, sin necesidad de tirar el envase completo.

- **Reciclabilidad:** El envase se podrá reciclar en contenedores tradicionales, sin necesidad de ir a puntos limpios. Para facilitar esto, se utilizará un solo material o, en caso de necesitar más de un material, se hará de tal forma que se puedan separar sus partes fácilmente para reciclar correctamente cada una de ellas.
- **Uso de materiales reciclados:** Se aplicará la economía circular buscando que el producto sea aún más sostenible.
- **Disminución del uso de material:** Se planteará el uso de recargas que disminuyen la cantidad de material a usar, lo que supone en general una mayor sostenibilidad, además de una bajada de costes.
- **Disminución de la huella de carbono:** Se utilizarán materiales que sean respetuosos con el medio ambiente tanto en su extracción, fabricación y fin de vida. Engloba los puntos mencionados antes.
- **Polivalencia de los envases:** Un mismo envase podrá servir para un cierto número de productos diferentes. Por ejemplo, un envase servirá tanto para sombras de ojos, como para coloretes y polvos bronceadores, pues todas las recargas tendrán el mismo tamaño y características.
- **Envase resistente:** Se priorizará que el envase que contiene a las recargas sea resistente para que dure el mayor tiempo posible y disminuya la generación de residuos. Esto significa que no se desgaste al abrir y cerrarse y al cambiar las recargas. Además, debería contener de manera segura durante toda su vida útil a los productos cosméticos sin generarles ningún problema (por ejemplo, que una sombra de ojos esté bien protegida para evitar su rotura).
- **Variedad de envases:** Con los envases diseñados se pretende cubrir una línea de productos básicos para el maquillaje y cuidado de la piel.
- **Productos homogéneos:** La línea de envases seguirá una misma estética, usando los mismos materiales, con el objetivo de que sean reconocibles como conjunto.
- **Fácil limpieza:** Para el diseño del envase se tendrá en cuenta que no se ensucie fácilmente y que limpiarlo resulte sencillo. Esto significa que no tenga huecos o esquinas que puedan acumular suciedad fácilmente.

### 1.6.2. Requisitos de la encuesta

Con los resultados obtenidos con la encuesta que aparece en el Anexo A, se han añadido otra serie de requisitos buscando satisfacer las necesidades del consumidor.

- **Precio competente:** En general, los encuestados estaban dispuestos a pagar máximo 30€ por cada producto (envase junto con recarga). Esto será un factor importante a considerar en la elección de los materiales.
- **Elección de los productos básicos:** Los productos que más usan los encuestados fueron: pintalabios, colorete, polvos de sol, máscara de pestañas, lápiz de ojos, corrector, base y crema hidratante. Todos deberán tener opción de recarga.
- **Tamaño del envase acorde con la cantidad de producto:** Algunos encuestados mencionaron que no les gusta cuando el envase es demasiado grande y aparatoso

comparado con la cantidad de producto que contiene.

- **Facilidad para terminar el producto por completo:** Evitar formas complejas que no permitan acabar el producto cosmético en su totalidad para reducir desperdicios.
- **Recambio higiénico y sencillo.** Los encuestados mostraron mayor interés por recambios completos que por la reutilización del envase primario. Por lo que se buscará diseñar un envase primario para contener el producto y uno secundario para protegerlo y usarlo con facilidad.
- **Estilo natural o moderno para la estética de los envases:** La línea de envases utilizará materiales como madera o metal, ya que los productos con estas estéticas fueron los que más llamaron la atención a los encuestados.
- **Facilidad de reciclaje:** Como se observó que no todos los usuarios reciclan, se procurará que el diseño de los productos no suponga un impedimento para su reciclado. Esto puede solucionarse haciendo los envases de un mismo material, por ejemplo.

Los usuarios también se mostraron interesados en que los envases tuvieran posibilidad de recarga y fueran resistentes ante distintos problemas.

## 1.7. Análisis de soluciones

Lo primero que se realizó para llegar a las soluciones finales fue un cuestionario sobre cosméticos y sostenibilidad. En él, las personas encuestadas debían responder preguntas sobre qué tipo de cosméticos usaban, con qué frecuencia, si sus envases presentaban algún tipo de problema... En cuanto a sostenibilidad, principalmente se hicieron preguntas relativas al reciclaje en el hogar y el conocimiento sobre marcas de cosméticos recargables. Los resultados de este cuestionario se encuentran en Anexo A: Realización de encuesta.

Se hizo una investigación a fondo de los tipos de envases sostenibles que existen actualmente en el mercado cosmético. Se tuvo en cuenta que fueran reciclables, reutilizables o recargables. Se encontraron tres tipos de envases: recargables (en su mayoría completamente fabricados en plástico), reciclables o compostables (los envases estaban fabricados de papel o cartón y en algunos casos de algún metal, principalmente aluminio) o de recarga por envío. Se evaluaron las opciones teniendo en cuenta su sostenibilidad y comodidad para el comprador durante la compra y uso del envase. Se puede encontrar información más detallada en el Anexo D: Estudio de materiales.

Una vez obtenidas las conclusiones de los tipos de envases disponibles, se procedió a la creación de nuevas propuestas para los problemas encontrados a través de distintos bocetos, teniendo presente en todo momento las respuestas de la encuesta. Estos pueden encontrarse en el Anexo C: Diseño Conceptual.

También se realizó un estudio de los materiales más adecuados para la fabricación de los envases. Se analizaron plásticos, bioplásticos, aluminio, acero inoxidable, maderas y vidrio. Se tuvieron en cuenta el impacto ambiental en la extracción, la fabricación y fin de vida; el tiempo de vida útil; opciones de fabricación disponibles; y por último, algunas propiedades mecánicas y precio. Esta investigación se encuentra explicada de manera extensa en el Anexo D: Estudio de materiales.

Para el análisis final de estas opciones y la obtención de las mejores soluciones disponibles, se hizo uso de la matriz Pugh. Se trata de una herramienta de toma de decisiones que compara de manera objetiva las distintas alternativas existentes, asignándoles puntuaciones según lo que se ajusten a los requisitos propuestos.

## 1.8. Resultados finales

Tras el análisis de soluciones realizado, se concluyó que la mejor opción, siendo más innovadora y cómoda para el potencial usuario, sería crear una gama de productos que fueran recargables, pero que al final de su vida útil pudieran ser completamente reciclados.

Durante el estudio de mercado y la realización de los bocetos, se concluyó que no era necesario desarrollar un nuevo diseño de envases para cremas faciales y lápiz de ojo, a pesar de que inicialmente se había considerado un requisito. Actualmente, las soluciones de recarga disponibles en el mercado para este tipo de producto presentan un diseño altamente optimizado. La principal área de mejora detectada es el tipo de materiales utilizados, ya que suelen estar fabricados mayoritariamente con plásticos. Por este motivo, se decidió centrar los esfuerzos del proyecto en el rediseño de envases para otros productos cosméticos que, a día de hoy, cuentan con menos alternativas sostenibles disponibles en el mercado.

Tal y como se mencionó en el apartado anterior, para la elección de la mejor solución de cada ámbito estudiado, se hizo uso de la matriz Pugh. En la Figura 1.1 se muestran los diseños conceptuales de los envases ganadores, siendo el que se ha denominado como “envase 1” el que se encuentra a la izquierda y el llamado “envase 2” a la derecha. El envase 1 fue el elegido para sombras de ojos, polvos faciales y pintalabios, y el envase 2 para máscara de pestañas o gel de cejas.

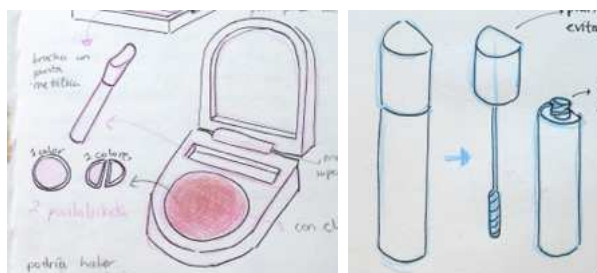


Figura 1.1: Diseños ganadores matriz Pugh

El material que se eligió como óptimo para la realización de este proyecto fue el acero inoxidable 304.

Una vez elegidos los bocetos finales y los materiales, se pasó al diseño de detalles. Para llegar al resultado final, se hizo uso de programas de Diseño Asistido por Ordenador (CAD) junto con pruebas de impresión aditiva. Estas pruebas se realizaron para comprobar tamaños, tolerancias, mecanismos y estética general. Una vez se llegaron a los resultados deseados, se creó un *packaging* para cada uno de los envases, adaptándose perfectamente a su geometría para proporcionar una buena protección, a la vez que conservar una estética atractiva (Figura 1.2).



Figura 1.2: Prototipos finales

Se realizaron una serie de imágenes por ordenador usando los modelos creados para comprobar cómo quedarían si utilizaran los materiales propuestos. En la Figura 1.3 se muestran los cuatro envases propuestos junto con sus respectivas cajas. Se muestran distintas opciones de recarga para el envase 1, que como se ha mencionado con anterioridad, está pensado para cualquier tipo de maquillaje en polvo o crema.



Figura 1.3: Prototipos finales

Por último, se realizó un análisis de ciclo de vida a los envases creados, comparándolos con los tipos de envases disponibles actualmente en el mercado de cosméticos. De esta manera se demostró, una vez más, la disminución del impacto ambiental con el uso de los envases propuestos.

## 1.9. Orden de prioridad de los documentos

En caso de discrepancia entre los documentos presentes en este proyecto, se deberá seguir la siguiente prioridad de importancia:

1. Planos
2. Pliego de condiciones
3. Presupuesto
4. Mediciones
5. Memoria

## 1.10. Conclusiones

El trabajo realizado ha permitido alcanzar el objetivo principal planteado al inicio del proyecto: diseñar envases cosméticos que sean sostenibles, reutilizables y reciclables. Se han desarrollado dos envases con opción de recarga a fabricar con acero inoxidable, material reciclable de manera prácticamente infinita. Tanto los envases completos como sus recargas cuentan con cajas fabricadas con cartón reciclado, tintas vegetales y pegamento biodegradable, por lo que podrán ser recicladas al contenedor azul o ser compostadas.

Se ha demostrado que con la compra de productos recargables se consigue un ahorro significativo, pues en el caso de ambos productos, el ahorro al comprar una recarga es de más de 7 €.

Los envases realizados cumplen completamente con todos los requisitos propuestos al comienzo del proyecto. No obstante, tras el estudio inicial, como se ha indicado anteriormente, se han excluido los envases para lápiz de ojos y cremas hidratantes. Finalmente, se han propuesto dos tipos de envases posibles, ya que los productos se han categorizado en dos grupos de características similares: por un lado los productos en crema y polvo y por otro la máscara de pestañas.

Se ha procurado crear envases con curvas suaves y sin partes de difícil acceso para su limpieza, sin embargo, al haber creado solamente prototipos con materiales distintos al propuesto, no se ha podido comprobar que esto sea completamente cierto.

Los resultados de la encuesta realizada mostraban que el público se muestra proclive a mejoras en los envases cosméticos, buscando su ecodiseño. Pero no es posible saber de antemano si aceptaría este nuevo tipo de envases, pues a día de hoy aún no hay costumbre de usar productos recargables.

Durante la ejecución del proyecto se ha hecho uso de una gran variedad de herramientas aprendidas en el grado, como AutoCAD, 3DS Max o ArtiosCAD. Pero también ha sido necesario aprender a manejar otros programas que han servido de gran ayuda, como Anycubic Photon Workshop, usado para poder imprimir los prototipos con fabricación aditiva u Overleaf con LaTeX, que ha sido utilizado para la redacción del documento.

Este proyecto recoge una amplia variedad de los conocimientos obtenidos durante la carrera:

- Búsqueda de un problema a solucionar, donde el diseño industrial, especialmente el ecodiseño, puede presentar una ventaja comparativa.
- Análisis de mercado y encuestas, para conocer los tipos de productos que existen actualmente y si el proyecto podría llegar a tener potenciales clientes.

- Estudio de materiales desde el punto de vista de la ecología, reciclaje y sostenibilidad.
- Uso de herramientas de elección objetiva, como la matriz Pugh.
- Diseño de detalle teniendo siempre en cuenta la ergonomía y comodidad del usuario.
- Creación de imágenes comerciales y propuestas de diseño gráfico.

Tras la finalización del proyecto y como continuación de este, se proponen las siguientes líneas futuras:

- Crear prototipos en acero para comprobar que los mecanismos funcionan y adaptar las tolerancias a este material.
- Desarrollar envases de distintos tamaños, que se adapten a las necesidades de los consumidores. Algunos ejemplos podrían ser crear envases de distinta capacidad (ml), crear recargas para el envase 1 que sean semicírculos o crear envases que puedan contener varias recargas.
- Adaptar el diseño del envase 2 para otros productos líquidos, como pintalabios líquidos o correctores, cambiando el gupillón por otro tipo de punta.
- Realizar pruebas de uso con consumidores para verificar la usabilidad y aceptación de las soluciones propuestas.

En conclusión, el proyecto confirma que es posible desarrollar envases cosméticos que integren criterios de sostenibilidad sin renunciar a la funcionalidad, la estética y la comodidad, contribuyendo de manera tangible a la reducción del impacto ambiental en el sector.

# Anexo A: Realización de encuesta

---

ECODISEÑO DE ENVASES PARA  
COSMÉTICOS



## A.1. Introducción

Se ha realizado una encuesta a un público diverso para conocer distintos factores relacionados con el ecodiseño, usos y problemas de cosméticos, que servirán de ayuda a lo largo del proyecto.

Se ha preparado un cuestionario corto, directo y sencillo de responder, para que personas de cualquier edad fueran capaces de contestarlo sin que hubiera espacio para dudas o malinterpretación de las preguntas.

Para facilitar la comprensión del objetivo de la encuesta y de sus preguntas, al principio se mostraba una explicación de la idea principal del proyecto y de algunos términos que podrían causar confusión, como explicar que con “cosméticos” se hacía referencia únicamente a maquillaje y productos faciales como cremas de noche, sueros.... Además, se indicaba que la encuesta era totalmente anónima, en caso de que alguna persona no quisiera responderla al poder ser identificada.

## A.2. Preguntas

El cuestionario preparado:

- Consta de 19 preguntas.
- Algunas preguntas son de carácter obligatorio, las que se mostrarán después marcadas por un asterisco.
- En varias preguntas se permite al encuestado responder escribiendo una respuesta diferente a las propuestas, que aparecerán ahora como “Otra...”.
- Hay preguntas para elegir una o varias de las respuestas dadas y otras con opción para que el encuestado escriba su propia respuesta.
- Entre las preguntas 4 y 5, como según las respuestas dadas el encuestado tiene que actuar de diferente forma, se ha añadido un comentario para guiarlo: “Si **ambas** respuestas han sido “**nunca**” a las preguntas anteriores, por favor, contesta solamente las preguntas marcadas como obligatorias (**CON UN \***) de aquí en adelante”.

Seguidamente se presenta el cuestionario que se ha utilizado.

1. \*Género
  - a) Mujer
  - b) Hombre
  - c) Otro/Prefiero no contestar
2. \*Edad
3. \*Frecuencia con la que usas maquillaje
  - a) Diariamente
  - b) Semanalmente

- c) Mensualmente
  - d) En ocasiones especiales
  - e) Nunca
4. \*Frecuencia con la que usas cremas u otros productos faciales
- a) Diariamente
  - b) Semanalmente
  - c) Mensualmente
  - d) En ocasiones especiales
  - e) Nunca
5. \*Si alguna/s de tus respuestas han sido "nunca", ¿por qué no usas estos productos?
- a) HE RESPONDIDO QUE SÍ A LOS DOS
  - b) Lo considero un gasto innecesario
  - c) No me llama la atención/no me gusta
  - d) Los productos me parecen muy caros
  - e) No tengo tiempo para usar los productos
  - f) Otra...
6. Cuáles de los siguientes productos consideras esenciales en tu rutina:
- a) Pintalabios
  - b) Colorete
  - c) Bronceador/polvos de sol
  - d) Máscara de pestañas
  - e) Eyeliner/lápiz de ojos
  - f) Corrector
  - g) Base
  - h) Crema facial hidratante
  - i) Protector solar
  - j) Otra...
7. ¿Qué marcas de cosméticos sueles comprar?
8. ¿Qué te influye a la hora de comprar cosméticos?
- a) La estética del envase/marca
  - b) Que la marca sea conocida
  - c) Que el precio sea barato

- d)* Que salga en anuncios
  - e)* Por moda
  - f)* Otra...
9. ¿Dónde te sueles aplicar tus productos cosméticos?
- a)* Casa
  - b)* Calle
  - c)* Transporte
  - d)* Otra...
10. ¿Normalmente el envase de tus cosméticos se estropea antes de que se acabe el producto?
- a)* Sí
  - b)* No
11. En media general, ¿cada cuánto tiempo tira sus productos cosméticos?
- a)* 3 meses
  - b)* 3-6 meses
  - c)* 6 meses-1 año
  - d)* +1 año
12. \*¿Reciclas en casa?
- a)* Sí
  - b)* No
13. ¿Tienes/has tenido alguno de los siguientes problemas con tus cosméticos?
- a)* NINGUNO
  - b)* Bisagras rotas
  - c)* Se queda la parte final de la barra de labios dentro del envase
  - d)* Envases siempre sucios
  - e)* Imposibilidad de sacar la última parte de productos líquidos (gloss, corrector, cremas)
  - f)* Productos en polvo se rompen
  - g)* Otra...
14. **Si has respondido que sí** a algunos de los problemas anteriores, ¿qué haces ante ellos?
- a)* Corto/abro el producto para sacar las últimas gotas
  - b)* Lo intento arreglar (si algo está roto)

- c) Tiro el producto directamente
  - d) Otra...
15. \*¿Conoces alguna marca que ofrezca productos cosméticos recargables? Si es así, escribe cuáles. Si no, escriba "no".
16. ¿Te parece un valor añadido que un cosmético sea recargable?
- a) Sí
  - b) No
17. \*¿Estarías interesado en comprar cosméticos recargables?
- a) Sí
  - b) No
18. \*¿Qué rango de precio estarías dispuesto a pagar, en media general, por un producto cosmético recargable?
- a) menos de 10€
  - b) 10-20€
  - c) 20-30€
  - d) 30-40€
  - e) más de 40€
19. \*Marca las **3 estéticas de envases** para cosméticos que más te gusten
- a) Decorativo

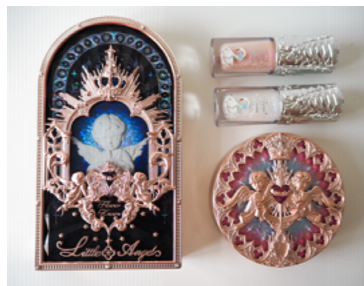


Figura A.1: Ejemplo estética decorativa awomansconfidence.com

b) Vintage

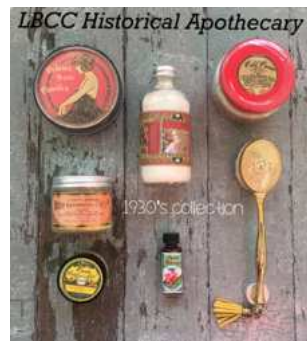


Figura A.2: Ejemplo estética *vintage* etsy.com

c) Básico



Figura A.3: Ejemplo estética básica evauty.com

d) Moderno



Figura A.4: Ejemplo estética moderna habituallychic.luxury

e) Natural



Figura A.5: Ejemplo estética natural [tribune.net.ph](http://tribune.net.ph)

### A.3. Respuestas

Se recogieron 88 respuestas a la encuesta, cuyos resultados se presentan en figuras con porcentajes, ruedas y gráficos sencillos, para facilitar la comprensión de los datos. Cuando alguna respuesta dada carecía de sentido, se ha descartado en el análisis de los resultados.

Algunas de estas encuestas se realizaron en persona, obteniendo datos extra que no han sido recopilados en estas gráficas. Uno de los comentarios más repetidos fue que estarían interesados en productos recargables principalmente por el hecho de que podría suponer un ahorro respecto a lo que pagaban actualmente. El otro comentario a destacar era que varias de las personas que dijeron no estar interesadas en las recargas lo decían porque les parecía algo no higiénico.

Se presenta a continuación un resumen, principalmente en gráficas, de las respuestas dadas a cada pregunta.

#### 1. \*Género

88 respuestas

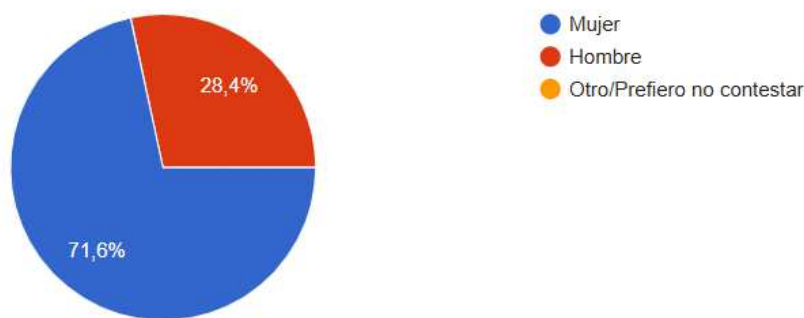


Figura A.6: Respuestas pregunta 1

#### 2. \*Edad

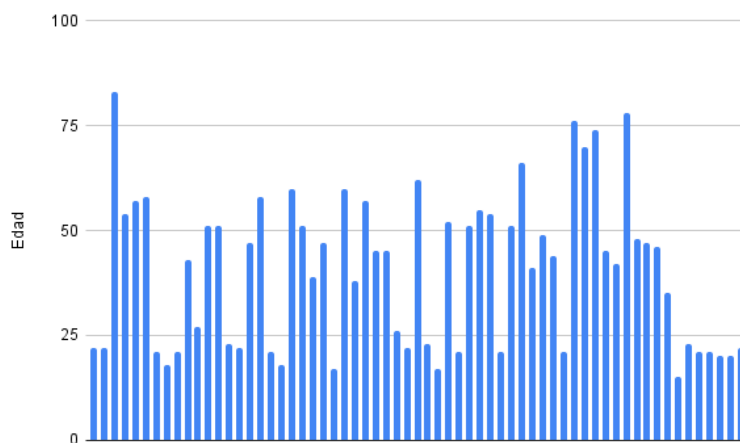


Figura A.7: Respuestas pregunta 2

### 3. \*Frecuencia con la que usas maquillaje

El total de mujeres, 63, contestaron que usan maquillaje en alguna ocasión. En cuanto a los hombres, el 76% aseguró que nunca utiliza maquillaje y el resto solo en ocasiones especiales.

88 respuestas

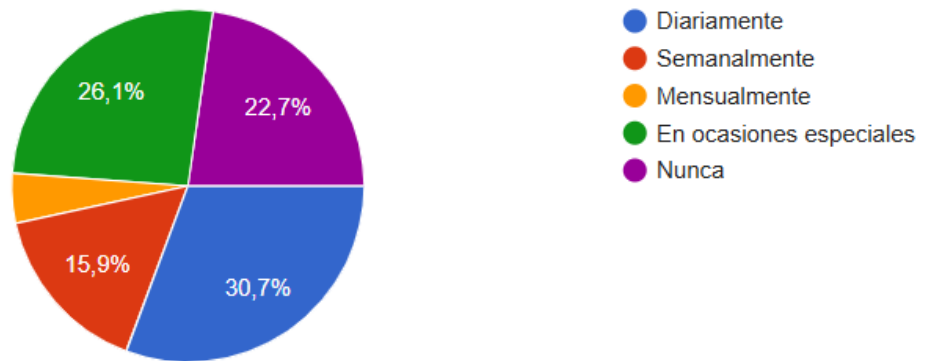


Figura A.8: Respuestas pregunta 3

### 4. \*Frecuencia con la que usas cremas u otros productos faciales

Un 36% de los hombres contestaron que nunca usan cremas, mientras que solo una mujer respondió diciendo que no las usaba.

88 respuestas

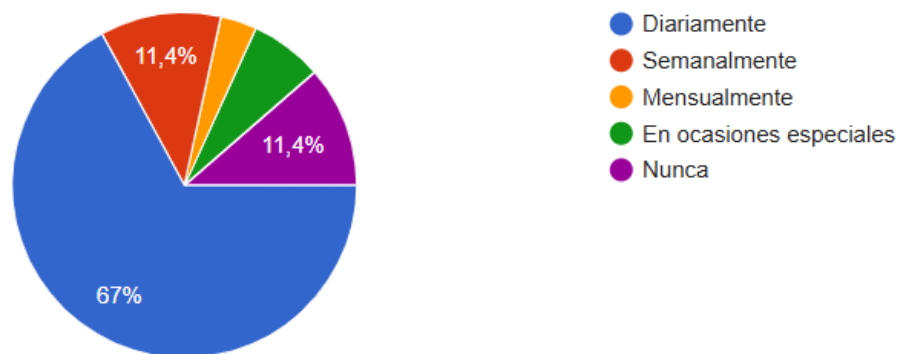


Figura A.9: Respuestas pregunta 4

5. \*Si alguna/s de tus respuestas han sido “nunca”, ¿por qué no usas estos productos?

88 respuestas

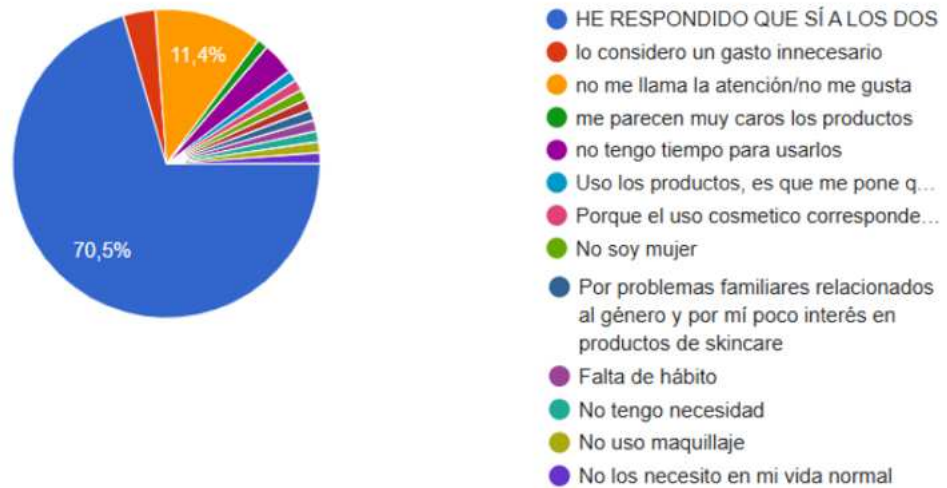


Figura A.10: Respuestas pregunta 5

6. Cuáles de los siguientes productos consideras esenciales en tu rutina:

80 respuestas

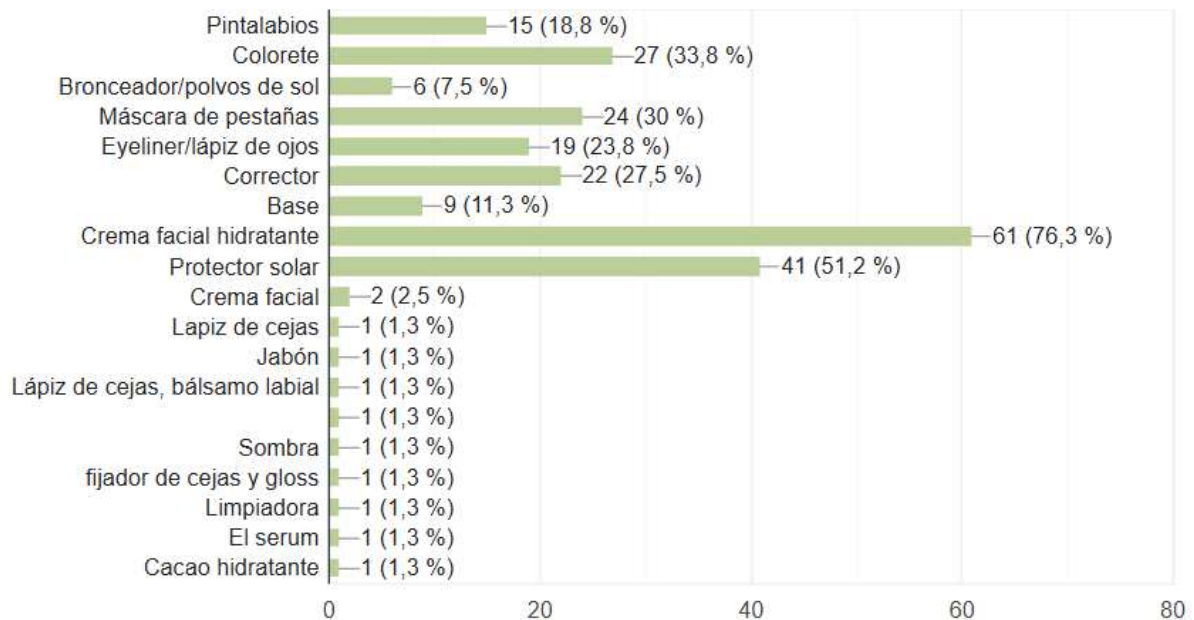


Figura A.11: Respuestas pregunta 6

7. ¿Qué marcas de cosméticos sueles comprar?

Atashi: 1	Avène: 1	Bella Aurora: 2
Benefit: 1	Bioderma: 2	Bourjois: 1
Cantabria Labs: 1	Catrice: 3	Caudalie: 1
CeraVe: 3	Clinique: 2	Collestar: 1
Deliplus: 5	Erborian: 1	Essence: 1
Eucerin: 1	Fresh Code: 1	Galenic: 2
Instituto Español: 3	Isdin: 2	Kiko: 4
L'Occitane: 2	L'Oreal: 9	La Roche Posay: 1
Lancaster: 1	En blanco: 18	

Tabla A.1: Respuestas pregunta 7

8. ¿Qué te influye a la hora de comprar cosméticos?

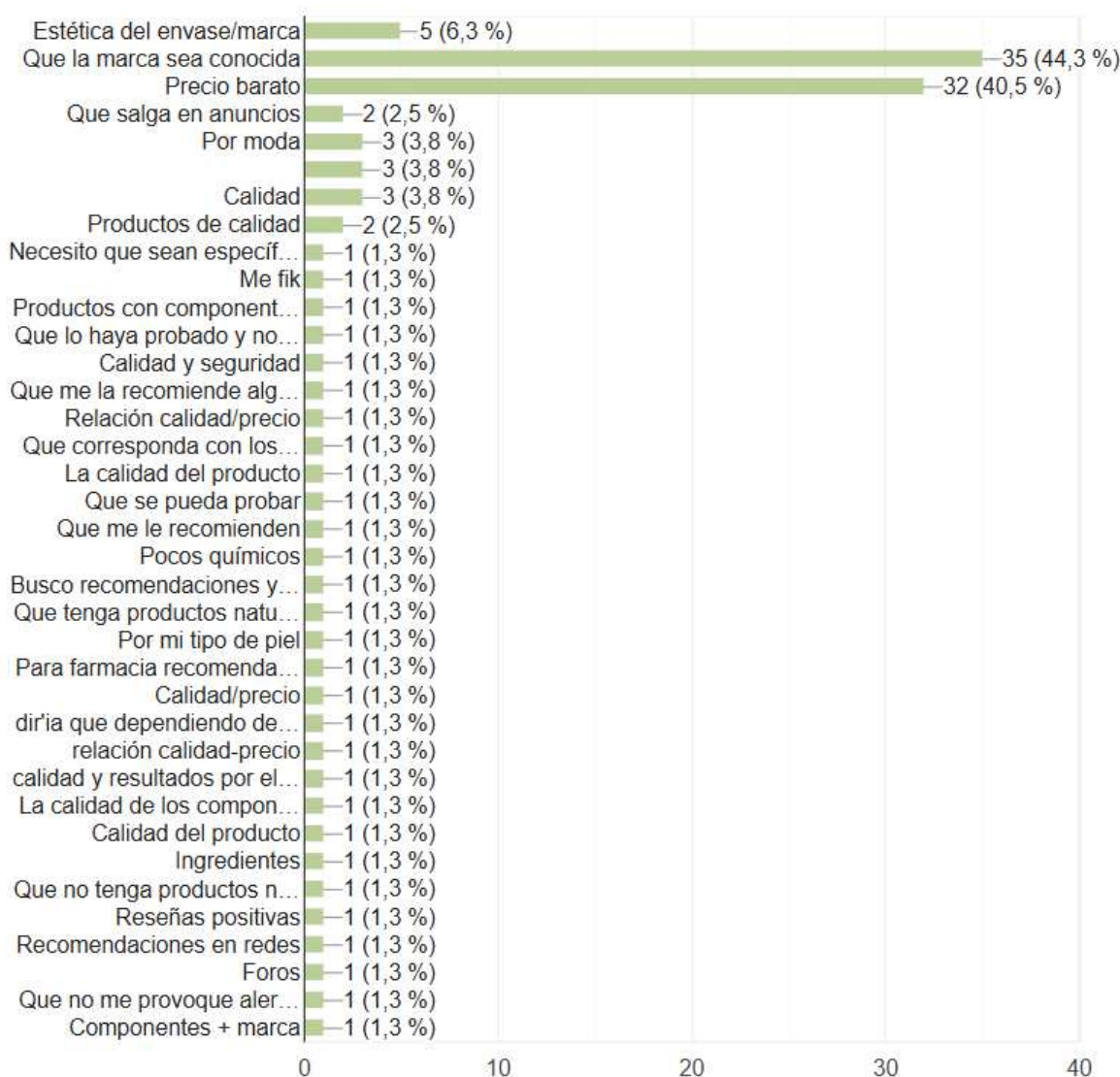


Figura A.12: Respuestas pregunta 8

9. ¿Dónde te sueles aplicar tus cosméticos?

79 respuestas

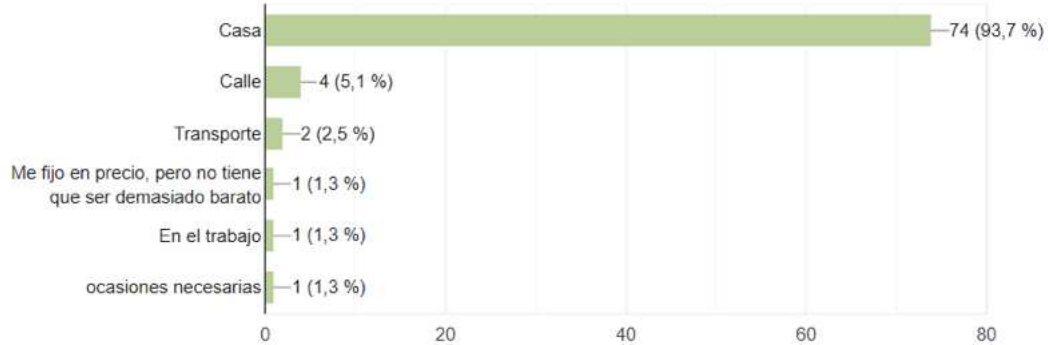


Figura A.13: Respuestas pregunta 9

10. ¿Normalmente el envase de tus cosméticos se estropea antes de que se acabe el producto?

78 respuestas

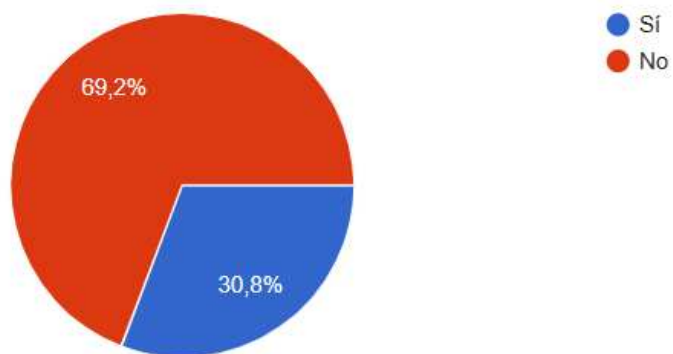


Figura A.14: Respuestas pregunta 10

11. En media general, ¿cada cuánto tiempo tira sus productos cosméticos?

75 respuestas

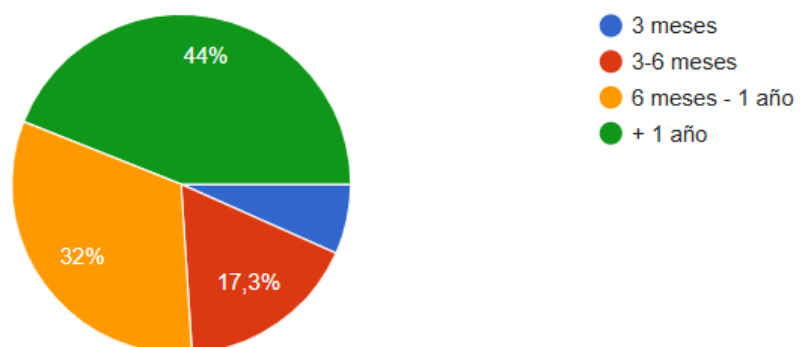


Figura A.15: Respuestas pregunta 11

12. \*¿Reciclas en casa?

88 respuestas

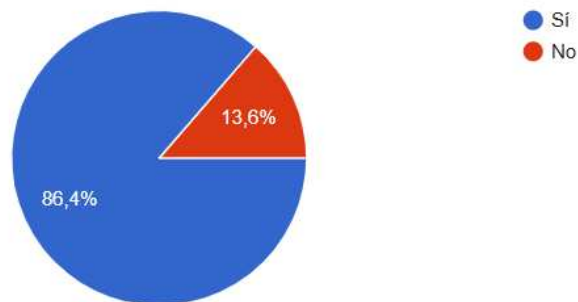


Figura A.16: Respuestas pregunta 12

13. ¿Tienes/has tenido alguno de los siguientes problemas con tus cosméticos?

79 respuestas

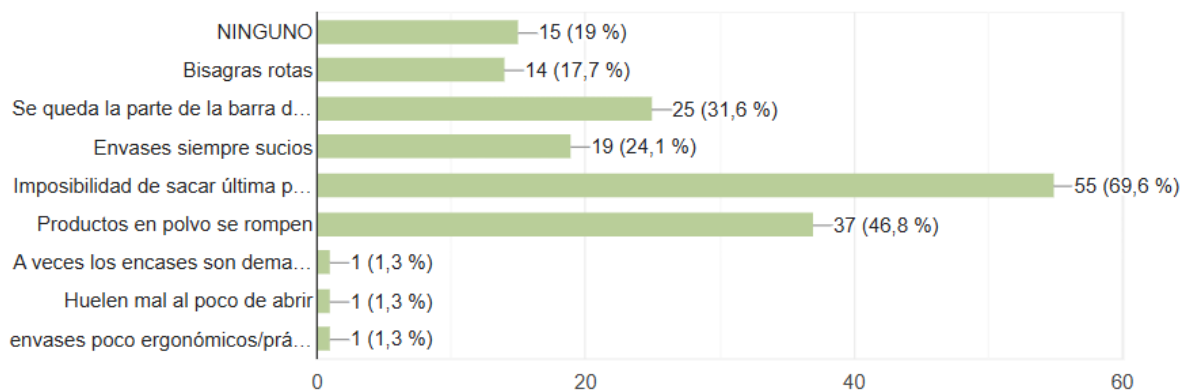


Figura A.17: Respuestas pregunta 13

14. Si has respondido que sí a algunos de los problemas anteriores, ¿qué haces ante ellos?

73 respuestas

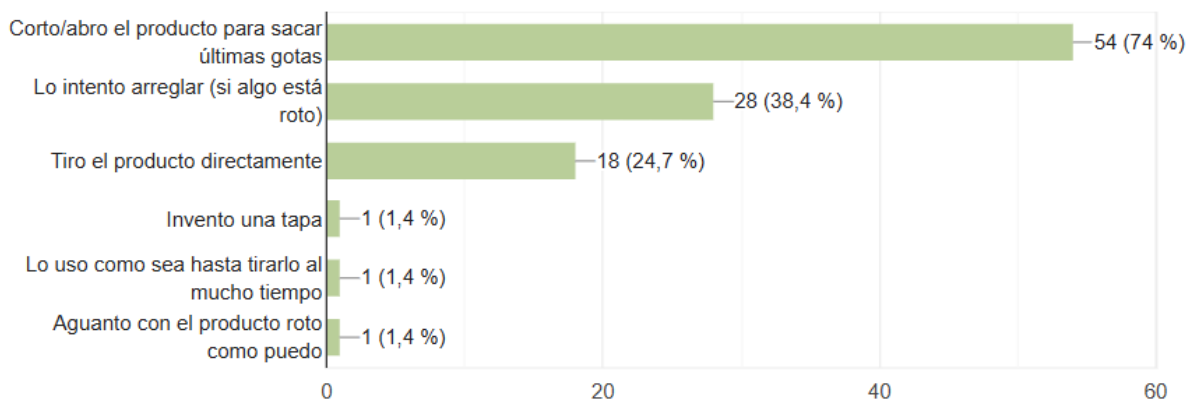


Figura A.18: Respuestas pregunta 14

15. **¿Conoces alguna marca que ofrezca productos cosméticos recargables? Si es así, escribe cuáles. Si no, escriba "no".**

- a) No: 83,4 % (76 personas)
- b) Mercadona: 6,8 % (6 personas)
- c) Lush: 3,4 % (3 personas)
- d) Freshly Cosmetics: 1,1 % (1 persona)
- e) Preguntas no válidas: 2,3 % (2 personas)

16. **¿Te parece que es un valor añadido que un cosmético sea recargable?**

80 respuestas

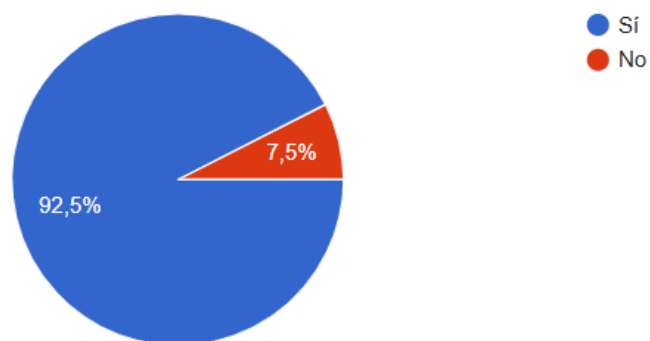


Figura A.19: Respuestas pregunta 16

17. **\*¿Estarías interesado en comprar cosméticos recargable?**

88 respuestas

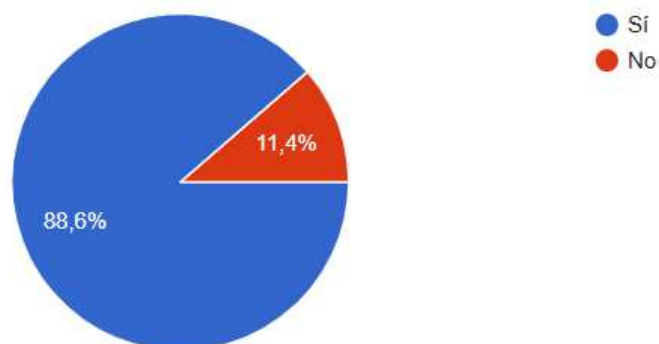


Figura A.20: Respuestas pregunta 17

18. \*¿Qué rango de precio estarías dispuesto a pagar, en media general, por un producto cosmético recargable?

88 respuestas

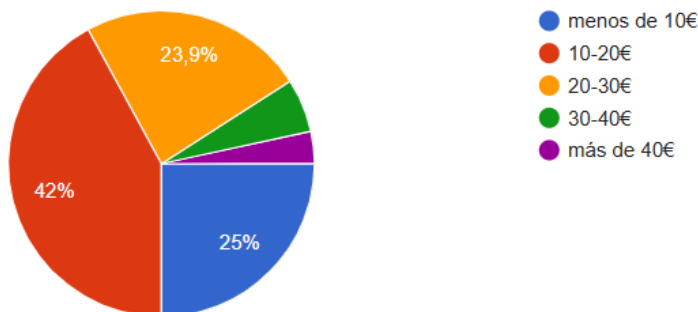


Figura A.21: Respuestas pregunta 18

19. \*Marca las 3 estéticas de envases para cosméticos que más te gusten

88 respuestas

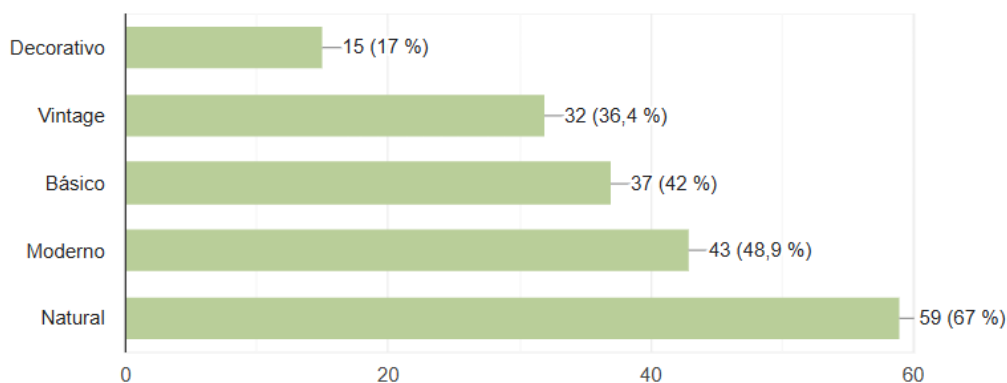


Figura A.22: Respuestas pregunta 19

## A.4. Conclusión

Las conclusiones más importantes de esta encuesta son las siguientes:

- Se han recogido respuestas de personas desde los 15 hasta los 83 años. Esto demuestra que el estudio ha contado con una muestra diversa en cuanto a edad, lo cual enriquece los resultados al incluir perspectivas de distintos grupos generacionales. También significa que el interés por los productos cosméticos y sus envases no se limita a un grupo de edad concreto.
- Teniendo en cuenta que en los datos recogidos los usuarios de maquillaje son mayoritariamente mujeres, para el diseño de los envases de maquillaje se priorizará las respuestas de las mujeres. También se tendrá en cuenta en otros aspectos, como en la ergonomía, que estará enfocada en las características del cuerpo de la mujer.

- En el caso de las cremas, sin embargo, se podrá tener en cuenta sin problemas a ambas partes.
- Se buscará crear una línea de envases cosméticos que cubran los siguientes productos: pintalabios, colorete, bronceador, máscara de pestañas, lápiz de ojos, corrector, base, crema facial y protector solar.
- El 93.7% de los encuestados que usan cosméticos, respondieron que los utilizan únicamente en casa. El diseño podrá ser más libre, pues no tiene que adaptarse necesariamente a problemas que puedan encontrarse durante el transporte, como que se abran o dañen.
- La mayoría de los encuestados desechan sus productos cuando pasan 6 meses o incluso más de un año desde el inicio de su uso. Esto podría ayudar a la hora de poner precios razonables a los recambios.
- Se tendrán en cuenta los problemas encontrados en envases a la hora del diseño final del producto, como que se rompan las bisagras o quede mucho producto dentro del envase que no se pueda sacar.
- Las dos estéticas ganadoras fueron la natural y la moderna.
- Por último, aunque más del 83% de los encuestados no conocían marcas recargables de cosméticos, el 88.6% aseguraba estar interesado en comprar cosméticos recargables, si entrasen dentro de un rango de precios razonable, siendo el máximo 30€.

# Anexo B: Análisis de mercado

---

ECODISEÑO DE ENVASES PARA  
COSMÉTICOS



## B.1. Introducción

Se ha realizado una investigación de mercado para estudiar qué empresas de cosméticos y cuidado de la piel hay actualmente que se dediquen a la creación de envases recargables o reciclables.

Este estudio ha permitido conocer lo que actualmente ofrece el mercado y analizar los puntos débiles y fuertes encontrados en las empresas y sus productos. Esto ha ayudado a definir las primeras ideas de este proyecto.

Se han analizado un total de 60 marcas de cosmética, incluyendo las mencionadas por los participantes de la encuesta. Estas han sido divididas según sus envases sean recargables, completamente reciclables o recargables por envío.

## B.2. Envases recargables

Es la categoría en la que se incluyen la mayoría de las marcas analizadas, exactamente 49 de las 60 estudiadas.

Para comprender mejor las posibilidades existentes de envases recargables, se han dividido en recargas de cosméticos (pintalabios, sombras de ojos, máscaras de pestañas. . .) y recargas de productos faciales y corporales (cremas faciales, geles de cuerpo, cremas corporales. . .). Se ha añadido una última división en la que se encuentran marcas que ofrecen al consumidor los dos tipos de recarga en sus productos.

A su vez, se ha realizado un análisis profundo de las marcas consideradas como más innovadoras, atractivas o con mayor número de tipos de recarga de cada conjunto.

### B.2.1. Maquillaje

- **Kjaer Weis**

Esta marca es pionera en la industria de la cosmética sostenible, dicen ser los primeros en introducir la idea de cosméticos recargables.

Más del 90 % de sus productos son recargables. En algunos casos, ofrecen dos tipos de envases para guardar las recargas: uno más lujoso, “*The Iconic Edition*”, hecho de aleación de metales; y otro más económico, “*The Red Edition*”, hecho a base de papel completamente compostable y fabricado a mano. Los recambios vienen envasados en papel reciclable. Se consultó la web de Kjaer Weis directamente para llevar a cabo esta investigación (<https://kjaerweis.com/>).

Su producto más vendido e icónico es el colorete. La recarga tiene un precio de 32€, la “*The Red Edition*” 40€ y la “*The Iconic Edition*” 52€, mostradas en la Figura B.1.



Figura B.1: A la izquierda “*The Iconic Edition*” y a la derecha “*The Red Edition*” (kjaerweis.com)

Otro de sus productos con opción de recarga es su pintalabios, siendo el precio original de 49€ y la recarga de 32€. Se muestran en la Figura B.2



Figura B.2: Pintalabios y recarga Kjaer Weis (kjaerweis.com)

También ofrecen recargas para máscaras de pestañas (Figura B.3) con precio de 34€ la original y 26€ la recarga y para pintalabios líquidos (Figura B.4) a 30€ la original y 22€ la recarga.



Figura B.3: Máscara de pestañas y recarga Kjaer Weis (kjaerweis.com)

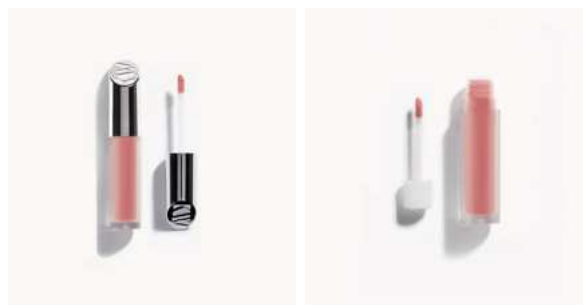


Figura B.4: Labial líquido y recarga Kjaer Weis (kjaerweis.com)

La estética de esta marca es muy limpia y se caracteriza por el uso del rojo, negro y color metálico, de manera minimalista y elegante.

Algunas marcas como **Lylak Beauty** y **Fluff CC** se asimilan a Kjaer Weis en cuanto a la forma de recarga o la estética en sus productos.

#### ■ ZAO Makeup

Esta marca, con base en Francia, dice ser la primera marca de maquillaje recargable, 100% natural y con certificación ecológica Ecocert.

De todas las marcas analizadas, es la que tiene mayor variedad de productos de maquillaje. Además, todos ellos cuentan con recargas de distintos colores.

Sigue una estética muy marcada, usando bambú como material para el envase exterior (secundario). Esto le da una estética naturalista, limpia y sobre todo, muy homogénea. Para obtener la información e imágenes necesaria para investigar esta marca, se ha consultado directamente su página web oficial (<https://zaomakeup.es/>).

La máscara de pestañas recargable (Figura B.5) tiene un precio de 21,90€ y su recarga 12,90€. El recambio incluye el cepillo para aplicar el maquillaje en la tapa. Como se ve, todas las partes del recambio son de plástico.



Figura B.5: Máscara de pestañas y recarga ZAO (zaomakeup.es)

Los polvos bronceadores (Figura B.6) cuestan 22,90€ y la recarga 12,90€. Usan un cierre magnético para unir la tapa con el cuerpo. También venden coloretes con el mismo precio y que caben en ese mismo envase.



Figura B.6: Polvos bronceadores y recarga ZAO (zaomakeup.es)

Las barras de labio, como se muestra en la Figura B.7, valen 15,90€ y sus recambios 11,90€.



Figura B.7: Pintalabios en barra y recarga ZAO (zaomakeup.es)

El último producto que se va a mencionar es su brillo de labios (Figura B.8) que se encuentra a la venta por un precio de 19,90€ y 11,90€ la recarga.



Figura B.8: Brillo de labios y recarga ZAO (zaomakeup.es)

Otro punto a favor de esta marca es el ahorro que conlleva comprar una recarga, pues, por lo general, es un 50 % más barata que la original con su envase de bambú.

Además, con los precios que tienen los productos, podrían considerarse de gama media, siendo así asequibles para una parte importante de la población.

El mayor problema que tiene esta marca es que todas sus recargas están hechas de plástico. El bambú del envase exterior pasa a segundo plano y funciona simplemente como un embellecedor, una funda que lo hace más atractivo dando la impresión de que es un producto más ecológico. También sirve para mejorar la ergonomía de algunos productos, como el brillo de labios o la máscara, ya que el envase de bambú alarga la parte que hay que sujetar con mayor precisión al aplicar el producto.

En realidad, prácticamente todos los productos podrían usarse únicamente con su recarga, sin necesidad de comprar el producto que viene con el envase de bambú. Solo la necesitan, por protección, los productos en polvo.

Esta marca cuenta con tiendas físicas en varias localidades españolas, pero también vende sus productos por internet a través de su tienda online.

**Zerra & Co** y **Salt New York** son marcas con estéticas muy similares a ZAO, pues usan madera para envasar sus productos con mecanismos muy similares. Pero ofrecen una pequeña fracción de productos en comparación con ZAO, por lo que no se han analizado en profundidad. Pueden verse ejemplos de sus productos en las Figuras B.9 y B.10.



Figura B.9: Distintos productos de Zerra & Co (zerraco.com)



Figura B.10: Envase multiusos Salt New York (saltnewyork.com)

#### ■ Collistar

Collistar es una marca italiana que lleva en el mercado más de 40 años. De las marcas de alta gama buscadas, es la que ofrece un mayor número de productos recargables y por eso se ha decidido analizarla en mayor profundidad (<https://www.collistar.com/>).

En su página web no hablan sobre sostenibilidad o estar comprometidos con el medio ambiente, así que se sobreentiende que la existencia de recargas es más por ahorro e innovación que por el medio ambiente (ya que el resto de marcas analizadas tienen un apartado en sus páginas webs sobre cómo intentan reducir su impacto medioambiental).

Los productos recargables de esta marca aparecen desde la Figura B.11 a B.14.

La máscara de pestañas (Figura B.11) tiene un precio de 32€ y la recarga de 27€.



Figura B.11: Máscara de pestañas y recarga Collistar (collistar.com)

El pintalabios (Figura B.12) cuesta 28,50€ y la recarga 24,50€.



Figura B.12: Barra de labios y recarga Collistar (collistar.com)

Los polvos bronceadores (Figura B.13) valen 41€ y la recarga 35€.



Figura B.13: Polvos bronceadores y recarga Collistar (collistar.com)

Actualmente, en su página web no incluyen las sombras de ojos recargables (Figura B.14), pero pueden encontrarse en tiendas como El Corte Inglés, con un precio de 24€ y 20,50€ la recarga.



Figura B.14: Sombra de ojos y recarga Collistar (collistar.com)

Esta marca no sigue una estética demasiado definida en sus productos recargables. Lo que las unifica es el uso del mismo material plástico y del color negro siempre en alguna de sus partes. Los envases son simples, no destacan demasiado, ni por los colores ni por su forma.

Además, el porcentaje de ahorro es bastante bajo al comprar las recargas, siendo aproximadamente del 15%. Solamente son recargables alrededor del 15% de los productos de maquillaje que ofrece esta marca.

#### ■ Otros

Similar a los productos de Collistar en cuanto precio, variedad y tipo de recarga, se encuentran:

- Dior

- Chanel
- Valentino Beauty
- Lisa Eldridge
- Hourglass
- Sensai

Todas estas marcas hacen envíos a España. Teniendo en cuenta la gran variedad de productos que ofrecen, solo una pequeña porción de ellos son recargables. Y como son marcas de alta gama, estas recargas no resultan accesibles para la mayoría de la población

A excepción de Lisa Eldridge, el resto de las marcas citadas usan predominantemente el plástico. Al ser de alta gama, por el precio que se paga, se espera recibir un producto de alta calidad, tanto el maquillaje en sí como el envase en el que viene, pero siendo estos de plástico dan la impresión de una calidad inferior, aunque los acabados sean muy profesionales y elegantes.

Aún siendo marcas muy importantes y bien implantadas en la industria, no muestran casi innovación, pues todas ofrecen prácticamente los mismos productos con las mismas ideas de recarga y con materiales baratos.

Además, varios de estos productos, principalmente los pintalabios, podrían utilizarse sin necesidad de comprar el envase principal, ya que este solo cumple una función estética, como de funda embellecedora.

Otras marcas que ofrecen productos recargables, que no han sido analizadas en profundidad pues sus recargas no ofrecen una innovación significativa respecto a las estudiadas son:

- KVD Vegan Beauty
- Nars
- Max Factor
- MAC
- Muji
- Trestique

### **B.2.2. Productos faciales y corporales**

De las marcas analizadas, 15 se encuentran en esta sección. Aunque hay más marcas que ofrecen el tipo de recarga que se va a mencionar ahora, no se han analizado pues se han considerado muy similares y sin innovación apreciable.

## Recargas en bolsa

Aquí se presentan las recargas que vienen en bolsa. En estas bolsas puede haber producto suficiente como para rellenar el envase original una sola vez o para más veces, lo que ahorra más material aún.

Algunas marcas que ofrecen este tipo de envases son las siguientes:

### ■ Freshly cosmetics

Esta marca española es de las pocas que no solo usa plástico en sus recargas e indican que son 100 % reciclables y que reducen sus emisiones de CO<sub>2</sub> en un 92 %. La información necesaria para el análisis de esta marca se ha hecho a través de la web de Freshly Cosmetics (<https://www.freshlycosmetics.com/es/>).

Es una marca con precios un tanto altos, de media sus recargas y productos cuestan más de 30€. El porcentaje de ahorro al comprar la recarga es mínimo. Por ejemplo, su "Suero de vitamina C" (Figura B.15) en envase original cuesta 35,95€ y su recarga 33,95€. El ahorro al comprar la recarga es tan solo del 5 % aproximadamente.



Figura B.15: Suero vitamina C y recarga Freshly Cosmetics (freshlycosmetics.com)

Todos los productos de esta marca se venden en un frasco como los de la Figura B.15 y las recargas vienen en el mismo tipo de envase, en forma de sobre.

Para poder recargar el producto, basta con hacer un corte a la bolsa y echar directamente el producto dentro del envase original, que deberá haberse limpiado correctamente antes. El hecho de que la recarga no tenga boquilla y el cuello del envase original sea bastante estrecho, significa que probablemente el producto pueda salirse por los lados al intentar rellenarlo. Parece un mecanismo bastante poco cuidado, teniendo en cuenta el precio de los productos.

### ■ Kiehl's

Esta reconocida marca también cuenta con recargas para sus productos en envases de plástico, que son una especie de bolsas con boquillas.

Su producto más vendido es la crema *Ultra Facial Cream* (Figura B.16), que puede comprarse en envases de 28ml, 50ml y 125ml, teniendo un precio de 23€, 36€ y 64€ respectivamente (<https://www.kiehls.es/>).

La recarga que ofrecen no coincide con ninguno de los tamaños anteriormente mencionados, pues es de 150ml, con un precio de 64€.



Figura B.16: Ultra Facial Cream de Kiehl's (kiehls.com)

El resto de marcas analizadas usan el mismo tipo de recarga que Kiehl's, siendo:

- Foile
- Leif
- Ouai
- Grown Alchemist

### Recargas en cápsulas o botellas

En este subapartado se encuentran marcas que usan recargas en cápsula o en botella. Estas son recargas cuyos envases son rígidos y se insertan directamente en el envase secundario, no teniendo que sacar el producto del envase en el que se encuentra para pasarlo a otro previamente esterilizado. Esto aumenta la comodidad del usuario, pero resulta más perjudicial para el planeta.

- **Rituals**

Esta conocida marca de productos corporales cuenta con recargas para sus cremas corporales. Cuestan 19,90€ y las recargas 15,95€, suponiendo un ahorro de aproximadamente el 20 % (<https://www.rituals.com/>).



Figura B.17: *The Ritual of Sakura* de Rituals (www.rituals.com)

Un ejemplo de ella es su crema corporal *The Ritual of Sakura* (Figura B.17), que es lo que se ha llamado recargas en cápsulas.

- **Fenty Beauty**

Esta marca, perteneciente a Rihanna, famosa cantante de pop, cuenta con varios productos de cuidado facial con recarga.



Figura B.18: Crema solar *Hydra Vizor* Fenty Beauty (fentybeauty.com)



Figura B.19: Serum *Wach Ya Tone* de Fenty Beauty(fentybeauty.com)

A parte de tener varias recarga tipo cápsulas para cremas, cuenta con algunas novedades como su crema solar *Hydra Vizor* (Figura B.18), con un precio de 33€ para la recarga y 38€ el original. En la Figura B.19 se muestra su serum *Wach Ya Tone* con precio original de 41€ y recarga por 34€.

Otras marcas que ofrecen este tipo de recargas son:

- Mercadona
- Glow Recipe
- Kora Organics
- Bare Minerals
- Fat and the moon
- By Rosie Jane

### B.2.3. Otros

En esta sección se mencionan marcas que ofrecen distintos tipos de productos recargables, mezclando productos faciales, corporales y maquillaje.

Estas no se han analizado en profundidad debido a que no presentan ninguna innovación importante respecto a las ya explicadas en este apartado, puesto que son una mezcla de todas las opciones disponibles.

- Charlotte Tilbury
- Westman Atelier
- RMS Beauty

- Guerlain
- Clarins
- Rose Inc.
- Ecoalf
- L'occitane
- Emma Lewisham
- Medik8
- Sisley
- Eye of Horus

### B.3. Envases completamente reciclables

En este grupo se encuentran productos que al acabarse pueden ser fácilmente reciclados por el usuario en contenedores tradicionales. Estas marcas son conocidas por tener productos llamados *Zero Waste*.

Todas las marcas analizadas en este apartado usan papel, cartón o similares para envasar sus productos en vez del tradicional plástico, a excepción de una, Aora Makeup, que utiliza metales.

Las dos marcas más destacables que usan cartón son:

- **Axiology Beauty**

Esta marca afirma que sus envases son 100 % libres de plásticos. Utilizan basura encontrada en islas para crear las cajas en las que se venden sus productos y estas son, a su vez, completamente reciclables (<https://axiologybeauty.com/>).



Figura B.20: Productos Axiology Beauty ([axiologybeauty.com](https://axiologybeauty.com/))

Sus productos tienen un precio un tanto elevado, teniendo en cuenta el minimalismo del envase que, además, al ser de papel pueden estropearse mucho más rápido. La base cuesta 38,95€, el set de 3 pintalabios 42,95€ y el trío de coloretes 68,95€. Son los productos de izquierda a derecha de la Figura B.20.

La empresa tiene una estética muy marcada por los colores que utiliza, predominando el rojo, y usando tonalidades cercanas a estas, como el naranja y el rosa.

Sus productos están hechos a mano en Estados Unidos y no hacen envíos a España.

Similares a esta marca son:

- River Organics
- Pyra Beauty
- Lush
- Attitude

### ■ La Bouche Rouge

Esta marca francesa afirma que los materiales que usan para la fabricación de sus envases son infinitamente reciclables o compostables. La información se ha encontrado en la página oficial de la marca de La Bouche Rouge (<https://laboucherougeparis.com>).

La innovación que ofrece esta empresa es que sus productos están fabricados con papel resistente al agua y que las recargas están hechas completamente de metal reciclable. Para asegurar una mayor vida útil del envase, venden por separado fundas de cuero reciclado.

Los productos que ofrece aparecen en la siguiente figura:



Figura B.21: Productos La Bouche Rouge (laboucherougeparis.com)

La máscara de pestañas y los distintos polvos disponibles (bronceador, sombras de ojos y coloretes) tienen un precio de 45€, y los pintalabios y bálsamos labiales 39€.

Afirman que su máscara de pestañas es la primera que no usa microplásticos para la brocha y tubo, sino que usan materiales a base de plantas. Su cuerpo está hecho de cristal.



Figura B.22: Fundas de cuero reciclado La Bouche Rouge (laboucherougeparis.com)

Es una marca con productos de elevado precio, a lo que hay que sumarle el precio de las fundas (Figura B.22): 25€ para la máscara de pestañas, 35€ para los polvos, 40€ para los pintalabios. El precio puede decirse que está justificado por su estética elegante e innovación en la industria. Esta marca sí envía sus productos a España.

Siguiendo la misma idea que La Bouche Rouge encontramos a MOB Beauty, una marca estadounidense que vende sus productos en envases de papel y que ofrece la posibilidad de ponerles fundas de plástico para protegerlos. Esta marca, aunque no envía a España, tiene precios más asequibles, costando todos sus productos alrededor de los \$20 y las fundas no cuestan más de \$5.

#### ■ AORA Makeup

Esta marca estadounidense fabrica sus productos 100% libres de plástico y 100% reciclables, usando aluminio en su totalidad para asegurar su posterior reciclaje. Sus productos con envases reciclables son su paleta de sombra de ojos “Mírame”, con un precio de \$65, que puede convertirse en una caja multiusos una vez terminado el maquillaje y su pintalabios de \$27, que como se indica en su página web, para poder asegurar su reciclaje recomiendan meterlo dentro de una lata aplastada (Figura B.23) (<https://aoramakeup.com/>).



Figura B.23: Paleta de sombras de ojos y barra de labios AORA (aoramakeup.com)

No hacen envíos fuera de Estados Unidos.

Tienen una variedad de productos muy limitada y, aunque la estética de la paleta de sombras es original y llamativa, tiene un precio muy elevado. Además, el hecho de que no se venda fuera de Estados Unidos es un punto que juega muy en su contra.

## B.4. Recarga por envío

En esta sección se encuentran marcas con productos que pueden ser reciclados o rellenados únicamente enviando por correo los envases vacíos de vuelta a la empresa.

#### ■ Izzy

Esta marca estadounidense envía sus productos de maquillaje en bolsas reutilizables, mostrada en la Figura B.24 fabricadas con materiales reciclados. Una vez acabados los productos, puede usarse esa misma bolsa para mandarlos de vuelta y que sean esterilizados y vueltos a rellenar. De esta manera reducen considerablemente su

impacto ambiental. Todos los productos que vende esta marca, sin excepción, siguen este modelo (<https://yourizzy.com/collections/all>).



Figura B.24: Bolsa reutilizable para envíos Izzy ([yourizzy.com](https://yourizzy.com))

Ofrecen la opción de que el cliente se convierta en suscriptor. Así, cada 2, 3 o 4 meses, recibirá los productos que seleccione y posteriormente enviará los envases vacíos de vuelta a la empresa. Además, los suscriptores tienen un descuento del 30 % aproximado en sus productos. El precio al comprar una sola vez cualquiera de sus productos es de \$27,95, pero con la suscripción el precio pasa a ser de \$19,95.

Aseguran que sus productos, fabricados principalmente en acero inoxidable, pueden ser limpiados y reutilizados 10.000 veces. Además, afirman que tienen la menor huella de carbono de la industria de la belleza, ya que el hecho de que toda su producción se haga en un radio de 400 millas reduce considerablemente la contaminación por transporte, entre otras cosas.

Algunos de los productos que ofrecen aparecen en la Figura B.25.



Figura B.25: Productos Izzy ([/yourizzy.com](https://yourizzy.com))

Como puede observarse, los productos de esta empresa siguen una estética minimalista, limpia y muy similar entre los artículos. Esto crea una sensación de conjunto y armonía, pero al ser la mayoría de envases del mismo tamaño, donde solo varía el pequeño texto que indica de qué producto se trata, puede hacer difícil saber qué producto se está viendo y generar confusión.

Esta empresa solamente hace envíos dentro de Estados Unidos.

#### ■ RAAIE

Esta empresa de Nueva Zelanda tiene como objetivo diseñar envases que puedan ser objetos preciados para el comprador, que debido a su belleza no quieran tirarlos a

la basura. Estos envases de cristal se pueden rellenar y darles otro uso para no tener que desecharlos (<https://www.raaie.co.nz/pages/world>).

Raaie solo envía sus productos a Nueva Zelanda y también ofrece un servicio de recarga. Consiste en el envío gratuito de 3 o más envases vacíos a la fábrica, para que los limpien y los rellenen, creando así una economía circular. Además, haciendo esto, ofrecen al consumidor un 20 % de descuento en su próxima compra.

Algunos de sus productos mejor vendidos se muestran en la Figura B.26:



Figura B.26: Productos RAAIE ([raaie.co.nz/products](https://www.raaie.co.nz/products))

Como puede observarse, y tal y como está indicado en su página web, se centran mucho en la estética de sus productos. Presentan una gran homogeneidad, mismo color y una significativa variación entre sus formas, lo que facilita la distinción rápida de qué producto contiene cada envase si el usuario tiene la colección entera.

Su estética refleja que son productos de alta gama y sus precios lo confirman. El precio de los productos, de izquierda a derecha de la Figura B.26, es de 95€, 125€ y 115€.

Esta empresa no hace envíos directos fuera de Nueva Zelanda, pero sí están asociados con algunas empresas locales por otras partes del mundo, donde pueden encontrarse sus productos. En Europa hay tiendas en Italia, Polonia y Alemania, entre otras, pero no hay en España.

Otras marcas que también siguen la misma fórmula de recarga a través de envío son:

- Sustain Yourself
- Elate Beauty
- Mad Hippie

Estas no han sido analizadas en profundidad, pues se considera que no ofrecen una innovación destacable ni su estética ni en su estilo de reciclado.

## B.5. Otras

En este conjunto se encuentran marcas de cosméticos que no encajan en ninguno de los apartados anteriores pero que merecen ser analizadas.

### ■ Zero Co.

Esta empresa ofrece productos de cuidado personal como jabones y cremas corporales, además de una gran variedad de productos de limpieza. Todos sus productos están envasados en cilindros de cartón, lo que les permite utilizar un 97 % menos de plástico que otras empresas.

Además, la empresa asegura que por cada producto que se compre, quitan 10 botellas de plástico de ríos y océanos (<https://www.zeroco.com/pages/mission>).

Para poder usar los distintos productos de esta empresa, el cliente primero se necesita comprar lo que llaman una *Forever Bottle*. Esta botella sirve para todos y cada uno de los productos de su página web. Normalmente tiene un precio de \$15, pero cada vez que tienen descuentos en su página web, las regalan con cualquier pedido. Aseguran que esta botella está fabricada con un 80 % de plástico reciclado y que está pensada para que dure por siempre.

La *Forever Bottle* (Figura B.27) tiene una garantía de por vida. En caso de que se rompa por problemas técnicos, su devolución y cambio es completamente gratuito, siempre que el problema no se deba a un mal uso de la misma.



Figura B.27: Forever Bottle de Zero Co. (zeroco.com)

Algunos de los productos que ofrecen aparecen en la Figura B.28.



Figura B.28: Productos Zero Co. (zeroco.com)

Como se puede ver, para ahorrar en envío y en emisiones, la mayoría de sus productos se envían en paquetes de dos o cuatro.

### ■ The Body Shop

Esta marca cuenta con lo que llaman "Programa de refills", que se basa en rellenar en tienda botellas de aluminio que se deben haber comprado antes allí. Cuentan con recargas para champú, gel de ducha y jabón de manos líquido.



Figura B.29: Botella recargable The Body Shop (thebodyshop.es)

El problema de este sistema es que únicamente pueden disfrutarlos personas que vivan en ciudades donde estas tiendas ofrezcan este programa. Además, solo disponen de un tipo de botella, por lo que si se tienen varias en casa, es difícil de diferenciar qué producto tiene cada una.

De las 43 tiendas físicas que tienen en España, solo 22 participan en el programa (<https://www.thebodyshop.es/tiendas>).

## B.6. Conclusión

Tras el análisis de 60 marcas del sector cosmético, se ha podido observar un creciente interés en el uso de envases recargables y reciclables. Sin embargo, este compromiso con la sostenibilidad no siempre se traduce en una accesibilidad real para todos los consumidores que estén interesados en ella. Muchas de las marcas analizadas no venden ni realizan envíos a España, y otras disponen de sistemas de reciclaje o recarga que solo pueden utilizarse en sus países de origen, lo que recorta considerablemente el mercado español de cosméticos sostenibles.

Por otro lado, se observa que las marcas que ofrecen envases recargables suelen situarse en gamas altas o de lujo. Actualmente, hay muy pocas opciones dentro del segmento *low-cost* o de gama media que ofrezcan recargas para una variedad amplia de productos. En general, son escasas las marcas que cuentan con una línea completa de productos recargables dentro de la misma gama, lo que dificulta una experiencia de compra coherente y sostenible.

Después de este análisis se ha descartado la posibilidad de diseñar envases para cremas faciales, que era una de las ideas principales tras la realización de la encuesta. Esto se debe a que tras una revisión detallada de las soluciones existentes, se ha concluido que estas recargas no presentan fallos significativos a nivel de funcionalidad, más allá del uso de plásticos. El sistema de recarga, aunque mejorable desde el punto de vista medioambiental, ya está bien resuelto en términos de usabilidad

y diseño. Por esta razón, se ha decidido descartar esta línea de desarrollo, priorizando aquellas categorías de producto donde sí se detectan carencias de diseño más evidentes y, por tanto, una mayor posibilidad de mejora real, que son en general el resto de maquillajes.

Este enfoque permite centrar los esfuerzos de diseño en aquellos ámbitos donde la intervención puede tener un impacto más significativo, tanto desde el punto de vista medioambiental como de experiencia de usuario.

# Anexo C: Diseño conceptual

---

ECODISEÑO DE ENVASES PARA  
COSMÉTICOS



## C.1. Introducción

En este anexo se encuentran el estudio previo sobre los distintos estilos de envases convencionales que se pueden encontrar para cosméticos, además de algunos bocetos a partir de los cuales se llega al diseño final.

Los primeros bocetos se hicieron después de la encuesta y del análisis de mercado, teniendo bien establecidos los requisitos de diseño, para intentar obtener unos resultados originales e innovadores. Durante el diseño de cada uno de los envases se tuvo en cuenta el estudio previo mencionado, observando así sus ventajas, inconvenientes y posibles mejoras. Se realizó una variedad significativa de bocetos, pero en este anexo aparecen los que han sido considerados más relevantes.

## C.2. Estudio previo

### C.2.1. Pintalabios

El envase más conocido y utilizado para los pintalabios es el que se puede observar en la Figura C.1. Es el mecanismo que se usa para las barras de labios, el cual está patentado.

Debido a la forma en la que está hecho el envase, se suele desperdiciar la última parte del producto, pues no es posible aplicarla como el resto de la barra. Se queda una cantidad significativa de producto dentro de la parte marcada con un 1 en la Figura C.1.

También, debido a que su mecanismo es algo complejo y frágil en algunas partes, en ocasiones se rompe y ya no es posible sacar la barra.

Por último, otro problema que presenta este tipo de envases es la posibilidad de rotura de la barra en el momento de aplicación, lo cual puede ocurrir en caso de sacar mucha cantidad de producto, aplicar una fuerza mayor a la necesaria o en caídas.

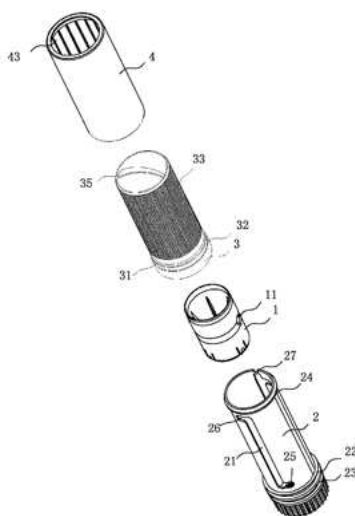


Figura C.1: Mecanismo tradicional pintalabios (patents.google.com)

Otra forma bastante común en la que se encuentran los labiales es en formato líquido y, en esos casos, siempre vienen envasados como se ve en la Figura C.2.

Los dos inconvenientes principales de este tipo de envases son la imposibilidad de acabar el producto, ya que siempre queda un remanente por las paredes y en la parte más baja a la que no llega la brocha; y que la brocha, que suele estar fabricada de un material similar al terciopelo, con el paso del tiempo acaba quedándose sin su suave textura, lo que provoca una peor aplicación y distribución del producto en los labios.



Figura C.2: Labial líquido Kjaer Weis (kjaerweis.com)

El último envase que se analiza, el de rosca en la Figura C.3, es un formato menos conocido, debido a su inconveniente principal, que es la manera en la que se aplica el producto. Este se puede aplicar directamente con un dedo, pero supone una precisión menor, la necesidad de limpiarse inmediatamente después e incluso puede resultar poco higiénico para algunas personas. Puede utilizarse también con brocha, pero en raras ocasiones estas vienen incluidas con el producto.



Figura C.3: Envase de rosca para pintalabios (lbb.in)

### C.2.2. Colorettes, bronceadores y sombras

Los tipos de envases para estos productos son muy similares a los de los pintalabios, ajustados a la cantidad de producto que les corresponde. En la Figura C.4 se muestra un envase para polvos compactos o en crema que tan solo consiste en un contenedor para el producto y una tapa.

Este tipo de envases tiene el inconveniente de que, cuando usan bisagras, pueden resultar dañadas por golpes o simplemente por desgaste. Si no cuentan con bisagras y solo tienen un cierre a partir de imán, como el que se ve en la imagen, puede resultar poco seguro para el producto que está en el interior, sobre todo si este se trata de polvo compacto, pues podría quebrarse muy fácilmente.

Este sencillo formato es el más común para el envasado de coloretes, bronceadores y sombras, y permite gastarlos por completo sin ninguna complicación. Los productos en barra, sin embargo, tienen los mismos inconvenientes que los pintalabios en barra.



Figura C.4: Polvos bronceadores y barra bronceadora ZAO ([zaomakeup.com](http://zaomakeup.com))

El tipo de envase que se observa en la Figura C.5 se utiliza para productos líquidos. No tiene aplicador y su funcionamiento es igual al de una crema de manos o pasta de dientes, lo que complica sacar las últimas gotas del producto. Además, si el producto es demasiado líquido, puede haber problemas a la hora de aplicarlo, pues puede salir más de la cantidad deseada y ensucia la punta. También requiere el uso de las manos o de alguna brocha para su aplicación.



Figura C.5: Colorete líquido Revolution ([makeuprevolution.es](http://makeuprevolution.es))

El último tipo de envase a analizar es el de la Figura C.6, también para productos líquidos, pero esta vez viene con aplicador. Es la misma idea que los pintalabios líquidos, y, por tanto, tiene sus mismos problemas.



Figura C.6: Colorete líquido Zara ([zara.com](http://zara.com))

### C.2.3. Máscara de pestañas

Los dos tipos de envases para máscara de pestañas más comercializados y normalizados son los que se ven a continuación. La diferencia principal entre ellos es que los que son como el de la Figura C.7 tienen un cepillo de plástico con hebras, mientras que los de la Figura C.8 tienen el cepillo metálico. Estos últimos son bastante novedosos y se han popularizado recientemente en el mercado a nivel mundial.



Figura C.7: Máscara de pestañas Collistar (collistar.com)



Figura C.8: Máscara de pestañas metálica Judydoll (judydoll.com)

Existen también máscaras de pestañas en pastilla, pero se ha descartado la idea porque están muy poco normalizadas y ninguna marca que venda en España las ofrece.

## C.3. Bocetos

Se ha optado por diseñar los envases para los productos cosméticos en su formato más común, es decir, con sus texturas más típicas: el pintalabios será en crema (como sería en una barra de labios); el colorete, bronceador y sombra de ojos se usarán en polvo; y la máscara de pestañas se usará en tubo. Esto asegurará una aceptación mayor del público, ya que no serán dos novedades a las que se tendrían que adaptar, sino solo a una, los recambios.

Se ha priorizado la creación de cierres y juegos con los recambios sencillos pero resistentes. También se han realizado los distintos diseños teniendo en cuenta que se pretende usar un único material. Esto significa que no habrá espejos o imanes, para maximizar la facilidad del reciclaje.

### C.3.1. Envase 1

Este primer envase está pensado para pintalabios, sombras de ojos, coloretes y polvos bronceadores.

El boceto, que puede verse a continuación en la Figura C.9, se trata de un envase con cierre mecánico, con una pestaña para asegurar su cierre. Tiene un hueco a la izquierda para guardar una pequeña brocha para la aplicación del maquillaje, en el caso de que se use para pintalabios o sombra de ojos (los otros dos productos necesitarían brochas de mayor tamaño).

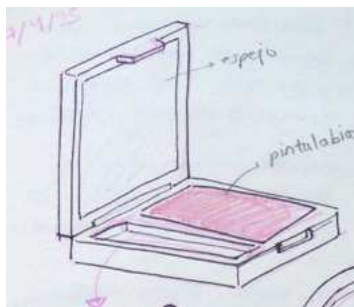


Figura C.9: Envase 1, boceto 1

El boceto de la Figura C.10 es similar al anterior, pero con los bordes más redondeado y quitando la pestaña. En este momento se introdujo la idea de poder insertar un recambio completo o dos mitades, lo que permitiría disponer de dos colores en el mismo envase.

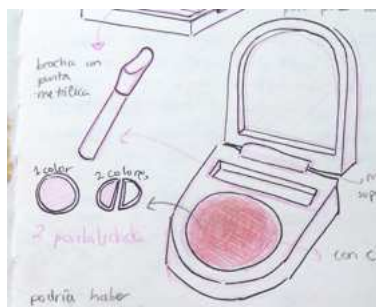


Figura C.10: Envase 1, boceto 2

En ambos bocetos se había pensado en facilitar el recambio teniendo un agujero en la base, como se muestra en la Figura C.11.

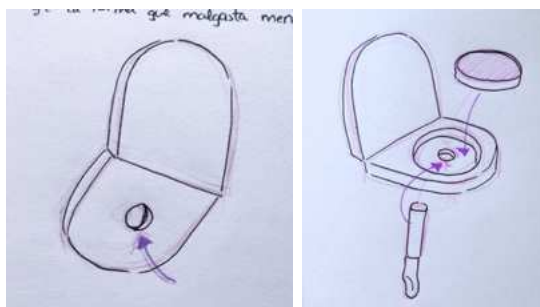


Figura C.11: Explicación funcionamiento envases

Para poder quitar un recambio, bastaría con coger la pequeña brocha y hacer fuerza con ella por el agujero de la base hasta que saliera. Es una idea interesante, ya que

actualmente existen recambios con este tipo de mecanismo, pero se tienen que presionar con agujas, alfileres o similar, que es algo que no se tiene por qué tener a mano, e incluso puede dañar el envase por su afilada punta. De esta forma, además, se le da un uso extra al aplicador.

Siguiendo esta estética también se consideró la siguiente variante, en la que cabrían 2 (ó 4, si son de las mitades) porciones del cosmético, a la vez que seguiría teniendo un hueco para la brocha:

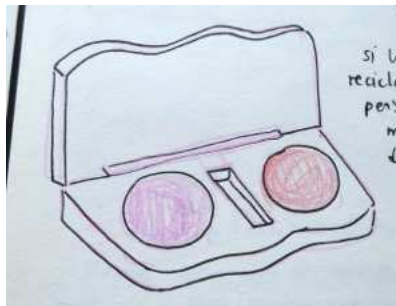


Figura C.12: Envase 1, variante

Se pensó también en hacer un envase de un solo material tipo rosca tradicional (Figura C.13), pero no se consideró óptimo debido a que debería tener un gran tamaño para poder hacer fácilmente el intercambio de productos una vez gastados, se abriría de manera más difícil y se gastaría más material del estrictamente necesario.



Figura C.13: Envase 1, boceto 3

La última idea propuesta fue la representada en la Figura C.14. En este caso, se ha variado la forma de apertura de la tapa. En vez de moverse hacia arriba, se gira sobre sí misma 180° hasta destapar por completo el producto. En este dibujo no aparece un hueco para la brocha, pero podría añadirse sin problemas.

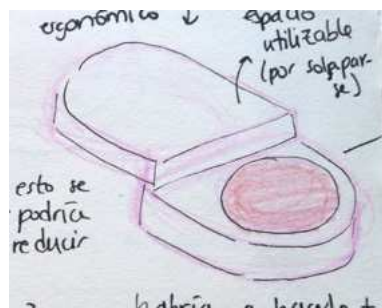


Figura C.14: Envase 1, boceto 4

### C.3.2. Envase 2

Los diseños de este envase son para máscara de pestañas.

Aquí se ha priorizado que los envases, que suelen ser largos y con formas cilíndricas por motivos funcionales, tengan un diseño que evite que rueden con facilidad, pues muchas veces se caen rodando de la mesa o del lugar donde estén colocados.

En todos los bocetos, la idea es que el gupillón sea metálico, como se mencionó anteriormente. Además, todos los cierres serán de tipo rosca, ya que de otra forma el producto en su interior se secaría.

Aunque al principio se propusieron ideas un poco más artísticas, priorizando la forma y la estética, sin tener en cuenta demasiado la cantidad de material y complicación de los procesos de fabricación necesarios, se acabaron descartando y se llegaron a las siguientes ideas, que son más simples pero óptimas.

El primer boceto aparece en la Figura C.15. Tiene la característica forma tubular de los envases de máscara de pestañas, pero con un corte longitudinal para conseguir una zona plana. Esto hará que no ruede y, además, concuerda con la estética de uno de los bocetos que se realizó para el envase 1.

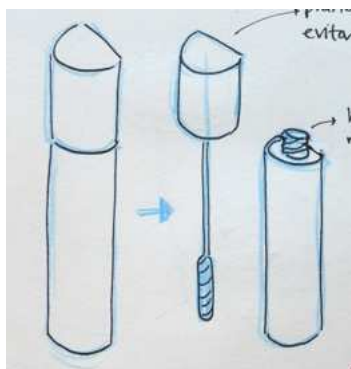


Figura C.15: Envase 2, boceto 1

El boceto 2, representado en la Figura C.16, propone un ligero cambio en la estética convencional. Esta vez se trata de un tronco de cono bastante alargado, que hace al envase más estable cuando se coloca de pie. Por si se cayera, al igual que el boceto anterior, cuenta con una sección plana en un lado para que no ruede.

El mango es también más ergonómico, pues es más largo y resulta más sencillo de agarrar. Esto significa que también puede cogerse desde distancias más variadas para acomodarse a la mano del usuario.

Las dimensiones se tendrían que ajustar para que el envase pueda contener al menos la misma cantidad de producto que los envases convencionales, lo cual puede suponer un problema debido a su reducido tamaño.

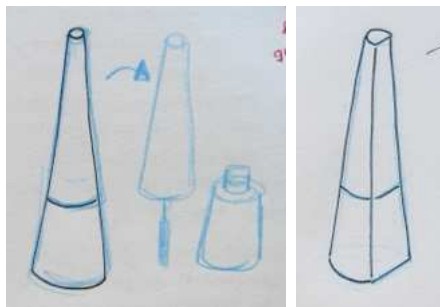


Figura C.16: Envase 2, boceto 2

Por último, se ha considerado el boceto de la Figura C.17. La diferencia que tiene respecto a los envases tradicionales de máscaras de pestañas es su forma alargada y ovalada, la cual evita que ruede cuando se coloque de manera horizontal.

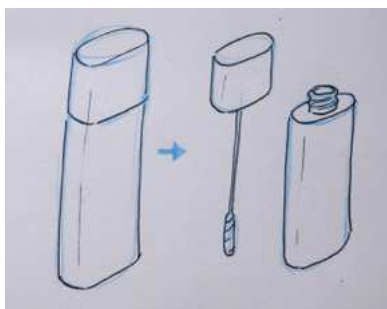


Figura C.17: Envase 2, boceto 3

Los recambios para todos estos envases se basarán en el cambio de la parte baja donde se encuentra el maquillaje, la que no tiene la brocha. Otros tipos de recambio, como podrían ser el relleno de los mismos a través de pipetas o similar, no se han considerado adecuados.

#### C.4. Selección de bocetos mediante matriz Pugh

Para seleccionar la mejor opción de entre las propuestas para cada envase, se va a hacer uso de la matriz Pugh, una herramienta de toma de decisiones que sirve para valorar de forma objetiva las características de cada alternativa de diseño.

En este caso se ha decidido usar la matriz dándole una relevancia distinta a cada criterio que se ha considerado necesario en la comparación, pues la elección final resulta más justa de esta manera. Los criterios elegidos para esta, que aparecen en la columna de la izquierda de las Figuras C.18 y C.20, han sido el conjunto de los requisitos de diseño considerados más importantes de los expuestos en el punto 1.6 Requisitos de diseño en la memoria. Se puede ver el grado de relevancia asignado a cada criterio en la segunda columna.

Para llevar a cabo este proceso, se eligen los bocetos que quieran compararse, funcionando uno de ellos como referencia. Esto significa que en su columna de “Evaluación” su valor será siempre 0, sin importar la característica. Al resto de bocetos se les asignarán uno de los siguientes números en cada casilla:

- -1: Si el concepto comparado es peor.
- 0: Si el concepto comparado es igual.
- 1: Si el concepto comparado es mejor.

Además, para ver cómo quedarían los bocetos ganadores, se decidió usar la herramienta Vizcom, una inteligencia artificial que transforma bocetos en imágenes realistas cuando se proporciona una descripción básica de su estética final.

### C.4.1. Selección boceto para envase 1

Para la elección del envase final, se han llamado bocetos 1, 2, 3 y 4 a las propuestas de las Figuras C.9, C.10, C.13 y C.14, respectivamente.

Criterios	Grado de relevancia (%)	Alternativas				Evaluaciones							
		Boceto 1 (referencia)	Boceto 2	Boceto 3	Boceto 4	Boceto 1 (referencia)	Boceto 2 con respecto a boceto 1		Boceto 3 con respecto a boceto 1		Boceto 4 con respecto a boceto 1		
Disminución uso de material	20	Sí	Sí	No	Sí	0	0	0	-1	-0,2	-1	-0,2	
Fácil limpieza	15	Media-alta (esquinas)	Sí	Media	Media	0	1	0,15	-1	-0,15	1	0,15	
Concordancia tamaño - cantidad producto	12,5	Buena	Buena	Regular	Buena	0	0	0	-1	-0,125	-1	-0,125	
Facilidad terminar producto al completo	12,5	buena (esquinas lo complican)	Idónea	Idónea	Idónea	0	1	0,125	1	0,125	1	0,125	
Recambio higiénico y sencillo	20	Sí	Sí	Sí	Sí	0	0	0	0	0	1	0,2	
Estética natural/moderna	5	Tradicional	Moderna	Traadicional	Moderna	0	1	0,05	-1	-0,05	1	0,05	
Facilidad apertura envase	15	Buena	Muy buena	Media (puede atascarse)	buena	0	1	0,15	0	0	0	0	
<b>Σ 100</b>													
						<b>S+'s</b>	0	0	0	0	0	0	
						<b>S-'s</b>	0	0	4	2	0	0	
						<b>S0's</b>	7	3	2	2	1	1	
						<b>Total Diferencia entre S+'s y S-'s</b>	0	0	-4	-2	0	0	
						<b>Ponderado Diferencia entre :</b>	0	0,475	-0,4	0,2	0	0	

Figura C.18: Matriz Pugh elección envase 1

Como se puede observar en la matriz, el boceto ganador es el 2, ya que en la fila de ponderación es la que tiene mayor puntuación: un 0,475 en comparación con el 0 del boceto 1 (Figura C.9), el -0,4 del boceto 3 y el 0,2 del boceto 4. En la Figura C.19 se puede observar su renderizado realista.



Figura C.19: Renderizado Vizcom envase 1

### C.4.2. Selección boceto para envase 2

Para la matriz Pugh de elección del envase 2, las correspondencias son:

- Boceto 1: Figura C.15.
- Boceto 2: Figura C.16.
- Boceto 3: Figuras C.16 y C.17.

Criterios	Grado de relevancia (%)	Alternativas			Evaluaciones				
		Boceto 1 (referencia)	Boceto 2	Boceto 3	Boceto 1 (referencia)	Boceto 2 con respecto a boceto 1		Boceto 3 con respecto a boceto 1	
Cantidad de material usado	15	Media	Media	Un poco mayor	0	0	0	-1	-0,15
Fácil limpieza (gupillón)	15	Sí	Sí	Sí	0	0	0	0	0
Capacidad del producto (mL)	10	Muy buena, convencional	Baja	Muy buena, convencional	0	-1	-0,1	-1	-0,1
Facilidad terminar producto al completo	12,5	Regular	Buena	Regular	0	1	0,125	0	0
Recambio higiénico y sencillo	20	Sí	Sí	Sí	0	0	0	0	0
Recambio usa poco material	10	Medio	Medio	Bastante	0	0	0	-1	-0,1
Estética natural/moderna	2,5	Moderna	Moderna	Moderna	0	1	0,025	0	0
Que no ruede fácilmente	15	Buena (gran superficie plana)	Media	Buena	0	-1	-0,15	0	0
<b>Σ 100</b>					<b>S+'s</b>	0	0	0	
					<b>S-'s</b>	0	2	3	
					<b>S0's</b>	8	4	5	
					<b>Total Diferencia entre S+'s y S-'s</b>	0	-2	-3	
					<b>Ponderado Diferencia entre S+'s y S-'s</b>	0	-0,1	-0,35	

Figura C.20: Matriz Pugh elección envase 2

Los resultados de la matriz concluyen que el boceto óptimo es el 1, pues en la fila de ponderado final es la que ha obtenido mayor puntuación, siendo esta la única no negativa. El renderizado realizado por inteligencia artificial del boceto ganador puede verse en la Figura C.21:



Figura C.21: Renderizado Vizcom envase 2

# Anexo D: Estudio de materiales

---

ECODISEÑO DE ENVASES PARA  
COSMÉTICOS



## D.1. Introducción

Este anexo presenta el análisis detallado de las características más importantes de los materiales propuestos para la fabricación de los envases, con el fin de encontrar el que mejor se adapte a las necesidades del proyecto.

Para la elección de los materiales a analizar se ha pretendido que, en su mayoría, se traten de materiales comunes, estudiados en profundidad, para los que exista un sistema de fabricación y reciclaje claro.

Se estudiarán los siguientes puntos:

- Fin de vida útil: Saber si es reciclable, en qué porcentaje, si es biodegradable, puntos de recogida de los envases...
- Impacto medioambiental: Huella de carbono a partir de materia prima, a partir de material reciclado, cómo afecta actualmente al planeta cada material...
- Fabricación y propiedades: Formas de fabricar envases con estos materiales y acabados disponibles. También se mencionarán una serie de propiedades técnicas que servirán de comparativa entre los distintos materiales.

## D.2. Plásticos

Este es el material principal con el que se fabrican los distintos envases para productos cosméticos, por lo que servirá como punto de referencia para la toma de decisión final.

No puede saberse con exactitud qué plásticos usan los fabricantes, ya que no suele venir indicado en los envases ni en las páginas web de las marcas. Pero se puede suponer que se trata de plásticos como el polipropileno (PP), tereftalato de polietileno (PET) o policloruro de vinilo (PVC), ya que algunas empresas dedicadas a la venta de envases así lo indican; por lo tanto, esos serán los que se usarán para el estudio (Arapack, s.f.).

### D.2.1. Fin de vida útil

En algunos casos los envases de cosméticos fabricados con plásticos vienen marcados con el símbolo de Punto Verde (Figura D.1). No debe confundirse con el símbolo de Reciclaje (Figura D.2), ya que el primero significa que el fabricante del envase ha pagado una contribución económica por dicho envase a una empresa nacional de recuperación de residuos de envases para que se encargue de la recogida y posible (que no seguro) reciclaje del mismo (Ecovidrio, 2019). El símbolo de Reciclaje, como su nombre indica, informa a los usuarios que el producto puede ser reciclado. Por tanto, si se trata de un envase, deberá depositarse en el contenedor amarillo.



Figura D.1: Símbolo Punto Verde



Figura D.2: Símbolo Reciclaje

Ninguno de estos tres plásticos son biodegradables, pero sí son reciclables.

El PP es uno de los plásticos más fácilmente reciclables, ya que puede ser recalentado y moldeado repetidamente sin sufrir degradación. En las plantas de reciclaje se separan de otros materiales, se trituran y se funden, formando pellets, que servirán de materia prima para nuevos productos (Gesvasa Gestión de Residuos, 2024).

El PET puede ser reciclado varias veces, pero solo la primera vez puede usarse para envasar productos alimenticios y cosméticos.

El PVC también es reciclable cierto número de veces, y se hace mecánicamente: se pulveriza el material y más tarde se funde para su reutilización. El PVC reciclado puede utilizarse de nuevo en la industria alimenticia, ya que no supone un riesgo para la salud. Pero esto puede complicarse dependiendo de los aditivos que tenga el PVC (Barbas, 2024).

Para poder empezar la cadena de reciclaje de estos tres plásticos, deben desecharse fácilmente en el contenedor amarillo. Pero hay que tener en cuenta que algunos sistemas de reciclaje tienen dificultades para reciclar piezas muy pequeñas de plástico, ya que los sistemas de distinción de materiales, como rejillas clasificadoras o sensores ópticos; no funcionan con ciertos tamaños. Según la APR (*The Association of Plastic Recyclers*), los sistemas automatizados de clasificación de residuos no reconocen objetos de menos de 5cm de plástico, por lo que no podrían reciclarse y acabarían siendo clasificados como desechos (The Association of Plastic Recyclers, 2024).

En general, los plásticos no son reciclables infinitamente, pues se van degradando, lo que significa que sus propiedades y calidad van disminuyendo, hasta acabar siendo inútiles y, por tanto, un desecho.

Pero aún siendo reciclables, a nivel mundial solamente se recoge un 15% de la producción total para reciclar. De los recogidos para su reciclaje, el 19% se incinera, el 50% acaba en vertederos y el 22% evade los sistemas de gestión de residuos, terminando en vertederos no controlados o contaminando entornos naturales. Esto significa que tan solo el 9% del plástico recogido para el reciclaje acaba siendo reutilizado (RTVE, 2018).

El mercado de cosméticos es uno de los que más plásticos genera. En China, el mayor productor de cosméticos del mundo, se estima que generan 1,4 millones de toneladas de envases de plástico para cosméticos, de los cuales solo el 5% se recicla. Y en Estados Unidos, de los 7.900 millones de envases cosméticos que se fabrican el 70% son plástico, y solamente el 9% se recicla (FasterCapital, 2025).

### D.2.2. Impacto ambiental

La materia prima del PP, el PET y el PVC es el petróleo que no es un producto renovable, ya que tarda millones de años en formarse y su consumo es mucho más veloz.

Los tres plásticos mencionados anteriormente generan microplásticos. Los microplásticos son fragmentos sintéticos de tamaño inferior a 5mm, no solubles en agua y con bajo nivel de degradabilidad.

Esto puede suponer un problema ya que distintos estudios aseguran que pueden actuar como absorbentes de contaminantes orgánicos y metales pesados, aumentando su toxicidad en el medio ambiente.

Debido a su tamaño, no pueden ser retenidos en las plantas de tratamiento de aguas, acabando así en ríos y océanos. Solo en el Reino Unido se calcula que se vierten al año hasta 80 toneladas de microplásticos provenientes de cosméticos (Gestores de Residuos, 2015).

Además, pueden suponer un riesgo para la salud por distintos motivos. Uno de los más comunes es que acaben en alimentos que serán consumidos por personas, ya que algunos animales marinos confunden estos plásticos con comida (afectando esto a su vez al ecosistema). Un estudio de Greenpeace comprobó que el 79% de las marcas de cosméticos que analizaron contenían plásticos y el 38% contenía microplásticos. Se encontraron principalmente en pintalabios y máscaras de pestañas, los cuales están directamente en contacto con los ojos y la boca, haciéndolo aún más problemático (Ojeda, 2021).

En cuanto a los kg de CO<sub>2</sub> producidos por la fabricación de un kg de material, el PP emite unas 0,294 kg, el PET 2,1 kg y el PVC 2,04 kg (Ramirez, 2014).

### D.2.3. Fabricación y propiedades

Para los tres tipos de plásticos es posible el moldeo por inyección y extrusión-soplado. Otros, aunque menos comunes, son el termoformado, moldeo por compresión y calandrado, aunque este último se usa para films o etiquetas. Algunos de los datos de la siguiente tabla han sido conseguidos en la página de Matweb (<https://www.matweb.com/>).

Propiedades	PP	PET	PVC
Seguro en contacto con piel	Sí	Sí	No recomendado
Seguro en contacto con cosméticos	Sí	Sí	No recomendado
Precio (€/kg)	1,10–1,30	1,10–1,30	1,10–1,30
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	0,90–0,91	1,37–1,45	1,38–1,45
Resistencia a compresión (MPa)	70–80	25–35	55–85
Resistencia a tracción (MPa)	28–42	55–75	40–60
Límite elástico (MPa)	30–35	60–80	40–55
Tenacidad a fractura (MPa·m <sup>1/2</sup> )	2–4	1-3	1.5–3.5
Resistencia a fatiga	Buena	Media	Baja a media
Dureza (Shore D)	72–74	85	80–85

Tabla D.1: Comparación propiedades PP, PET y PVC

## D.3. Plásticos biodegradables

Los plásticos biodegradables están ganando popularidad como alternativa a los plásticos tradicionales en la industria de los envases, incluyendo los envases de cosméticos. Se fabrican de forma similar a los plásticos convencionales, pero cambiando la materia prima por fuentes vegetales o microorganismos. Ofrecen una alternativa prometedora para reducir el impacto ambiental de los envases de cosméticos, aunque aún enfrentan desafíos en términos de costo y funcionalidad.

### D.3.1. Fin de vida útil

Los plásticos biodegradables, una vez acabada su vida útil, pueden o bien ser reciclados de manera similar a los plásticos convencionales, o ser enviados a centros de compostaje industrial. Enviarlos a estos centros es necesario, ya que para ser convertidos en compost necesitan estar a unas temperaturas y niveles de humedad muy específicos que no se dan de manera natural.

Hay que tener en cuenta que, si no se reciclan de manera adecuada, estos productos pueden perjudicar de igual manera que los plásticos convencionales, pues como se ha mencionado antes, no se degradan por sí solos en un plazo de tiempo corto, lo que provoca los mismos problemas que los derivados del petróleo.

Además, especialistas aseguran que hay una grave falta de instalaciones de compostaje industrial, lo que acentúa los problemas ya comentados para el medioambiente (Rodríguez, 2019).

No deben confundirse con los plásticos oxofragmentables, aunque los bioplásticos también pueden sufrir oxofragmentación. Esta se refiere a la fragmentación de los plásticos en partes muy pequeñas, pero que no llegan a biodegradarse, causando los mismos problemas que los microplásticos, por lo que da una falsa sensación de reciclaje y cuidado del medio ambiente.

### D.3.2. Impacto ambiental

Estos plásticos se fabrican de forma muy similar a los plásticos convencionales, lo que cambia principalmente es la materia prima que usan. Los plásticos biodegradables usan recursos renovables para su fabricación, lo que los hace tener una menor huella de carbono por norma general, pero en algunos casos podría ser incluso mayor (Yates, 2013).

Normalmente, estos plásticos se fabrican a partir de fuentes biológicas, como algas, remolachas, maíz o patata. Lo que no usan es petróleo.

Pueden estar fabricados con ácidos polilácticos (PLA) presentes en el maíz o la caña de azúcar, o de polihidroxialcanoatos (PHA) producidos a partir de microorganismos. El más común es el PLA, ya que se puede fabricar en instalaciones industriales que fabrican otros productos, como el etanol. Esto lo convierte en el más barato de los bioplásticos. Además, el PLA puede utilizarse en contacto con alimentos (Rodríguez, 2019).

### D.3.3. Fabricación y propiedades

Como principalmente se fabrican a partir de alimentos, crea un debate sobre los problemas que conlleva la plantación masiva de estos. Puede haber contaminación por fertilizantes y, además, se quita espacio para la producción de alimentos para consumo (Rodríguez, 2019).

Algunas de sus propiedades son las siguientes:

- Son seguros para contacto con la piel.
- Son seguros para contacto con cosméticos, aunque depende del producto.
- Precio: 4.4-5.4€/kg
- Densidad: 1.24 g/cm<sup>3</sup>
- El resto de propiedades mencionadas en la sección anterior, debido a que estos plásticos se degradan con más facilidad que los convencionales, son considerablemente peores, sin importar el tipo de bioplástico del que hablemos. Por lo tanto, estas no serán analizadas.

## D.4. Aluminio

El aluminio es un material que se está utilizando cada vez más en la industria de envases cosméticos, debido a sus propiedades protectoras, estéticas y ambientales. Pero, aunque es un material abundante, el proceso de extracción y refinación puede ser costoso y consumir mucha energía.

### D.4.1. Fin de vida útil

El aluminio es un material completamente reciclable de manera infinita, pues no pierde sus propiedades. Para indicar que el aluminio es reciclable se coloca la etiqueta de la Figura D.3.



Figura D.3: Símbolo del aluminio reciclable ([www.laspalmasgc.es](http://www.laspalmasgc.es))

El reciclaje del aluminio es muy sencillo, pues basta con fundirlo y volver a darle forma. Es un material ampliamente utilizado, como en coches, aviones, ordenadores, muebles, cables... Por lo que es sencillo de obtener para su reciclaje.

A pesar de esto, no es un material biodegradable.

### D.4.2. Impacto ambiental

La materia prima del aluminio es principalmente la bauxita. La extracción de aluminio desde su materia prima tiene un impacto ambiental directo, pues provoca problemas como pérdida de biodiversidad, deforestación y contaminación, entre otros. Además, para su refinado se consume una gran cantidad de energía.

Aunque sea infinitamente reciclable, al no ser biodegradable, si no se recicla y recupera de la manera adecuada, este material puede acumularse durante cientos de años.

El aluminio es un metal con una densidad bastante baja, por lo que su peso es bajo. Esto lo convierte en un material más sostenible, por el simple hecho de que reduce las emisiones de carbono en su transporte.

La producción de aluminio genera 11,8 kg de CO<sub>2</sub> por cada kg de material. Mientras que si se usa aluminio reciclado esta cifra baja a 4 kg de CO<sub>2</sub> por kg de aluminio. Estos datos se han extraído de las webs International Aluminium (<https://international-aluminium.org/>) y European Aluminium (<https://european-aluminium.eu/>).

### D.4.3. Fabricación y propiedades

El aluminio puede ser moldeado fácilmente de distintas formas, por ejemplo, mediante extrusión, embutición o prensado. Esto permite una gran variedad de formas y diseños.

En caso de que el aluminio vaya a estar en contacto con sustancias acuosas o ácidas, es necesario añadir un revestimiento, ya que de lo contrario podría reaccionar con algunos de los ingredientes o provocar corrosión. Hay distintos tipos de revestimientos que pueden aplicarse, pero los más comunes son los epoxi, los acrílicos, las poliamidas y la electrodeposición (que es la más respetuosa con el medio ambiente de entre todas las mencionadas, pues es la que usa una menor cantidad de material).

En relación a esto, hay normativas sobre cosméticos, como el Reglamento (CE) N<sup>o</sup> 1223/2009 sobre productos cosméticos: exige que los envases no alteren la seguridad del producto. Aunque no obliga a revestir, implícitamente lo requiere si hay riesgo de interacción y la ISO 22715: guía para envases cosméticos, recomienda pruebas de compatibilidad entre el envase y el contenido.

En cuando a las propiedades de mayor interés para el estudio:

- Es seguro para contacto con la piel en condiciones normales.
- En la mayoría de casos no es seguro para el contacto con la piel y necesita algún tipo de recubrimiento.
- Precio: 1.63-18.5€/kg.
- Densidad: 2,70 g/cm<sup>3</sup>.
- Límite elástico: 35-400 MPa.
- Tenacidad a la fractura: 20-30 MPa·m<sup>1/2</sup>.
- Buena resistencia a fatiga, especialmente en aleaciones tratadas térmicamente.

- Dureza: depende de la aleación.

## D.5. Acero inoxidable

El acero inoxidable es un material menos común que otros como el plástico o el vidrio en la industria de envases de cosméticos, pero ofrece varias ventajas como su excelente barrera contra la luz, el aire y los contaminantes y que no reacciona con el contenido del envase, que pueden hacerlos muy adecuados para los productos cosméticos, ya que aseguran que permanezcan puros y sin contaminación.

### D.5.1. Fin de vida útil

El acero inoxidable es un material totalmente reciclable de manera infinita sin perder su calidad. Más del 90 % de acero inoxidable se recicla, lo que lo hace un material altamente circular.

El acero destaca como el material más reciclado a nivel mundial. Su proceso de producción depende en gran medida del uso de chatarra metálica, especialmente en los hornos eléctricos, que operan casi exclusivamente con este tipo de material reciclado. En cuanto al reciclaje de envases, el acero presenta una gran ventaja: sus propiedades magnéticas permiten una recuperación muy eficiente, lo que lo convierte en uno de los materiales más rentables en términos de relación coste-beneficio (Ecoacero, s.f.).

Pero, por el contrario, no es un material biodegradable.

### D.5.2. Impacto ambiental

El acero inoxidable es una aleación de varios metales, principalmente de hierro, cromo y níquel. Por lo tanto, requiere de distintas explotaciones para extraerse.

Su capacidad de reciclaje y su larga vida útil que disminuye la frecuencia de reemplazo, hacen que sea un material muy respetuoso con el medio ambiente. Si se usa siempre a partir de material reciclado, el impacto medioambiental no sería muy grave.

La producción de 1 kg de acero puede emitir alrededor de 1,8 kg de CO<sub>2</sub>. Pero la producción de acero reciclado puede producir entre 0,4 y 0,7 kg de CO<sub>2</sub>, dependiendo de los procesos y fuentes de energía utilizadas. Es decir, el uso del material reciclado disminuye la huella de carbono en un 60 % aproximadamente. Estos datos han sido recopilados de las webs Climate Science (<https://climatescience.org/es/advanced-steel-climate>) y World Stainless (<https://worldstainless.org/sustainability/environment/>).

### D.5.3. Fabricación y propiedades

Es un material que puede moldearse de distintas formas, pudiendo obtener acabados muy diversos. Es ampliamente utilizado en la industria de la cosmética.

Las propiedades más importantes a tener en cuenta para este trabajo son:

- Seguridad muy alta para el contacto con la piel.
- Seguridad muy alta para contacto con cosméticos.
- Precio: 1.05-7.84 €/kg.
- Densidad: 7.9 g/cm<sup>3</sup>.
- Resistencia a compresión: 250–500 MPa.
- Resistencia a tracción: 500–750 MPa.
- Límite elástico: 210–310 MPa.
- Alta tenacidad a la fractura.
- Alta resistencia a fatiga.
- Dureza (Brinell): 150–200 HB (moderada).

## D.6. Bambú y maderas

La madera es un material natural y renovable que se ha utilizado tradicionalmente en una variedad de aplicaciones, incluyendo envases. En el contexto de los envases de cosméticos, la madera ofrece una apariencia cálida que puede transmitir sensación de naturalidad y autenticidad, muy valorada por los consumidores que buscan una conexión del producto con la naturaleza o que esté hecho con ingredientes naturales. Permite diseños personalizados y artesanales, pero suelen ser sensibles a la humedad y a veces requieren tratamientos químicos, que los hacen más difíciles de compostar o reciclar.

Las maderas que se ha decidido analizar son las de procedencia española: haya, fresno y roble. También se ha incluido el bambú que, aunque no sea una madera, es un material natural, con aspecto similar, que ha ganado popularidad en los últimos años como alternativa sostenible para una variedad de envases cosméticos. Es una de las plantas de más rápido crecimiento en el mundo, que la convierte en un recurso altamente renovable.

### D.6.1. Fin de vida útil

La madera es biodegradable por naturaleza y su tiempo de degradación depende de la humedad, temperatura, tipo de madera y acabado superficial que tenga. Pero suele tardar al aire libre desde 3 meses a varios años en biodegradarse al completo.

El bambú, aunque no sea una madera, también es biodegradable. Tarda menos en degradarse que las maderas, debido a su menor densidad y ser rico en almidones, lo que favorece el crecimiento de hongos y bacterias.

En cuanto a su reciclaje, tanto la madera como el bambú pueden ser triturados para transformarse en paneles aglomerados, biomasa para energía o compost. Aunque este proceso realmente no se considera reciclado, sino recuperación o compostaje.

Todos estos procesos se pueden ver afectados con el uso de pinturas, barnices u otros acabados. Algunos de ellos pueden retardar o incluso impedir la degradación, o hacer que el compostaje no sea seguro.

### D.6.2. Impacto ambiental

La procedencia de las maderas que han sido elegidas para analizar es la siguiente:

- Haya: Pirineos y Cantabria.
- Fresno: Zonas húmedas del norte.
- Roble: Galicia, León y País Vasco.
- Bambú: No se encuentra de manera nativa en España, pero hay cada vez más cultivos, ya que es un sector en auge. Principalmente pueden encontrarse en el sur del país.

Lo que significa que si la fabricación se realiza en España, las emisiones se verían reducidas considerablemente que si fuera un material a comprar fuera del país.

El bambú es una de las plantas que más rápido crecen, por lo que son consideradas un recurso renovable. Junto con las maderas, al ser rápida y fácilmente biodegradables, no tienen, en principio, un impacto ambiental grave.

Pero si la tala no se gestiona de manera sostenible, puede haber consecuencias problemáticas, como la pérdida de biodiversidad, la erosión del suelo, las emisiones de carbono y contaminación indirecta, por el uso de maquinaria y el transporte (Moso, s.f.).

De manera general, la tala de árboles supone una emisión de carbono de 0,033 kg de CO<sub>2</sub> por kilogramo de madera. Mientras que para el bambú, por cada kilogramo de material se expulsan 0,25 kg de CO<sub>2</sub>.

### D.6.3. Fabricación y propiedades

Los métodos principales para el conformado de madera son los siguientes: torneado, fresado por control numérico, laminado y prensado y ensamblaje.

Para los acabados finales pueden usarse aceites naturales, cera de abeja o vegetales y tintes vegetales en caso de que se quiera mantener las propiedades biodegradables del material.

En la siguiente tabla (Tabla D.2), se resumen las propiedades más importantes para este proyecto.

Propiedades	Bambú	Haya	Fresno	Roble
Seguro en contacto con piel	Con sellado	Sí	Sí	Sí
Seguro en contacto con cosméticos	Sí	Sí	Sí	Sí
Precio (€/kg)	2.25	0.15	No disponible	5.3
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	600–700	720	680	750
Resistencia a compresión (MPa)	40–85	50–60	45–55	50–70
Resistencia a tracción (MPa)	200–300	100–130	100–120	90–110
Tenacidad a fractura (MPa·m <sup>1/2</sup> )	Alta	Media	Alta	Alta
Dureza (Brinell)	2.5–4.0	3.2–3.6	4.0–4.5	3.5–4.0

Tabla D.2: Comparación propiedades bambú, haya, fresno, roble

## D.7. Vidrio

El vidrio es un material ampliamente utilizado en la industria de envases cosméticos. Es químicamente inerte, lo que significa que no reacciona con el contenido del envase, lo que es crucial para preservar la integridad y pureza especialmente de los productos con fórmulas sensibles. Ofrece una apariencia elegante y de alta calidad y es 100 % reciclable. Pero es más pesado y frágil que otros materiales.

### D.7.1. Fin de vida útil

Es un material infinitamente reciclable sin perder su calidad, lo que lo convierte en un material sostenible si es gestionado de la manera adecuada.

No es biodegradable, pero es un material inerte no tóxico, lo que significa que no libera sustancias dañinas al medio ambiente. Una botella de vidrio puede tardar más de 4000 años en descomponerse (Because It's The Earth, s.f.).

### D.7.2. Impacto ambiental

Para producir vidrio se necesita principalmente arena de sílice, carbonato de sodio, caliza y dolomita.

Por cada kilogramo de vidrio producido, se emiten aproximadamente 3,08 kg de CO<sub>2</sub>.

Pero cuando se fabrica vidrio a partir de material reciclado, se puede llegar a disminuir a 0,67 kg de CO<sub>2</sub> por cada kilogramo de vidrio fabricado. Estudios aseguran que también puede reducir hasta un 3% el consumo de energía cuando se funden todas las materias necesarias (<https://www.researchgate.net>).

### D.7.3. Fabricación y propiedades

La producción de vidrio a partir de materias primas vírgenes es intensiva en energía y genera emisiones significativas de CO<sub>2</sub>. Deben calentarse los materiales hasta su fundición, alcanzando temperaturas de hasta 1600°C.

Las propiedades más importantes del vidrio para este estudio son:

- Es seguro para contacto con la piel.
- Es seguro para contacto con cosméticos.
- Precio: 0,3 – 0,8 €/kg.
- Densidad: 2.4 – 2.6 g/cm<sup>3</sup>.
- Resistencia a compresión: 1000 – 2500 MPa.
- Resistencia a tracción: 30 – 100 MPa.
- Límite elástico: no tiene uno definido.
- Tenacidad a la fractura: 0.7 – 1.0 MPa·m<sup>1/2</sup>.
- Muy baja resistencia a fatiga.
- Dureza (Mohs): 5.5 - 7.

## D.8. Elección de material

Tras el estudio de los materiales presentados, con el objetivo de elegir el que mejor se adapte a los requisitos que se han propuesto anteriormente, se hace uso de nuevo de la matriz Pugh, para realizar la selección de la manera más objetiva. No se incluyen en la selección los plásticos ni bioplásticos debido a los problemas actuales que provocan.

Criterios	Grado de relevancia (%)	Alternativas				Evaluaciones						
		Aluminio (referencia)	Acero inoxidable	Madera (general)	Vidrio	Aluminio (ref.)	Acero inoxidable	Madera (general)	Vidrio			
Seguro contacto piel	15	Sí	Sí	Sí	Sí	0	0	0	0	0	0	0
Seguro contacto cosméticos	15	Sí	Sí	No (recubrimiento/tratamiento)	Sí	0	0	0	-1	-0,15	0	0
Precio (€/kg)	15	1.63-18.5	1,05-7,84	0,15-5,3	0,3-0,8	0	1	0,15	1	0,15	1	0,15
Tiempo vida útil (años)	10	40-100	50-100	5-20	4000	0	1	0,1	-1	-0,1	1	0,1
Huella de carbono kg CO2/ kg material	15	11,8 virgen, 4 reciclado	1,8 virgen, 0,4-0,7 reciclado	0,25-0,033	3,08 virgen, 0,67 reciclado	0	1	0,15	1	0,15	1	0,15
Origen España	2,5	Parcial (alta importación)	Bajo	Sí (abundante)	Sí (silíce nacional)	0	-1	-0,025	1	0,025	1	0,025
Variedad acabados superficiales	2,5	Alta	Alta	Media	Alta	0	1	0,025	0	0	1	0,025
Facilidad de conformado	10	Alta	Media	Media	Muy baja	0	0	0	0	0	-1	-0,1
Dureza (mohs)	5	Baja	Alta	Baja	Alta	0	1	0,05	-1	-0,05	1	0,05
Resistencia a golpes/caídas	10	Alta	Muy alta	Media	Muy baja	0	1	0,1	0	0	-1	-0,1
<b>Σ</b>	<b>100</b>					0	0	0	0	0	0	0
						0	1	3	2			
						10	3	4	2			
						0	-1	-3	-2			
						0	0,55	0,025	0,3			

Figura D.4: Matriz Pugh elección envase 2

El material ganador es el acero inoxidable. Después de esta selección, se concretó que el tipo exacto más adecuado para la fabricación de los envases es el acero inoxidable 304, que es el acero más habitual. Es un acero austenítico, aprobado para el contacto con la piel y productos cosméticos. Tiene buena formabilidad y ofrece una amplia variedad de acabados superficiales.



# Anexo E: Estudio de viabilidad

---

ECODISEÑO DE ENVASES PARA  
COSMÉTICOS



## E.1. Introducción

Una vez realizadas las propuestas de diseño y la elección de los materiales a utilizar para este proyecto, el siguiente paso es comprobar si resulta viable en distintos aspectos: técnicos, económicos y de mercado.

## E.2. Viabilidad técnica

En el Anexo D: Estudio de materiales, se propuso el acero inoxidable como el material óptimo para la creación de esta línea de envases.

A continuación se mencionan distintas posibilidades para darle forma al acero inoxidable:

- Es un material al que se le puede dar forma mediante un gran número de procesos de fundición con moldes.
- Puede también usarse en procesos de pulvimetalurgia, aunque estos suelen ser muy costosos.
- Puede ser estirado, trefilado y extruído.
- Pueden crearse piezas a través del conformado de chapas. Estas permiten corte, doblado, curvado y embutido.
- El acero presenta una gran maquinabilidad, esto significa que se mecanizan muy bien. Se pueden mecanizar mediante tornos, fresadoras y taladradoras, entre muchas más opciones.

Antes de realizar los envases en acero, se deberá comprobar la viabilidad de sus mecanismos, es decir, tanto que se puedan reproducir, como que funcionen. Esto puede comprobarse con ayuda de la fabricación aditiva, ya que se realizarán modelos CAD de los productos.

Las formas de ambos bocetos ganadores son sencillas y pueden reproducirse sin mayor dificultad en este material, haciendo uso de algunas de sus múltiples opciones de conformado. La elección dependerá de la empresa y la maquinaria que tenga disponible.

Son piezas simples y pequeñas, por tanto, la producción a mayor escala no debería suponer un problema.

## E.3. Viabilidad económica

El producto será viable económicamente si su precio final resulta competitivo en la industria y se ajusta a los requisitos de los encuestados.

Se realizará una aproximación de precios para los envases teniendo en cuenta los anexos anteriores.

### Envase 1

Se supondrá un tamaño aproximado del envase de 6 cm x 6 cm x 1 cm. Esto supone un volumen de  $36\text{cm}^3$ . Junto a la densidad y a la media de los precios propuestos para el acero inoxidable en el Anexo D: Estudio de materiales, se ha calculado que el precio aproximado en cuanto a materiales para el envase 1 es de 1,25 €.

Si se decide que la base y la tapa del envase se fabrican mediante torneado y el recambio por embutido, y todos tienen que ser pulidos después, suponiendo que cada proceso puede tener un coste aproximado de 0,30 € por pieza, el precio subiría a unos 3,05 €.

Sobre este precio hay que añadir el coste del empaquetado y del producto cosmético en su interior. Suponiendo que esto puede subir el coste más o menos 1 €, haría que el coste unitario por envase sea de unos 4,05 €.

Por último, hay que añadir el sueldo del diseñador industrial. Suponiendo que la media del sueldo de un ingeniero técnico en España es de 14 € la hora y se han dedicado unas 240 horas de trabajo, sube a 3.360 €. Esto es un coste fijo indirecto que se repartirá entre las unidades producidas. Si se partiera de una tirada inicial de 1.000 unidades, el coste del diseñador por unidad sería de 3,36 €. Añadiéndolo al coste de fabricación, sería 7,41 €.

Hay que sumar a este precio el margen del beneficio del diseñador y del distribuidor, siendo el primero del 50% y el segundo del 35%, quedando un precio de 11,12 € y, después, de 15,01 €. El PVP con el IVA del 21% sería de 18,16 €.

El punto muerto o umbral de rentabilidad es la cantidad mínima de unidades que hay que vender para recuperar la inversión inicial del sueldo de diseñador. Sigue la siguiente fórmula:

$$\text{Punto muerto (unidades)} = \frac{\text{Costes fijos}}{\text{Beneficio por unidad}}$$

Siendo el beneficio por unidad el PVP sin IVA y sin el beneficio del distribuidor, menos el coste unitario. De este modo se obtiene:

$$\text{Punto muerto (unidades)} = \frac{3360 \text{ €}}{11,12 \text{ €} - 7,41 \text{ €}} \approx 906 \text{ unidades}$$

Para recuperar la inversión inicial, solo contando el diseño, se necesitarán vender unas 906 unidades de envases 1.

### Envase 2

Se supondrá una forma cilíndrica con unas medidas aproximadas de 12 cm de alto y 1,5 cm de diámetro, siendo esto un volumen aproximadamente de  $21\text{cm}^3$ . Sabiendo que parte del envase será hueco, aproximadamente unos  $4\text{cm}^3$ , el volumen total aproximado sería de  $17\text{cm}^3$ .

Se seguirán los cálculos realizados para el envase 1. Suponiendo que el envase 2 está formado por 4 piezas, el precio de material sería de 0,6 €, que ascendería a 1,8 €. Junto con el packaging, el precio unitario sería de 2,8 €. Añadiendo los costes del diseñador

(6,16 €), el margen de beneficio del diseñador (9,24 €) y del distribuidor, el precio sube a 12,47 €. El PVP con el IVA lo deja en un precio final de 15,13 €.

Teniendo en cuenta estos datos, el punto muerto está en aproximadamente 1091 unidades, es decir, para recuperar la inversión inicial del envase 2, más de 1091 unidades deberán ser vendidas.

## E.4. Viabilidad de mercado

De manera general, puede afirmarse que esta línea de productos podrá ser aceptada en el mercado por una serie de motivos:

- Cuenta con una estética moderna y novedosa, pues apenas hay envases hechos completamente de metal, lo que puede hacerlos más llamativos o atractivos.
- Tiene un precio competitivo, inferior a la media de otros productos del estilo que hay actualmente en el mercado (pueden verse los detalles en el Anexo B: Análisis de mercado).
- En general, dentro de todas las marcas y opciones de cosméticos disponibles hoy día, es un producto innovador, pues el porcentaje de marcas con opciones de recambios sostenibles es bastante pequeño.

Gracias a las respuestas recopiladas con la encuesta, se puede tener una idea aproximada de la aceptación que tendrá el producto en el mercado.

- En la encuesta la mayoría de personas afirmaron estar interesadas en productos cosméticos recargables, tanto por ser más sostenibles en el día a día, como por el ahorro económico que puede llegar a suponer a largo plazo.
- El precio final del envase queda por debajo de los 30 €, que habían sido el tope establecido por la mayoría de los encuestados.
- La estética se adapta a los gustos mencionados.
- El diseño arregla varios de los problemas que mencionaron los encuestados.

## E.5. Conclusión

Tras este estudio de la viabilidad, se concluye que los envases son viables y competentes en los tres aspectos estudiados, por tanto, se entiende que podrán ser aceptados en el mercado sin demasiados problemas.



# Anexo F: Diseño de detalle

---

ECODISEÑO DE ENVASES PARA  
COSMÉTICOS



## F.1. Introducción

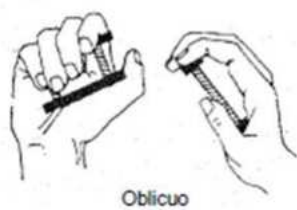
En este anexo se presenta el diseño de detalle realizado tras la elección de los bocetos definitivos para cada tipo de envase. Se incluyeron todos los factores a tener en cuenta antes de realizar el modelado por CAD: partes que componen cada envase, mecanismos de unión y cierre, medidas adaptadas a la antropometría, cantidad de producto en cada envase...

Además, en este anexo también se muestran propuestas de proveedores, el material específico a usar y el tipo de fabricación recomendada para crear las piezas de los envases.

Para mayores detalles, se pueden consultar los planos y el Anexo I: Renderizado.

## F.2. Estudio ergonómico

A la hora de elegir las medidas de los envases, se han tenido en cuenta las siguientes tablas de percentiles, mostradas en las Figuras F.1, F.2 y F.3:



Distancia en cm (pulgadas) 50/50 Hombre Mujer			
	5 Percentil	50 Percentil	95 Percentil
Máximo	3,6 (1,4)	4,5 (1,8)	5,8 (2,3)

Figura F.1: Percentiles mano oblicuo. (Apuntes Diseño Ergonómico y Ecodiseño 24-25)

DIMENSIONES DE MANO Y PIE DE HOMBRES Y MUJERES ADULTOS, EN PULGADAS Y CENTÍMETROS, SEGUN SELECCION DE PERCENTILES											
		I	J	K	L*	M*	N	O	P	Q	R
95	pulg.	8.07	4.63	3.78	9.11	10.95	11.44	8.42	4.16	10.62	2.87
	cm	20,5	11,8	9,6	23,1	27,8	29,1	21,4	10,6	27,0	7,3
5	pulg.	7.00	3.92	3.24	7.89	9.38	9.89	7.18	3.54	9.02	2.40
	cm	17,8	10,0	8,2	20,0	23,8	25,1	18,2	9,0	22,9	6,1

\* Perímetro

Figura F.2: Percentiles mano. (Apuntes Diseño Ergonómico y Ecodiseño 24-25)

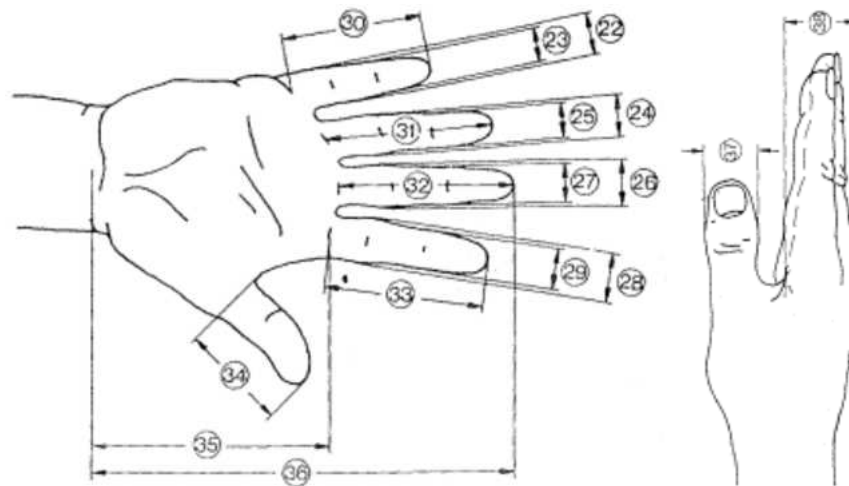


Figura F.3: Ergonomía aplicada a las herramientas – 01<sup>o</sup> parte. (estrucplan.com)

Siguiendo las medidas de estas tablas, se ha pretendido crear el diseño más cómodo y ergonómico posible, centrado principalmente en las medidas del cuerpo de la mujer. En la tabla de la Figura F.1 se presentan las medidas que puede tener un objeto para agarrarlo cómodamente de manera oblicua. Este agarre es muy común cuando se cogen envases de maquillaje, principalmente polveras. Se consideraron las medidas del percentil 5, pues resulta más cómodo a un mayor número de personas y es preferible que el envase quede ligeramente más pequeño en comparación con la palma de la mano. Estas medidas se utilizaron principalmente para la creación del envase 1, que es el correspondiente al colorete, pintalabios, sombras de ojos...

La tabla de la Figura F.2 se ha usado para saber la longitud del tamaño de la palma de la mano, un dato importante para adecuar el tamaño del mango del envase para máscara de pestañas. El dato es el correspondiente a la letra K en la tabla.

Y por último, la Figura F.3 da la medida del dedo índice (número 29, que corresponde a la parte más estrecha del índice), siendo esta en el percentil 95 de 17 mm. Esta información se usa para saber el tamaño que debe tener el agujero de la base del envase 1 para poder sacar la recarga una vez encajada. También se usó el percentil 95 del ancho del dedo pulgar, que es 21 mm. Esta medida se usa para hacer una muesca en la parte donde se pretende abrir el envase 1 (Estrucplan, s. f.).

Todos estos datos fueron cogidos como referencias, pues se adaptaron y cambiaron más adelante al producto, como puede observarse en el Anexo H: Prototipado.

## F.3. Mecanismos

### F.3.1. Apertura y cierre

#### Envase 1

Se ha decidido crear un mecanismo similar al de una bisagra, pero haciendo uso de esferas en lugar de un alambre, debido a que su montaje es muy sencillo y reduce las tensiones y, por tanto, posibles roturas del envase, además de reducir el número de piezas.

Los mecanismos de bisagra más comunes en el mercado de cosméticos usan un alambre que une a la tapa con la base. El agujero necesario por donde pasa el alambre disminuye considerablemente el grosor del material, provocando que se pueda fracturar en caso de caídas o por simple uso continuo. Todos los envases analizados que usaban ese mecanismo acababan rompiéndose por las mismas zonas.

Para el mecanismo propuesto para el envase 1, se ha usado un tercio de una esfera para crear el eje que se insertará en un hueco de un tamaño aproximadamente un 5% superior, creando una holgura mínima, pero que facilita la inserción y minimiza el roce, haciendo que el movimiento sea más suave. En la Figura F.4 se observa esto. También se ve que se deja un pequeño espacio entre la esfera y su hueco, para que resulte más sencillo montar las piezas en la producción.

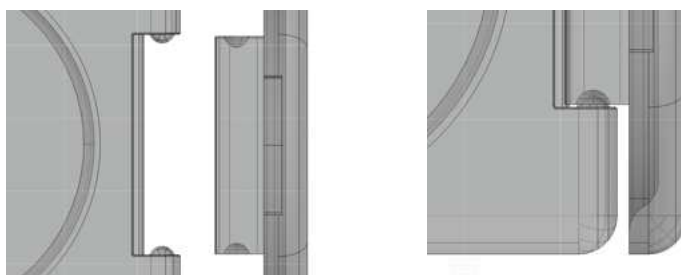


Figura F.4: Detalles apertura envase 1

Se ha optado por poner un tope mecánico con forma cuadrada con la punta redondeada en vez de usar un imán, ya que estos no son reciclables. Este tope bloquea ligeramente el movimiento de la tapa al intentar abrirla y cerrarla, y crea un cierre seguro del envase, evitando la entrada de polvo o suciedad en su interior. También produce un pequeño “clic” que genera una mayor sensación de seguridad. Además, la gran mayoría de los encuestados afirmaron solo maquillarse en casa, por lo que no hay necesidad de crear un cierre resistente ante posibles grandes golpes u otros problemas que pueda generar su transporte.

Este mecanismo permite un movimiento libre y sencillo de  $0^{\circ}$  a  $180^{\circ}$ , como puede observarse en la Figura F.5. La base tiene una de sus esquinas más redondeadas para que no roce con la tapa al abrir y cerrarse.

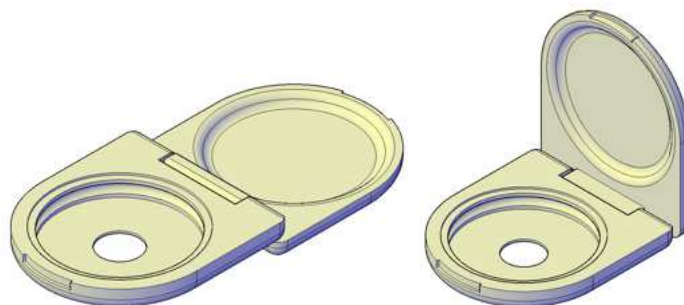


Figura F.5: Rango de movimiento envase 1

Para facilitar la apertura y el cierre se ha hecho una hendidura tanto en la base como en la tapa usando la medida del ancho del dedo pulgar que aparece en los percentiles mencionados anteriormente. Se descartó el uso de cierres de “clic”, pues suelen resultar

difíciles de abrir si no se tienen las uñas lo suficientemente largas y al contar con una solapa fina, tienden a romperse. Ambos detalles se pueden observar en la Figura F.6

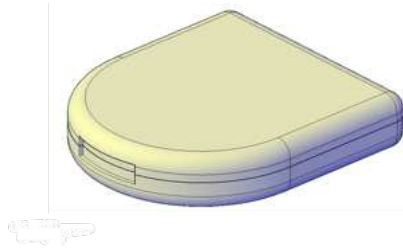


Figura F.6: Detalle hendidura envase 1

## Envase 2

En un principio se consideró usar un mecanismo de cierre por rosca tradicional, pero se acabó descartando y se optó por un mecanismo sencillo que requiere un corto giro para su cierre y tiene un “clic” que le aporta seguridad sensación de seguridad, que se consigue con las dos semiesferas que tiene. En la Figura F.7 puede verse, a la izquierda, el mecanismo que se encuentra en el mango o en la tapa de recambio y, a la derecha, el mecanismo de cierre de la base.

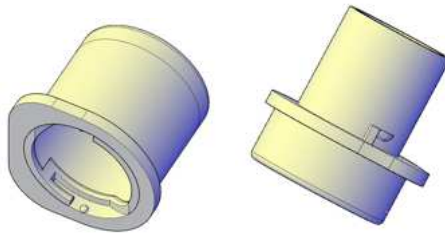


Figura F.7: Mecanismo de cierre envase 2

## F.3.2. Intercambio de recambios

### Envase 1

Para la recarga del envase 1 se ha utilizado un mecanismo inspirado en el cierre del mismo envase. Se ha vuelto a usar el tercio de esfera para realizar el mecanismo de ajuste con las mismas propiedades mencionadas.

Para sacar el producto terminado es necesario aplicar una ligera fuerza a través del agujero que hay en la base con los pulgares (Figura F.8). La nueva recarga se colocará haciendo fuerza hacia abajo desde los laterales del pequeño envase (es por eso que tiene un borde de un tamaño ligeramente mayor y con forma plana) hasta escuchar un “clic”, lo cual significa que ya está encajado. Cuenta con 3 esferas distribuidas de manera equidistante en su perímetro, para tener un encaje seguro pero sencillo de quitar y poner.

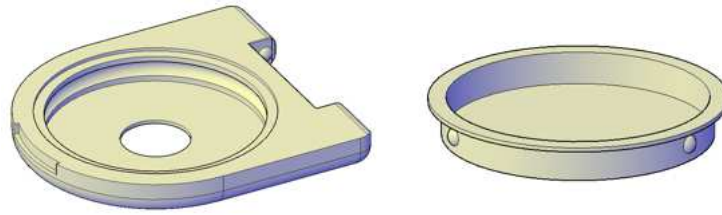


Figura F.8: Mecanismo recambio envase 1

## Envase 2

Para este envase, únicamente es necesario quitarle la tapa protectora al recambio (que se abre girando de igual manera que se haría con el mango). De esta manera queda igual que la base original y ya puede usarse sin problemas.

## F.4. Otros detalles

Para saber el tamaño que debe tener cada envase, se han analizado un alto número de envases para cosméticos para saber aproximadamente cuántos mililitros de productos suelen contener. Después de esta investigación se concluyó que los productos del envase 1 ocuparían 6 ml, mientras que el envase 2 para máscara de pestañas debe contener 9 ml. Teniendo en cuenta estos datos, se realizaron las medidas generales de los envases. En el caso del envase 1, se ha dejado una distancia considerable entre el hueco del recambio y el final del envase, para asegurar que no haya fracturas o cambios de forma en caso de caída.

Como se mencionó en apartados anteriores, se va a hacer uso de un innovador gupillón metálico para la creación del envase de máscara de pestañas. Pero esta parte del envase va muy ligada al tipo de textura y viscosidad que tenga el producto que vaya a aplicar. Esto significa que se realizará un gupillón con una forma general, pero que deberá adaptarse en el futuro al tipo de producto que se envase, pues ahora mismo no es posible realizar pruebas para determinar su forma más adecuada.

Este tipo de cepillos está siendo muy aceptado por el público, pues aunque en un principio pueden resultar algo extraños y no parecer seguros por ser completamente duros, resultan más higiénicos y distribuyen el producto de manera muy homogénea.

Su diseño se basa en un cilindro al que se le añade un sobresaliente en forma de hélice. Tanto esta curva como la parte del final del gupillón tienen formas redondeadas, para evitar mayores daños si entrara en contacto con el ojo.

Hay que tener en cuenta que puede haber fallos en las tolerancias propuestas para los mecanismos de estos envases, ya que, como se muestra en el Anexo H: Prototipado, solo ha podido usarse para crear prototipos un material que no tiene las mismas propiedades mecánicas que el acero inoxidable.

Y, por último, se ha querido unificar la estética de los envases para que creen una sensación de conjunto. Esto se traduce en el uso de formas circulares o rectas, unidas

de manera minimalista para cumplir con los requisitos propuestos. Sus formas, miradas desde la planta, son muy similares, como pueden observarse en la Figura F.9.

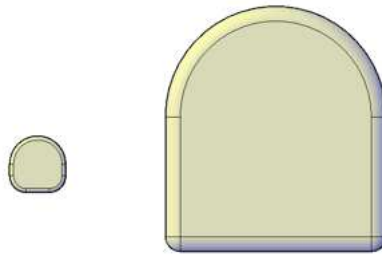


Figura F.9: Plantas de envase 1 y 2

## F.5. Materiales y proveedores

Se indicó en el Anexo D: Estudio de materiales, que el material elegido como óptimo para la creación de estos envases fue el acero inoxidable 304.

Uno de los requisitos principales de este proyecto era que los envases estuvieran fabricados a partir de materiales reciclados, así que se ha buscado una serie de empresas que ofrecen acero inoxidable reciclado.

- **Reinoxmetal:** Son expertos en la recuperación de inoxidables y otros metales. Cuentan con centros en Cádiz y Bilbao.
- **CELSA:** Es uno de los principales productores de acero de Europa. Es la cadena de suministro circular de acero más grande del continente. Tiene base en Barcelona.
- **Aceros inoxidables Olarra:** Una fábrica de acero inoxidable localizada en Vizcaya. Aseguran que usan parte de chatarra en la producción del metal.

## F.6. Fabricación

En este apartado se propone una forma de fabricar estos envases. Es únicamente una propuesta, pues la fabricación de los envases se podrá adaptar a la maquinaria que tenga la empresa que pudiera comprar el proyecto.

1. El material inicial a utilizar podrá ser un bloque o un cilindro macizo. Es preferible el uso de bloques para el envase 1 y cilindros para el 2. Para los recambios del envase 1 se usarán láminas.
2. Para darle forma al envase se usará un mecanizado por arranque de viruta por Control Numérico Computarizado (CNC). Para el envase 1 se usará un fresado, mientras que para el envase 2 un torneado es más óptimo debido a su forma cilíndrica (aunque otros detalles deberán hacerse con fresado). Este tipo de mecanizado ofrece una alta precisión dimensional y un acabado limpio. Las virutas que se creen durante el proceso deberán ser recicladas para su posterior uso.

3. En el caso del recambio del envase 1, tras el fresado para obtener su tamaño, se realizará una embutición profunda. Es el procedimiento estándar para la fabricación de godets metálicos y es un proceso eficiente y rápido.
4. Se aplicará después un tratamiento superficial, con un acabado ligeramente satinado, sin llegar a ser tipo espejo. Esto se conseguirá a través de un pulido mecánico con abrasivos finos. Es importante que este acabado se de en todas partes, sobre todo en el envase 1, para crear un movimiento más suave en su mecanismo de apertura y evitar desgastes futuros.
5. Si fuera necesario, se podrá realizar un grabado láser para colocar marca, nombre del producto...
6. El montaje final de ambos envases se realizará a través de un prensado, pues las tolerancias son muy ajustadas. Unirá la base con la tapa del envase 1, el gupillón con el mango del envase 2 y el tope con el cuerpo del envase 2.



# Anexo G: Embalaje

---

ECODISEÑO DE ENVASES PARA  
COSMÉTICOS



## G.1. Introducción

Se ha querido crear también una serie de cajas para los cuatro productos propuestos. Para la creación del *packaging* se tuvieron en cuenta los siguientes puntos:

- Uso de materiales reciclados, reciclables y biodegradables a poder ser, para seguir la línea de reducción del impacto ambiental.
- Uso mínimo de tintas o adhesivos. No deben interrumpir el reciclaje.
- Instrucciones claras sobre reciclado, tanto del embalaje como del envase que lleva dentro.
- Formas y tamaño que minimicen el uso de material.
- Protección del producto interior. Deben adaptarse a las dimensiones del producto que lleven dentro para evitar que se mueva durante el transporte y sufra daños.
- Forma sencilla, para facilitar el apilamiento de estas durante su transporte.
- Fácil apertura.
- Estética atractiva.

## G.2. Materiales necesarios

Atendiendo a las necesidades propuestas, se consideró como material óptimo el papel reciclado.

La tala de árboles contribuye a la huella de carbono, ya que estos absorben y almacenan CO<sub>2</sub> de la atmósfera. Al talarse, el carbono que tenían almacenado se libera de nuevo, lo que supone un problema para el medio ambiente, pues aumentan los gases de efecto invernadero y por tanto, empeora el calentamiento global. "Los bosques actúan como sumideros de carbono, absorbiendo CO<sub>2</sub> de la atmósfera. Cuando estos bosques son talados, el carbono almacenado se libera, aumentando los niveles de gases de efecto invernadero y exacerbando el calentamiento global" (WWF México, 2024, párrf. 8).

Es cierto que el papel reciclado no elimina al completo la tala de árboles, ya que el número de veces que el papel se puede reciclar tiene límite, pues las fibras de celulosa se van acortando y siempre es necesario añadir una pequeña proporción de fibras vírgenes (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), s. f.), pero es una opción considerablemente más sostenible.

Existen otras opciones en el mercado que también tienen en cuenta al medio ambiente, como el papel de hierba, de tomate, remolacha o bambú, pero han sido descartadas debido a su poca inserción en el mercado actualmente.

Se realizaron distintas pruebas, que pueden verse en el Anexo H: Prototipado. Con estas pruebas se comprobó que el gramaje óptimo necesario para asegurar una adecuada protección del producto y que la caja mantenga su forma está entre 180-200 g/m<sup>2</sup>.

Se usarán tintas ecológicas, también conocidas como vegetales. Están fabricadas a base de aceites vegetales, lo que significa que proceden de fuentes renovables y no son perjudiciales para la salud, a diferencia de los aceites minerales que suelen usarse para las tintas de impresión tradicionales. Además, ofrecen ventajas frente a las tintas tradicionales, como su bajo olor (ProPrintWeb, 2022).

Y, por último, se usarán adhesivos biodegradables, lo que asegura la posible compostabilidad del embalaje. Este tipo de material suele ser económico, ya que los materiales a partir de los que se fabrica también lo son.

## G.3. Resultados

### G.3.1. Resultados generales

Para conseguir un *packaging* atractivo y diferenciador, se ha separado en dos partes. La primera es una caja que se adapta a las medidas de los productos. La segunda es una caja más tradicional que contiene a la anterior. En el Anexo H: Prototipado se puede encontrar más información acerca del proceso seguido para conseguir el producto final.

La caja exterior cuenta con un troquelado circular al que está pegada parte de la solapa de cierre. Si el troquel está sin abrir, asegura que nadie ha manipulado el producto y lo ha vuelto a meter en la caja. También cuentan con dos circunferencias cortadas en la caja interior, pues esto facilita el sacar el envase de la caja.

Se ha procurado hacer las cajas de forma que necesiten la menor cantidad de adhesivos posible. Se han priorizado las uniones mecánicas con ayuda de cortes y dobleces.

La cantidad de papel utilizado para la creación de las cajas ha intentado ser mínima, adaptándose al producto que contiene de la manera más justa posible, dejando solo márgenes que permiten sacar el producto de las cajas.

En el Anexo I: Renderizado hay imágenes que muestran cómo quedarían estos embalajes si una marca los estuviera comercializando juntos con los envases de cosméticos.

En su fin de vida, el *packaging* podrá ser compostado o reciclado.

Los tamaños finales en mm de las cajas exteriores se pueden observar en la Figura G.1.

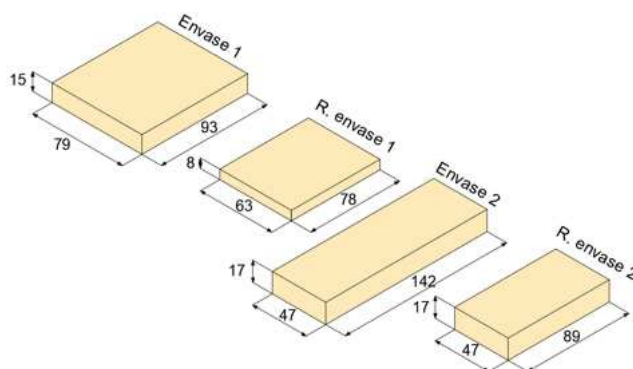


Figura G.1: Tamaños cajas exteriores (unidades en mm)

En las Figuras G.2 y G.3 se muestra cómo quedarían los productos en sus cajas.

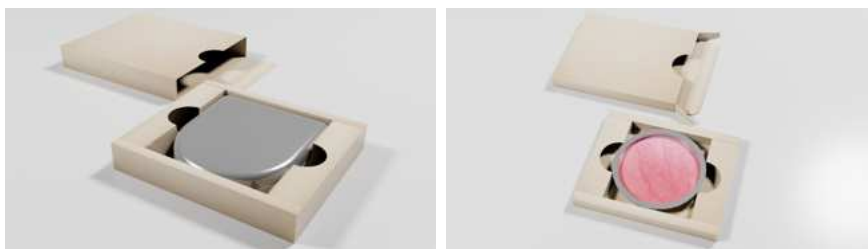


Figura G.2: Renders *packaging* envase 1 y recambio



Figura G.3: Renders *packaging* envase 2 y recambio

### G.3.2. Etiquetado

En cuanto al etiquetado, algunos de los símbolos que deberían incluirse en el *packaging* exterior son:

- Símbolo de reciclaje (anillo de Möbius).
- Contenedor en el que se recicla cada pieza (las cajas en el contenedor azul y los envases metálicos en el amarillo).
- Símbolo de que el embalaje puede ser también compostable.
- Certificaciones Forest Stewardship Council (FSC) o Programa para el Reconocimiento de la Certificación Forestal (PEFC) que aseguren que el papel usado proviene de fuentes responsables.
- Certificaciones ecológicas sobre las tintas y adhesivos usados.
- Símbolo PAO (Period After Opening), que representa el tiempo que el producto puede usarse después de abrirse. Es obligatorio en la UE.

### G.3.3. Embalaje para transporte

A la hora de transportar los productos se podrá hacer en palets europeos, cuyas medidas son 1200 x 800 mm. Apilar las cajas directamente no sería lo óptimo, pues al ser tan pequeñas podrían caerse entre las tablas del palet. Es por eso que deberían usarse cajas de tamaño intermedio, en las que cupieran entre 20 y 50 unidades de cada producto.



# Anexo H: Prototipado

---

ECODISEÑO DE ENVASES PARA  
COSMÉTICOS



## H.1. Introducción

Para comprobar que los diseños realizados para ambos envases y sus recambios fueran realmente funcionales, se han creado una serie de prototipos a través de fabricación aditiva. También se han desarrollado prototipos del *packaging*, tanto a mano como con ayuda de una cortadora láser para mayor precisión.

## H.2. Prototipado de envases

Para la creación de los prototipos de los envases se ha usado la máquina Anycubic Photon Mono 4, una impresora 3D de resina. Para las múltiples pruebas se ha usado la resina “Anycubic Water-Wash resin 2.0” en color blanco. Esta requiere limpieza con agua, lo que resulta uso más sencillo y económico que otras resinas que requieren una limpieza con alcohol isopropílico.

### H.2.1. Prototipado envase 1

El envase 1 está compuesto por las tres piezas que se muestran en la Figura H.1.

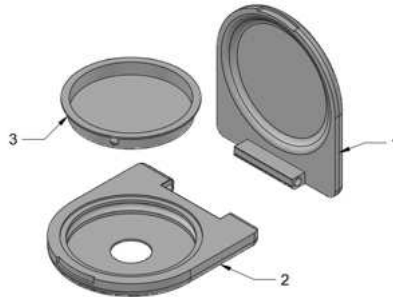


Figura H.1: Piezas enumeradas del envase 1

El primer prototipo resultó ser demasiado grande y pesado. Otros problemas encontrados fueron que el mecanismo de cierre no funcionaba correctamente, la pieza 3 no encajaba en la pieza 2 (al intentar forzar su encaje se partió parte de la pieza 3) y el hueco para facilitar la apertura era demasiado profundo y no era cómodo ni estético. Estas piezas pueden observarse en las Figuras H.2 y H.3.



Figura H.2: Primera prueba prototipado envase 1



Figura H.3: Problemas en primeras pruebas prototipado envase 1

Estas tres primeras piezas sufrieron desperfectos a la hora de intentar encajarlas. Esto se debió, además de a un mal diseño, a una curación incorrecta de las piezas pues, una vez sacadas de la impresora, debían dejarse al sol durante unos minutos por todas sus caras para asegurar que el material terminase de curar y se volviera más resistente y no tan frágil como podía parecer en principio.

Para gastar menos material, las siguientes pruebas sin utilizar el diseño final completo, centrándose en los dos problemas principales: el funcionamiento del mecanismo de apertura y el mecanismo de recambio.

Para el mecanismo de apertura solo se imprimió la bisagra, conservando sus medidas originales para asegurar su funcionamiento real. Se hicieron varios cambios respecto a la prueba completa anteriormente mencionada, y con la primera impresión se consiguió el funcionamiento buscado. Pero se encontraron dos problemas. El primero fue que al abrirse la bisagra, quedaba ligeramente holgada la pieza 1, como se puede ver en la Figura H.4.



Figura H.4: Prueba bisagra funcional del envase 1

Se intentó solucionar en siguientes impresiones, pero el material, aún bien curado, era demasiado rígido y rompió al intentar unir las piezas 1 y 2, como se puede ver en la Figura H.5. El otro problema fue que, en ciertas partes, rozaba la pieza 1 con la 2. Esto se solucionó con pequeños ajustes en impresiones siguientes.



Figura H.5: Fallos superficiales en pruebas de bisagra

El segundo problema encontrado fue la inexactitud de la impresión a la hora de realizar superficies planas. La superficie del prototipo que estuviera apoyada en los soportes necesarios para su impresión quedaba con formas irregulares, como se ve en la Figura

H.6. Esto hace que se necesite un postprocesado mayor o que directamente las piezas no encajen, como el caso de la primera imagen de la figura, en la que deberían ser las dos superficies interiores completamente planas.

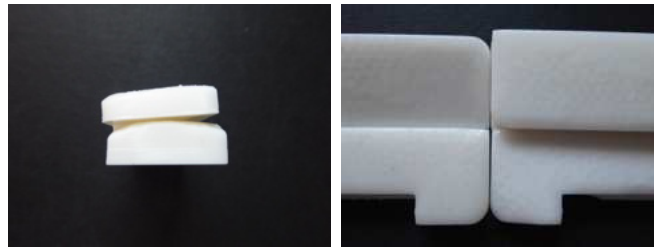


Figura H.6: Otros fallos superficiales en pruebas de bisagra del envase 1

Las siguientes pruebas realizadas fueron sobre el mecanismo de intercambio. Se hicieron distintos intentos comprobando la tolerancia necesaria para que la pieza 3 fuera sencilla de sacar de la pieza 2, pero solamente empujando desde el agujero de abajo. En un principio se pensó hacer un anillo entero alrededor de la pieza 3 para ajustarlo a la pieza 2, pero resultaba imposible de sacar sin romper el recambio. Se acabó viendo que la mejor opción era colocar 3 semiesferas equidistantes en lugar del anillo. Todas las pruebas realizadas se pueden ver en la Figura H.7.



Figura H.7: Todas las pruebas de recambio envase 1

Una vez ambos mecanismos estaban en funcionamiento se hicieron las pruebas finales de estética. Se imprimieron las dos opciones mostradas en la Figura H.8. Se eligió finalmente la versión situada a la izquierda, ya que su bisagra es más ancha y da menos problemas y, en general, sigue la misma forma y estética que el envase 2.



Figura H.8: Prototipos finales envase 1

## H.2.2. Prototipado envase 2

El envase 2 está compuesto por las piezas que pueden observarse en la Figura H.9. Dos unidades de la pieza 1, una de la 2 y una de la 3 componen el envase final. La unión de una pieza 1, una 3 y una 4 componen el recambio disponible para este envase.

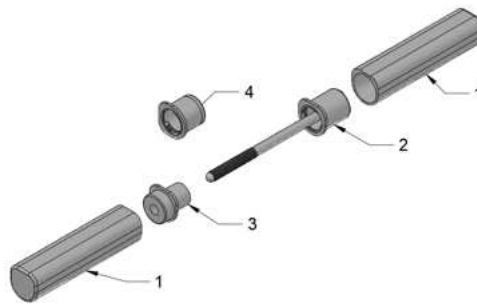


Figura H.9: Partes del envase 2

La dificultad principal de este envase se encuentra en su cierre, así que las primeras pruebas que se realizaron para este envase se centraron en las piezas 2 y 3. En las primeras pruebas, para ahorrar material, no se tomó en cuenta el gupillón, solo los mecanismos de cierre y apertura y las medidas generales de la pieza.

En un inicio se pensó en hacer un cierre tradicional de rosca. A la hora de imprimirlo, como se puede observar en la Figura H.10, no encajaban, ya que el diseño no estuvo bien pensado teniendo en cuenta los ajustes que deberían tener.



Figura H.10: Pruebas mecanismo rosca del envase 2

Se pensó en otro mecanismo diferente, uno sencillo pero que transmitiera seguridad, lo que se consiguió añadiendo una pequeña esfera que haría que un *click* sonara al terminar de cerrarlo. En esta ocasión, las piezas encajaron y cerraron perfectamente. Este mecanismo, además, es más rápido que las tradicionales roscas, pues no necesitan varios giros del mango para poder cerrar el envase. Este puede verse en la Figura H.11.



Figura H.11: Segundo mecanismo de cierre del envase 2

El siguiente paso fue comprobar que las dos piezas anteriores encajasen en el cuerpo y la tapa del envase. Estas piezas no se imprimieron en tamaño completo, solo una sección de ellas, para ahorrar material en caso de que hubiera que repetir la impresión.

Para la primera impresión, el mango y el cuerpo tenían un diámetro interior de 13,60mm y el diámetro interior de las partes del mecanismo era de 13,40 mm. Se dejó una diferencia de 0,2 mm por si la impresión no era demasiado exacta, para ver el juego que se producía. Al intentar unirlos, se pudo comprobar que no había un ajuste fijo. Se volvió

a repetir la impresión, esta vez cambiando el diámetro interior del mango y el cuerpo a 13,40 mm y 13,50 mm (marcados con un 4 y 5 en las piezas impresas, respectivamente, como se observa en la Figura H.12). El que mejor ajuste fijo tenía fue el de diámetro 13,40 mm.



Figura H.12: Tolerancias encaje pieza 1 del envase 2

También se comprobó que el gupillón pasara por la pieza 3 sin problemas. Una vez todas estas pruebas dieron resultados correctos, se hizo una impresión de todas las piezas, que se presenta en la Figura H.13. Para acelerar el tiempo de impresión, esta figura se colocó a 45° en la impresora, pero esto provocó que los soportes estropearan los detalles del gupillón, así que se volvió a imprimir, pero esta vez completamente vertical. Se decidió aplicar un acabado metalizado con esmalte para uñas para imitar el color del acero inoxidable.



Figura H.13: Impresión piezas finales del envase 2

En la Figura H.14 pueden verse el conjunto de los distintos prototipos que se han llevado a cabo para los envases 1 y 2 juntos.



Figura H.14: Todos los prototipos de envases juntos

### H.3. Prototipado de *packaging*

Las primeras pruebas se hicieron usando papeles de distinto gramaje, desde 80 hasta 300 g/m<sup>2</sup>, recortándose con ayuda de tijeras y un cúter y pegándose con pegamento en barra o silicona caliente.

Se comenzó con el *packaging* del envase 2. En la primera impresión del *packaging* interior se vio que el producto no encajaba, ya que el hueco era demasiado pequeño, aunque las medidas usadas para el plano se ajustaban perfectamente a la forma del envase. Resultó ser un problema de la impresora, que cambiaba las medidas de la impresión automáticamente para ajustar la impresión al papel. Para la siguiente impresión se tuvo este factor en cuenta y se modificó. La versión pequeña y la correcta se ven en la Figura H.15.

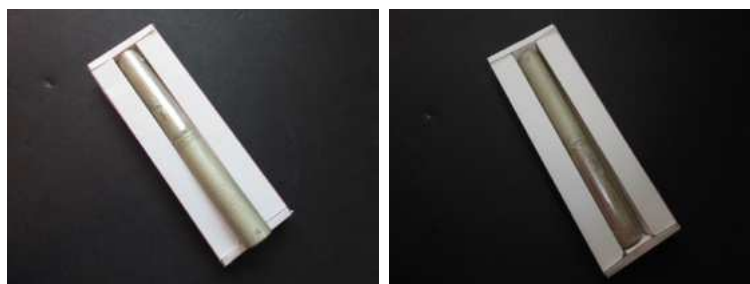


Figura H.15: Pruebas *packaging* 1

Se comprobó que no era sencillo sacar el envase del *packaging* al quedar demasiado ajustado al largo, ancho y alto del envase 2. Por ello, se decidió recortar círculos en el centro del papel para poder insertar los dedos y, así, sacarlo de manera sencilla. Esto se aplicó en la tercera prueba y dio resultados positivos.

Tras esto, se probaron distintas formas de recubrir el *packaging* anteriormente realizado para aumentar su seguridad a la hora de transportarlo o venderlo en tiendas. Algunas pruebas se muestran en la Figura H.16, pero se descartaron al no estar el *packaging* interior anclado de manera segura.



Figura H.16: Pruebas *packaging* 2

Se hicieron distintas pruebas con cajas con 6 caras, buscando minimizar el uso de material y de adhesivos y se pensó en hacer un autocierre para una de las caras. Se realizaron distintas pruebas, presentadas en la Figura H.17, hasta encontrar el definitivo.

Figura H.17: Pruebas *packaging* 3

Una vez elegidos los diseños finales del *packaging* interior y exterior, se realizaron una serie de prototipos con la Cortadora Láser IL-1390 disponible en el Laboratorio de Prototipado 3D de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Málaga. El programa utilizado para usar la cortadora fue RDWorks y se utilizó una cartulina de 180  $g/m^2$  para las pruebas.

Se hicieron una serie de pruebas iniciales para comprobar los rangos de velocidad y potencia que se necesitarían para el corte y el marcado para dobleces. En la primera prueba, el corte tenía una potencia máxima y mínima de 30 W y una velocidad de 100 mm/s, mientras que el marcado para dobleces tenía una potencia máxima y mínima de 17 W y una velocidad de 80 mm/s.

La primera prueba mostró que los valores eran excesivamente altos, pues las marcas para doblar eran demasiado profundas y el material se partía al intentar darle su forma final. Además, como se puede observar en la Figura H.18, en algunas partes el corte no se realizó correctamente. Esto pasó porque, al ser el corte demasiado fuerte, las piezas acababan quedando sueltas y el corte no era exacto si pasaba por una de las partes con el contorno cortado previamente.

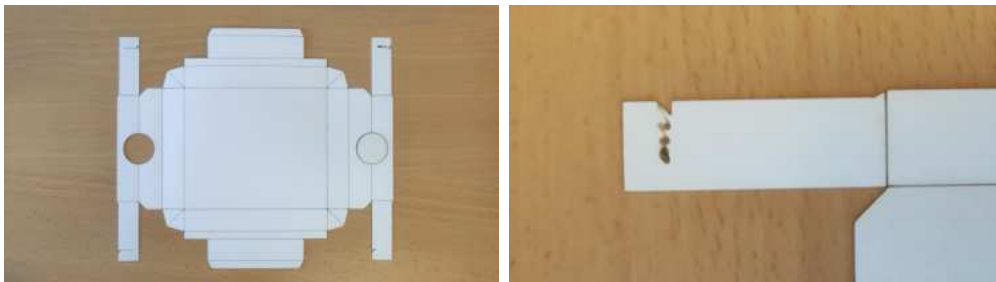


Figura H.18: Pruebas cortadora láser 1

Se disminuyeron los valores del corte a potencia máxima y mínima de 25 W y una velocidad de 80 mm/s. Las dobleces, que antes se realizaban después del corte, se pusieron como primera tarea y se disminuyó también su potencia y velocidad a 13 y 60 mm/s respectivamente.

Con este cambio no se volvieron a tener los problemas anteriores. Los únicos fallos que se encontraron después estuvieron relacionados con los diseños del *packaging*, como confusiones entre líneas de corte y doblado o algún fallo en las medidas.

En la Figura H.19 pueden verse algunos de los modelos realizados.

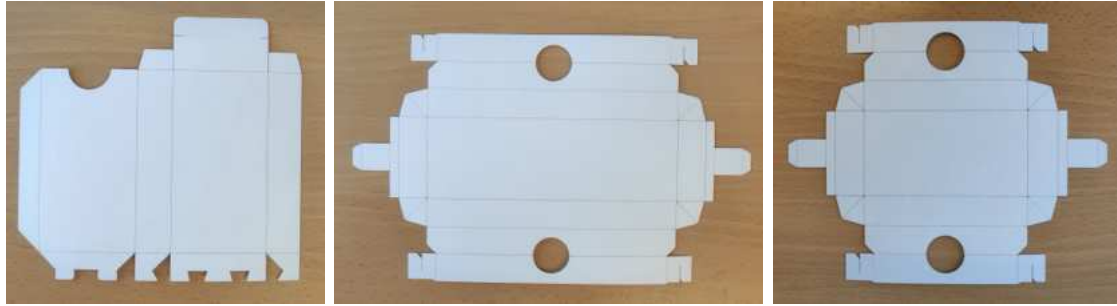


Figura H.19: Pruebas cortadora láser 2

Para su montaje, se usó silicona caliente. En la Figura H.20 se muestran todos los *packaging* finalizados junto con sus respectivos productos en su interior.



Figura H.20: Prototipos finales con cajas

# Anexo I: Renderizado

---

ECODISEÑO DE ENVASES PARA  
COSMÉTICOS



## I.1. Introducción

Ya que no ha sido posible realizar prototipos de los envases con su material definitivo, el acero inoxidable, se han realizado una serie de imágenes con el programa 3DS Max para ver cómo sería un posible acabado final.

## I.2. Renders generales

Se realizaron una serie de imágenes de los envases y sus despieces, sobre un fondo blanco, para que se pudieran ver claramente. También se hicieron renderizados con las cajas, con los envases saliendo y completamente fuera.



Figura I.1: Renders envase 1 despiece y unido

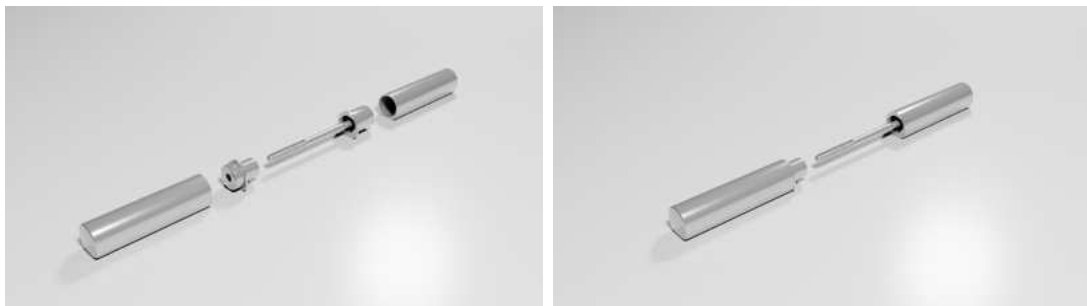


Figura I.2: Renders envase 2 despiece y unido

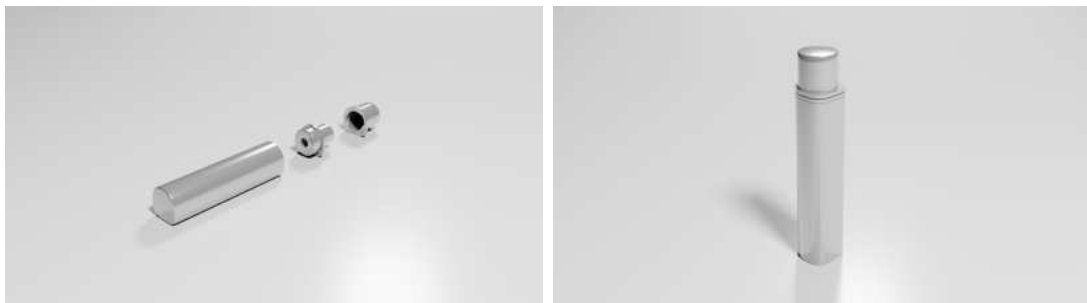


Figura I.3: Renders recambio envase 2 despiece y unido



Figura I.4: Renders envase 1 en caja

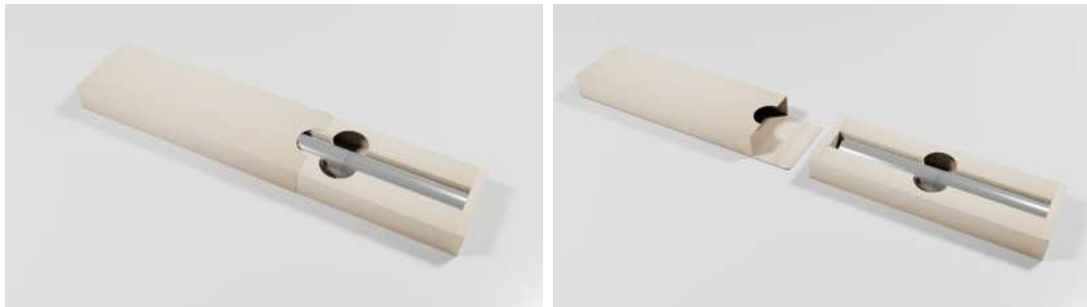


Figura I.5: Renders envase 2 en caja

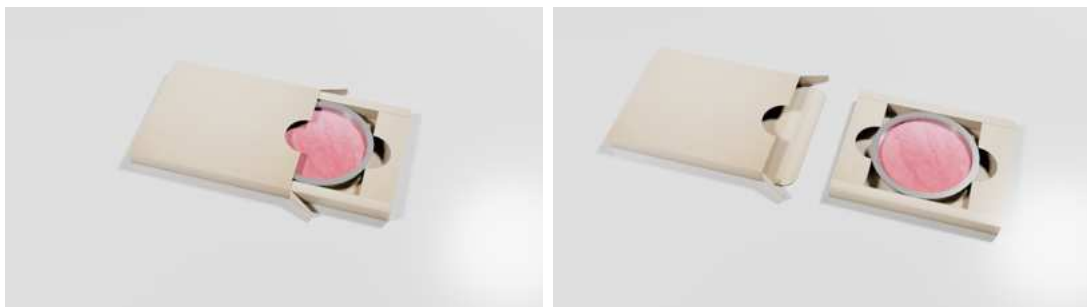


Figura I.6: Renders recambio envase 1 y 2

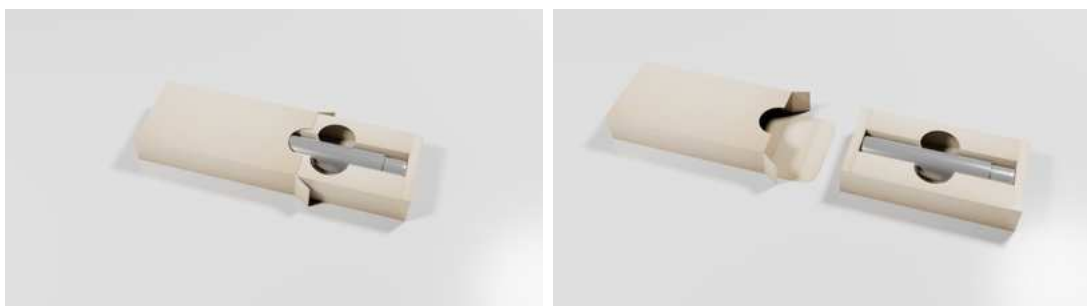


Figura I.7: Renders recambio envase 2 en caja

### I.3. Renders con marca

También se han realizado una serie de imágenes para mostrar cómo se verían los envases y el *packaging* si una marca de maquillaje ya existente los utilizara. En esta ocasión ha sido elegida la marca Kiko Milano, pues se consideró que su estética actual es similar a la

de los productos creados en este proyecto. Además, no ofrecen ningún producto recargable y sus envases están fabricados siempre de plástico.

Se ha intentado replicar la estética minimalista de la marca, principalmente en el *packaging*. La marca destaca por poner el nombre de sus productos en la parte superior de sus cajas, justificados a la izquierda. El logotipo siempre se encontraba centrado en la parte inferior.

No se ha podido contactar con la marca, así que las imágenes presentadas en las Figuras I.8 a I.10 son suposiciones y ejemplos, simplemente a modo de demostración, de cómo los productos quedarían en marcas ya existentes.



Figura I.8: Render 1 envase 1 Kiko



Figura I.9: Render 2 envase 1 Kiko



Figura I.10: Renders envase 2 Kiko

# **Anexo J: Análisis de ciclo de vida**

---

**ECODISEÑO DE ENVASES PARA  
COSMÉTICOS**



## J.1. Introducción

El Análisis de Ciclo de Vida es una herramienta para identificar y describir todas las etapas del ciclo de vida de un producto, que se inicia con la extracción de las materias primas necesarias hasta el fin de su vida útil. De manera general, las etapas que existen en el ciclo de vida de un producto son las siguientes:

1. **Extracción de la materia prima:** Las actividades y energía necesaria para adquirir la materia prima, incluyendo el transporte previo a la producción.
2. **Producción en fábrica:** Actividades que convierten la materia prima en el producto final.
3. **Empaque y transporte:** Traslado del producto una vez terminado al cliente.
4. **Uso y mantenimiento:** Materiales o productos que son necesarios durante su uso.
5. **Reciclaje o disposición final:** Al final de la vida útil del producto se desecha o se le da un nuevo uso al material. Si se decide reciclar, forma una economía circular.

Es una técnica que sirve para determinar el impacto ambiental asociado a un producto, haciendo una recopilación y evaluación de las entradas y salidas de materia y energía. En general, es un modelo simplificado del sistema de producción y de los impactos ambientales que se le asocian.

Para llevar esto a cabo, se ha utilizado el programa SimaPro Multi user, con una base de datos proporcionada por la Universidad de Málaga. Se usaron las bibliotecas Ecoinvent 3 y Methods.

## J.2. Cálculo huella de carbono

Se ha realizado una comparativa de un envase convencional fabricado en plástico y el envase 1 creado en este proyecto. Se ha supuesto que los dos envases tienen la misma forma y componentes para facilitar el proceso. Es por esto que no se ha tenido en cuenta para el cálculo de la huella de carbono el embalaje, pues afecta de la misma manera en ambos casos.

Cabe recalcar que este análisis no muestra en su totalidad el impacto ambiental que pueden tener estos materiales en el medio ambiente. No se ha podido reflejar que el uso del envase de plástico tiene un tiempo muy limitado, pues está fabricado para desecharse en cuanto se vacíe. Tampoco pueden calcularse los microplásticos que produce en su fabricación y uso. Además, el banco de datos del programa no ofrece todo tipo de opciones de materiales, procesos y tipo de fin de vida.

Para el envase estándar que sirve de referencia se ha elegido polipropileno granulado. Se buscó un material similar en SolidWorks para calcular el peso de cada una de las piezas. Tenía una densidad de  $2010 \text{ kg/m}^3$ , haciendo que la tapa pese  $0,017 \text{ kg}$ , la base  $0,014 \text{ kg}$  y el recambio  $0,003 \text{ kg}$ .

En este proyecto, para el envase 1 se ha elegido el material acero inoxidable. No fue posible elegir materiales reciclados, lo que hace bastante inexacto el cálculo y, por tanto,

la comparativa. Pero, como se mencionó en el Anexo D: Estudio de materiales, el acero inoxidable reciclado emite un 60 % menos de kg de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, lo que se tendrá en cuenta en la comparativa final.

Para el cálculo no se ha tenido en cuenta la limpieza del envase, pues es algo que depende del usuario en cuanto al número de veces que se realiza y con qué tipo de productos.

Los datos que se han obtenido después de usar el método IPCC GWP 100a son los reflejados en la Tabla J.1.

<b>Unidad</b>	<b>Envase plástico</b>	<b>Envase 1</b>	<b>Recambio envase 1</b>
kg de CO <sub>2</sub> equivalentes	0,194	1,83	0,09

Tabla J.1: Comparación de la huella de carbono entre diferentes envases

Para que los datos sean más precisos, se disminuyeron las emisiones del envase de acero en un 60 %. Los nuevos datos se ven en la Tabla J.2

<b>Unidad</b>	<b>Envase plástico</b>	<b>Envase 1</b>	<b>Recambio envase 1</b>
kg de CO <sub>2</sub> equivalentes	0,194	0,732	0,036

Tabla J.2: Comparación de la huella de carbono con reducción por acero inoxidable reciclado

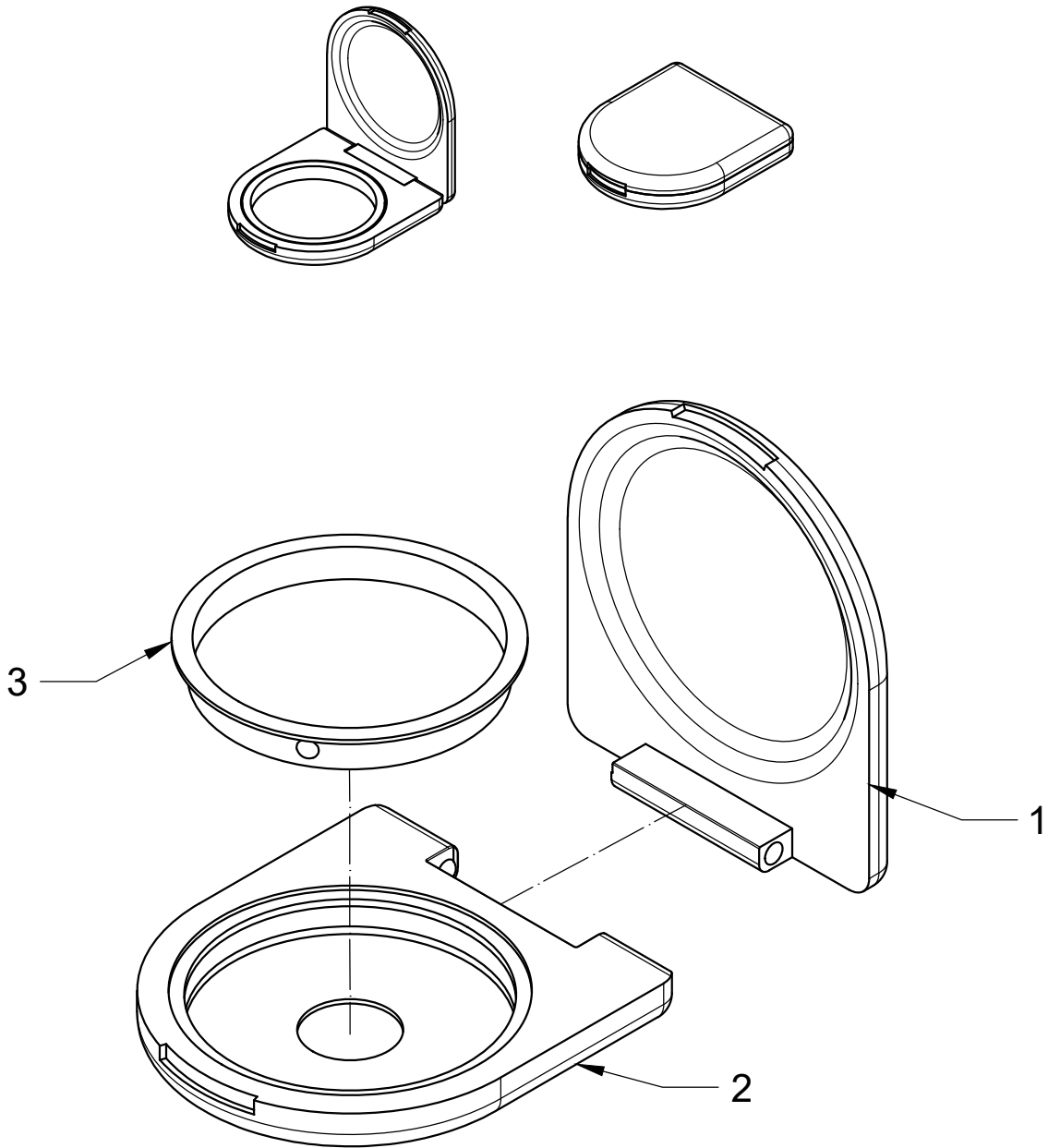
Es cierto que la huella de carbono del envase 1 completo es superior a la del envase convencional de plástico en un 38 %. Pero si se tiene en cuenta que solo es necesario comprar ese envase una vez y, después, únicamente se compran recambios, la huella de carbono disminuye considerablemente. Al comprar el quinto recambio, el impacto ambiental comienza a disminuir respecto al envase de plástico.

# Planos

---

**ECODISEÑO DE ENVASES PARA  
COSMÉTICOS**





Lista de despiece

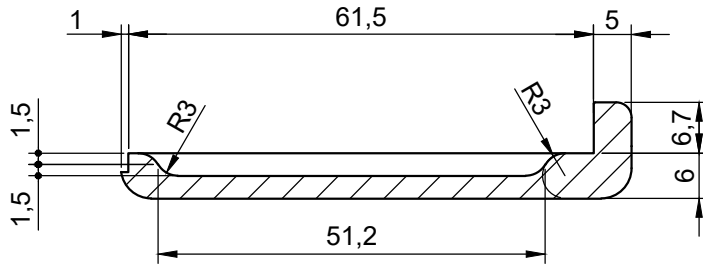
Elemento	Cantidad	Designación y observaciones	Material
3	1	Recambio envase 1	Acero inoxidable 304
2	1	Base envase 1	Acero inoxidable 304
1	1	Tapa envase 1	Acero inoxidable 304

Estudiante		Firmas	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL PRODUCTO Ecodiseño de envases para cosméticos Universidad de Málaga
Nombre	Alicia		
Apellidos	de Luiz García		
DNI			

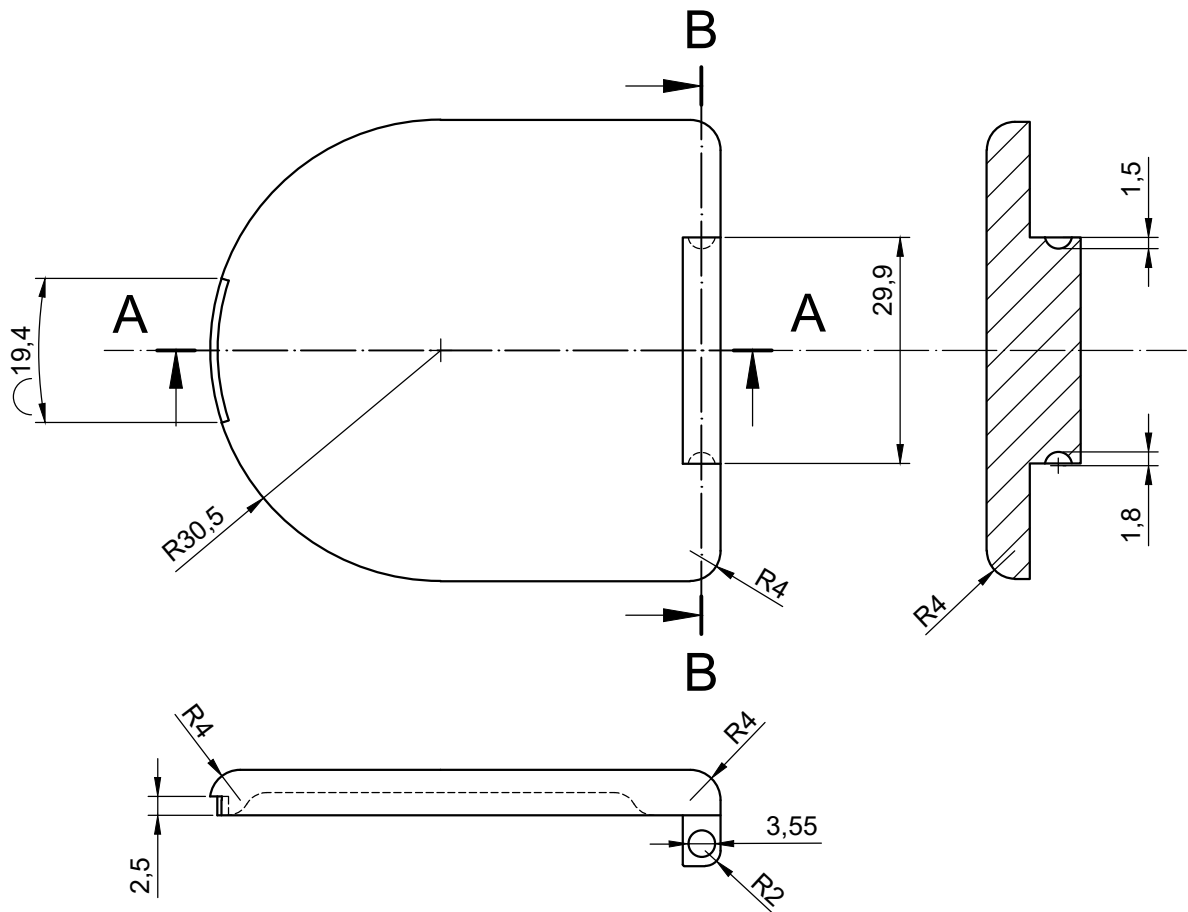
Denominación:  CONJUNTO PIEZAS DEL ENVASE 2	Fecha: 28/08/25
	Nº de Plano: 1



### A-A (1:1)



### B-B (1:1)

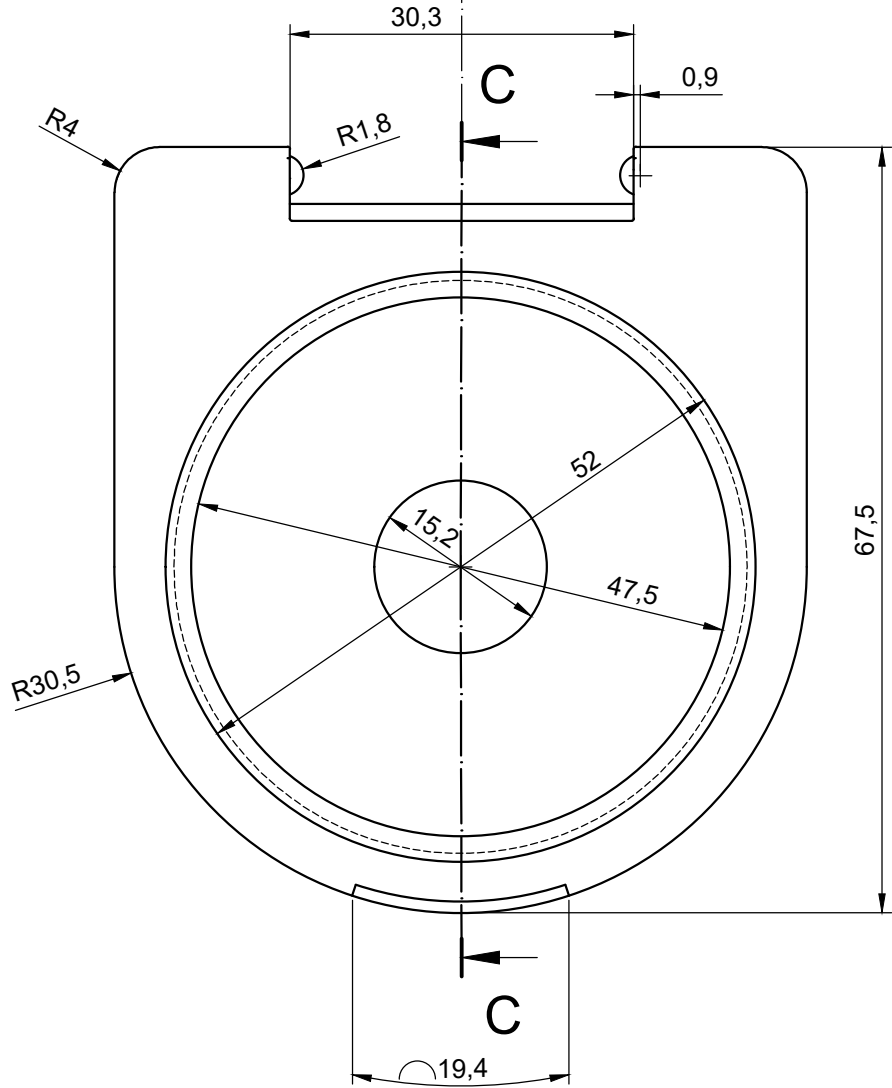
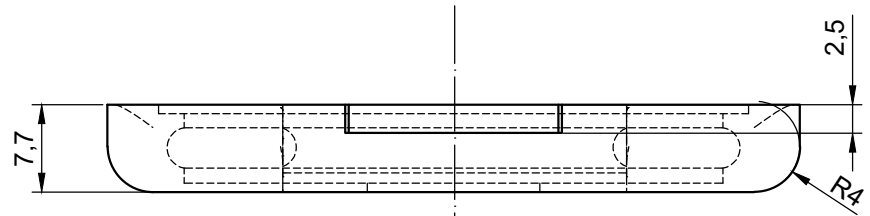
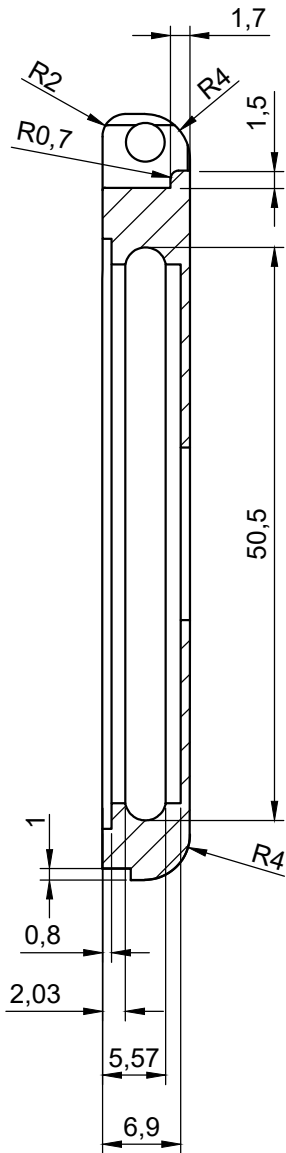


Nota: Todos los empalmes no especificados son R0,2 mm

	Estudiante	Firmas	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL PRODUCTO Ecodiseño de envases para cosméticos Universidad de Málaga
Nombre	Alicia		
Apellidos	de Luiz García		
DNI			
Escala:	Denominación:		Fecha: 28/08/25
1:1	PIEZA 1 DEL ENVASE 2		Nº de Plano: 2



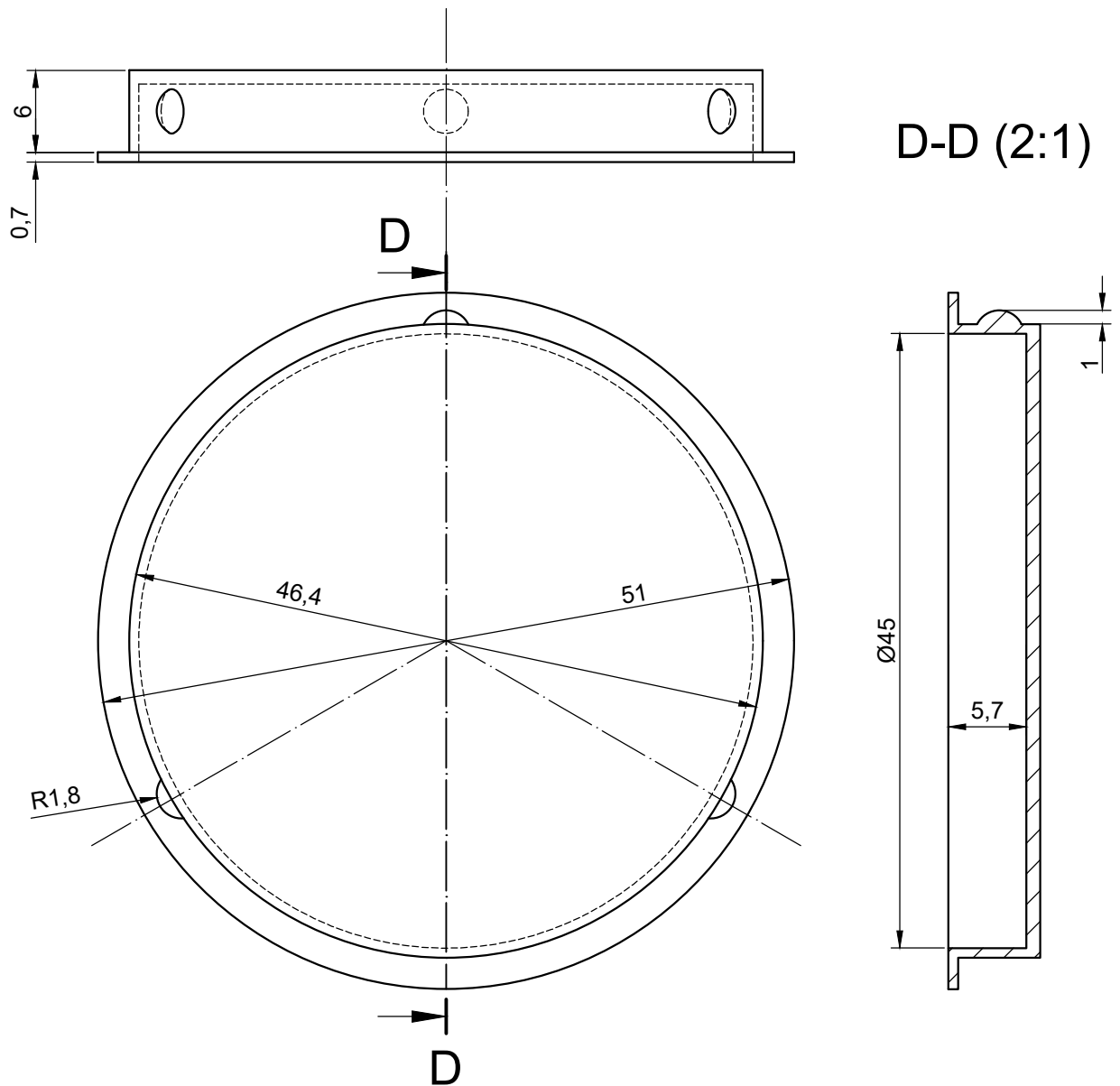
C-C (1:1,5)



Nota: Todos los empalmes no especificados son R0,2 mm

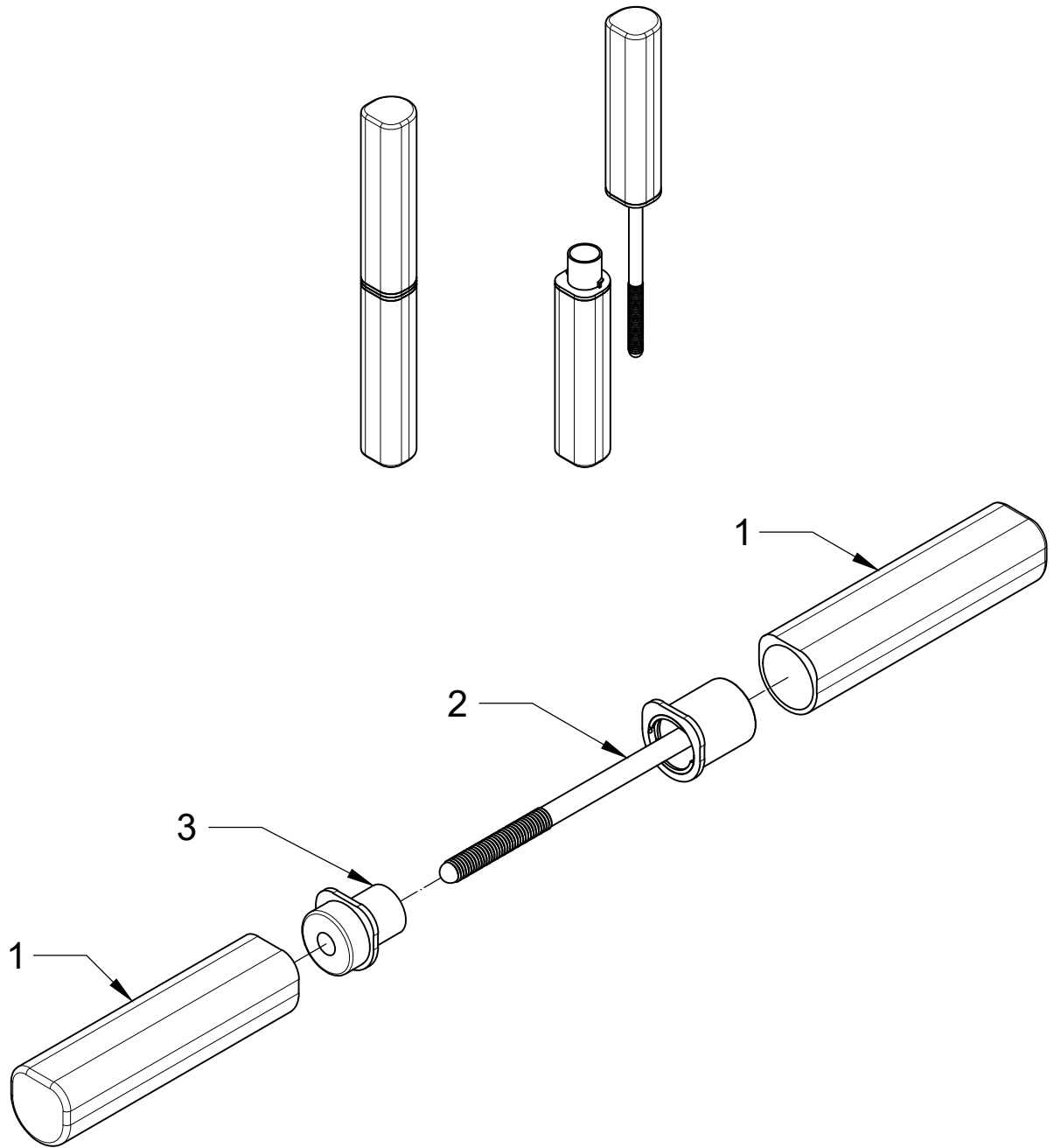
	Estudiante	Firmas	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL PRODUCTO Ecodiseño de envases para cosméticos Universidad de Málaga
Nombre	Alicia		
Apellidos	de Luiz García		
DNI			
Escala:	Denominación:	Fecha: 28/08/25	
1:1,5	PIEZA 2 DEL ENVASE 2	Nº de Plano: 3	





	Estudiante	Firmas	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL PRODUCTO Ecodiseño de envases para cosméticos Universidad de Málaga
Nombre	Alicia		
Apellidos	de Luiz García		
DNI			
Escala:	Denominación:	Fecha: 28/08/25	
2:1	PIEZA 3 DEL ENVASE 2	Nº de Plano: 4	





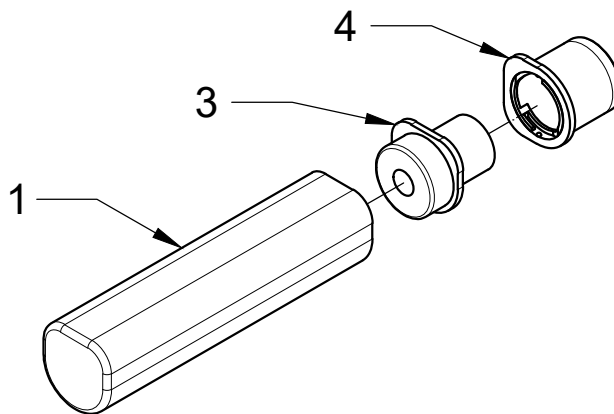
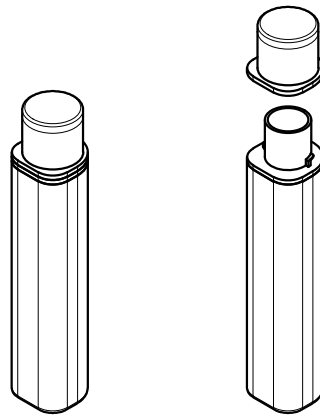
Lista de despiece

Elemento	Cantidad	Designación y observaciones	Material
4	1	Tapa de recambio envase 2	Acero inoxidable 304
3	2	Tope envase 2	Acero inoxidable 304
2	1	Gupillón envase 2	Acero inoxidable 304
1	3	Mango y cuerpo envase 2	Acero inoxidable 304

	Estudiante	Firmas	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL PRODUCTO Ecodiseño de envases para cosméticos Universidad de Málaga
Nombre	Alicia		
Apellidos	de Luiz García		
DNI			

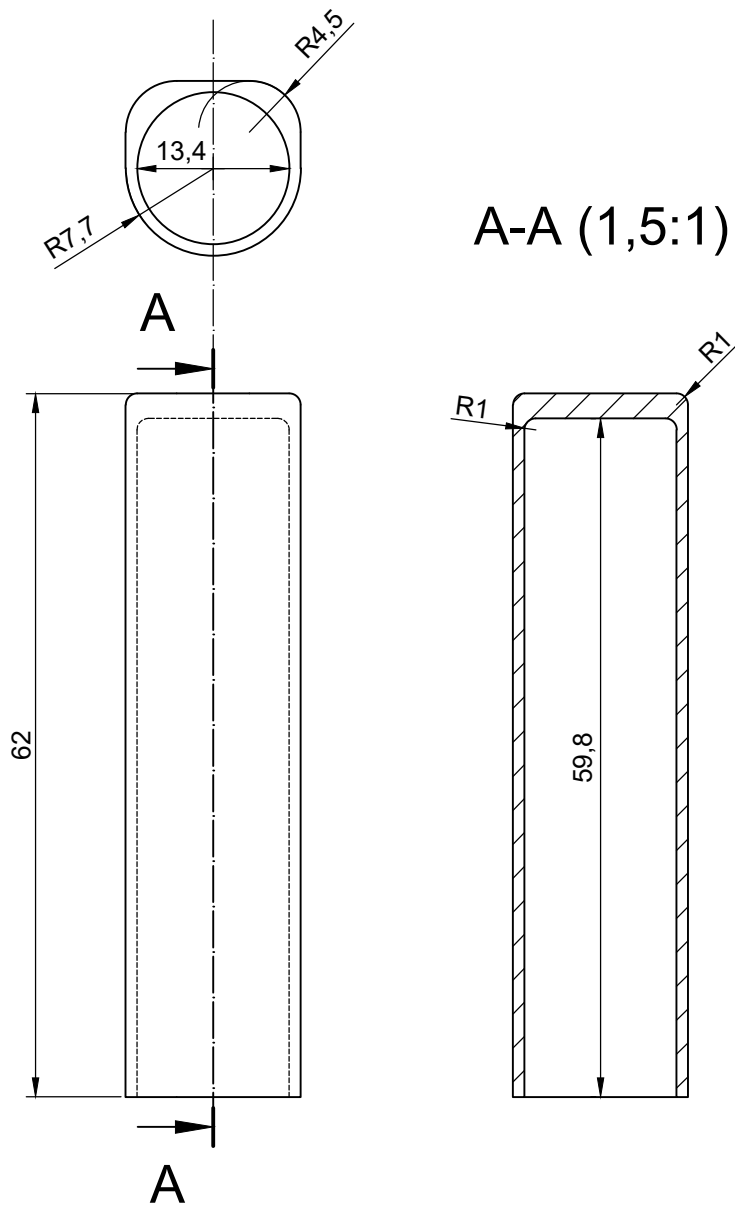
Denominación:  CONJUNTO PIEZAS DEL ENVASE 2	Fecha: 28/08/25
	Nº de Plano: 5





	Estudiante	Firmas	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL PRODUCTO Ecodiseño de envases para cosméticos Universidad de Málaga
Nombre	Alicia		
Apellidos	de Luiz García		
DNI			
	Denominación:	Fecha: 28/08/25	
	CONJUNTO PIEZAS RECAMBIO ENVASE 2	Nº de Plano: 6	



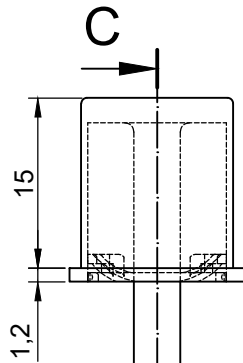
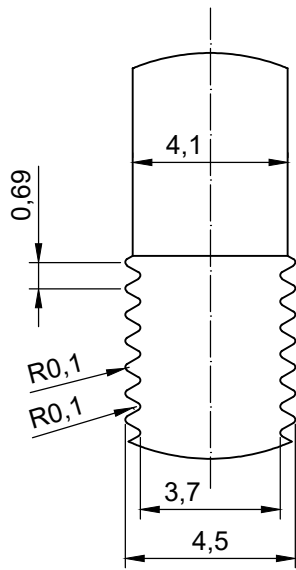


	Estudiante	Firmas	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL PRODUCTO Ecodiseño de envases para cosméticos Universidad de Málaga
Nombre	Alicia		
Apellidos	de Luiz García		
DNI			
Escala:	Denominación:	Fecha: 28/08/25	
1:1	PIEZA 1 DEL ENVASE 2	Nº de Plano: 7	



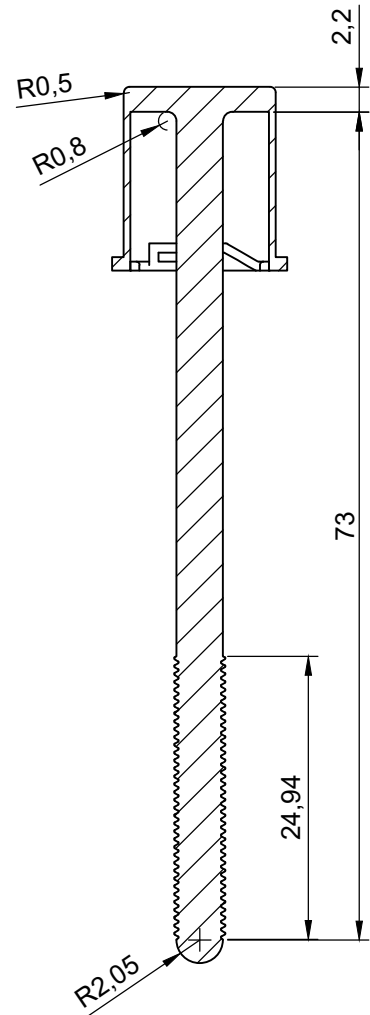
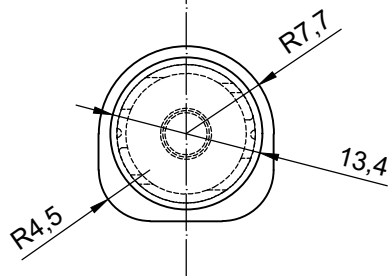
# C-C (1,5:1)

## B (5:1)



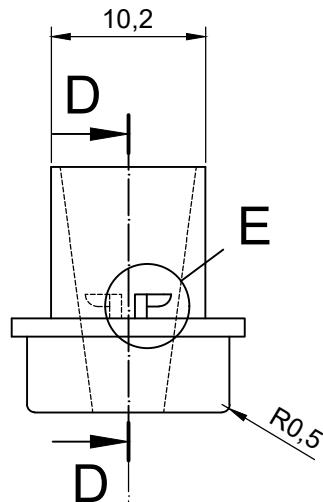
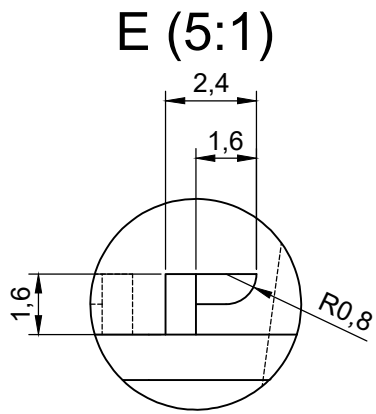
B

C

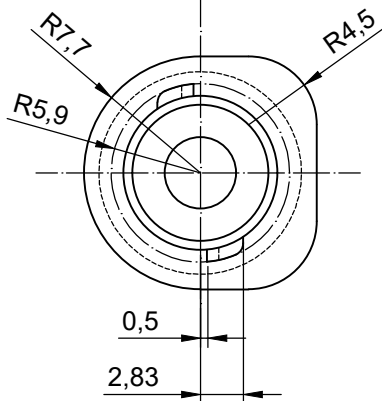
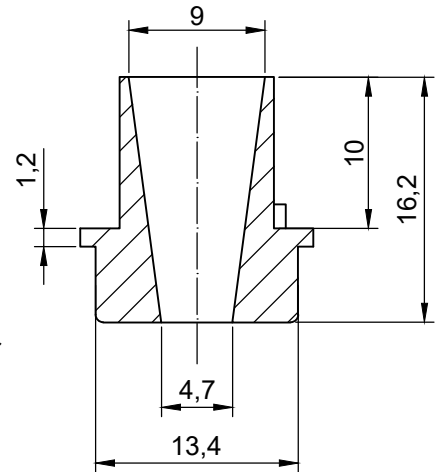


	Estudiante	Firmas	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL PRODUCTO Ecodiseño de envases para cosméticos Universidad de Málaga
Nombre	Alicia		
Apellidos	de Luiz García		
DNI			
Escala:	Denominación:		Fecha: 28/08/25
1:1,5	PIEZA 2 DEL ENVASE 2		Nº de Plano: 8



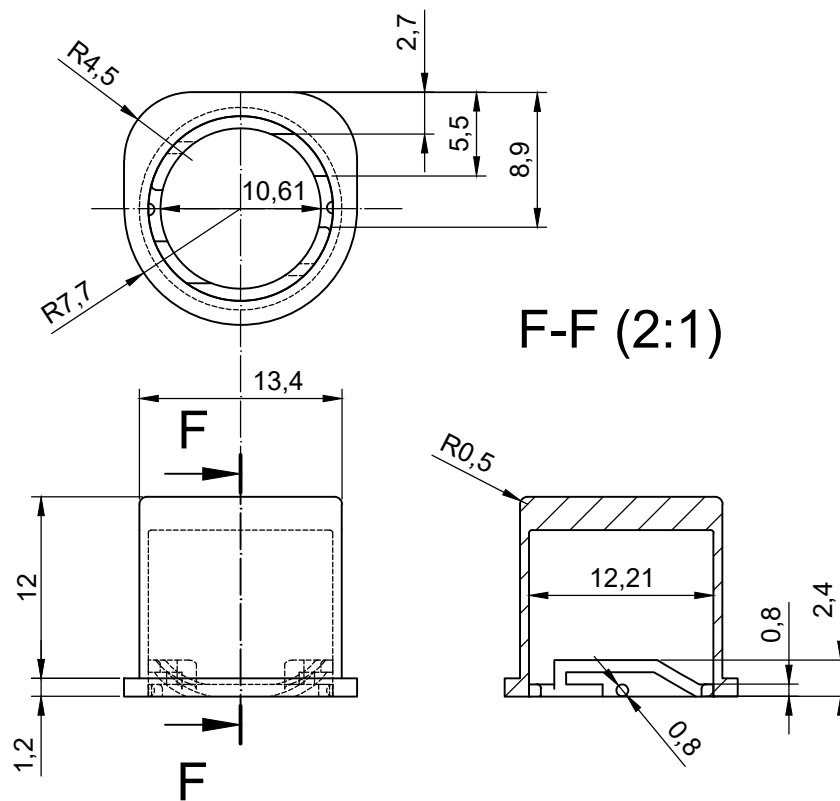


**D-D (2:1)**



	Estudiante	Firmas	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL PRODUCTO Ecodiseño de envases para cosméticos Universidad de Málaga
Nombre	Alicia		
Apellidos	de Luiz García		
DNI			
Escala:	Denominación:		Fecha: 28/08/25
2:1	PIEZA 3 DEL ENVASE 2		Nº de Plano: 9

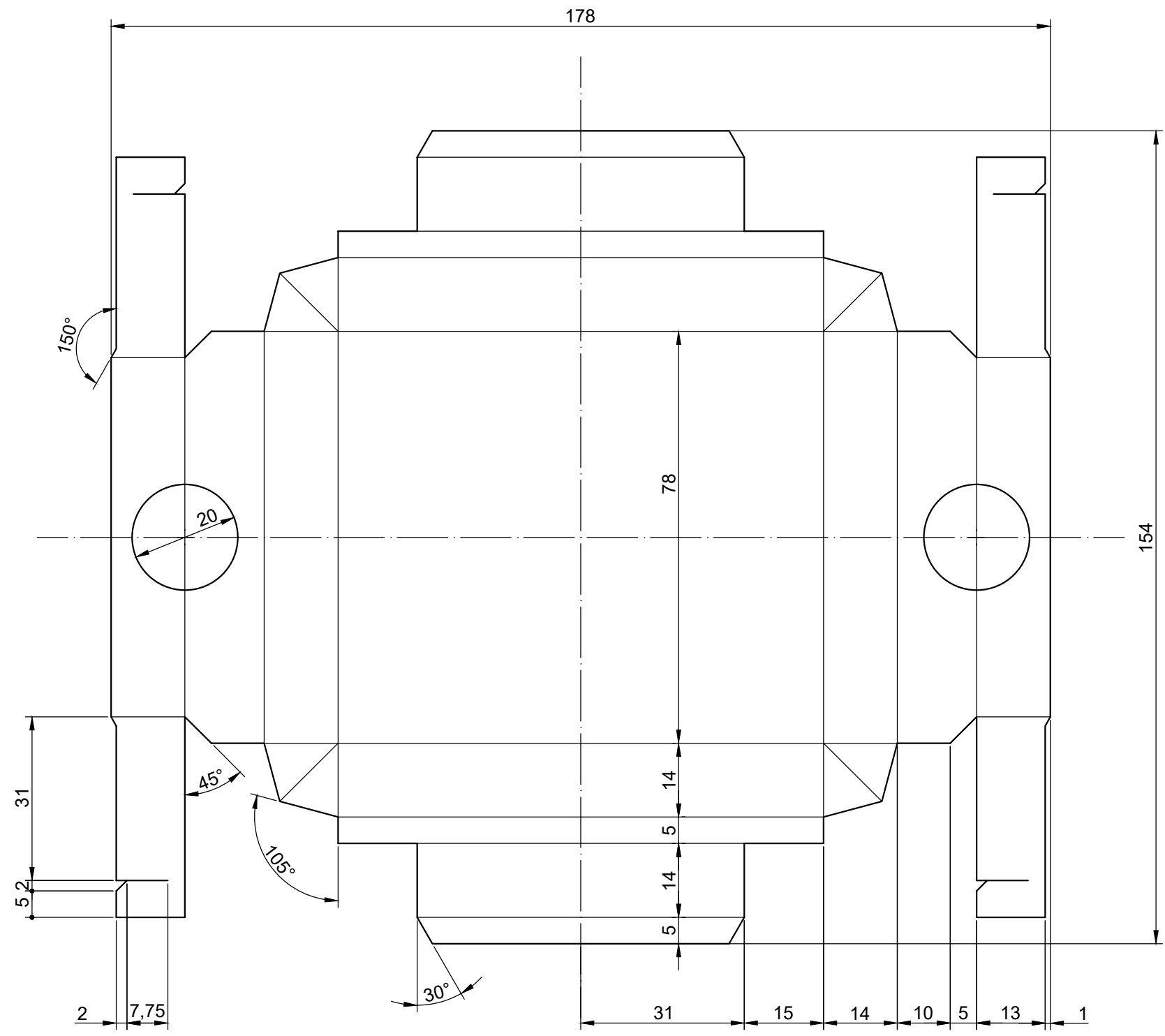




Nota: Todos los empalmes no especificados son R0,2 mm

	Estudiante	Firmas	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL PRODUCTO Ecodiseño de envases para cosméticos Universidad de Málaga
Nombre	Alicia		
Apellidos	de Luiz García		
DNI			
Escala:	Denominación:	Fecha: 28/08/25	
2:1	PIEZA 4 DEL ENVASE 2	Nº de Plano: 10	

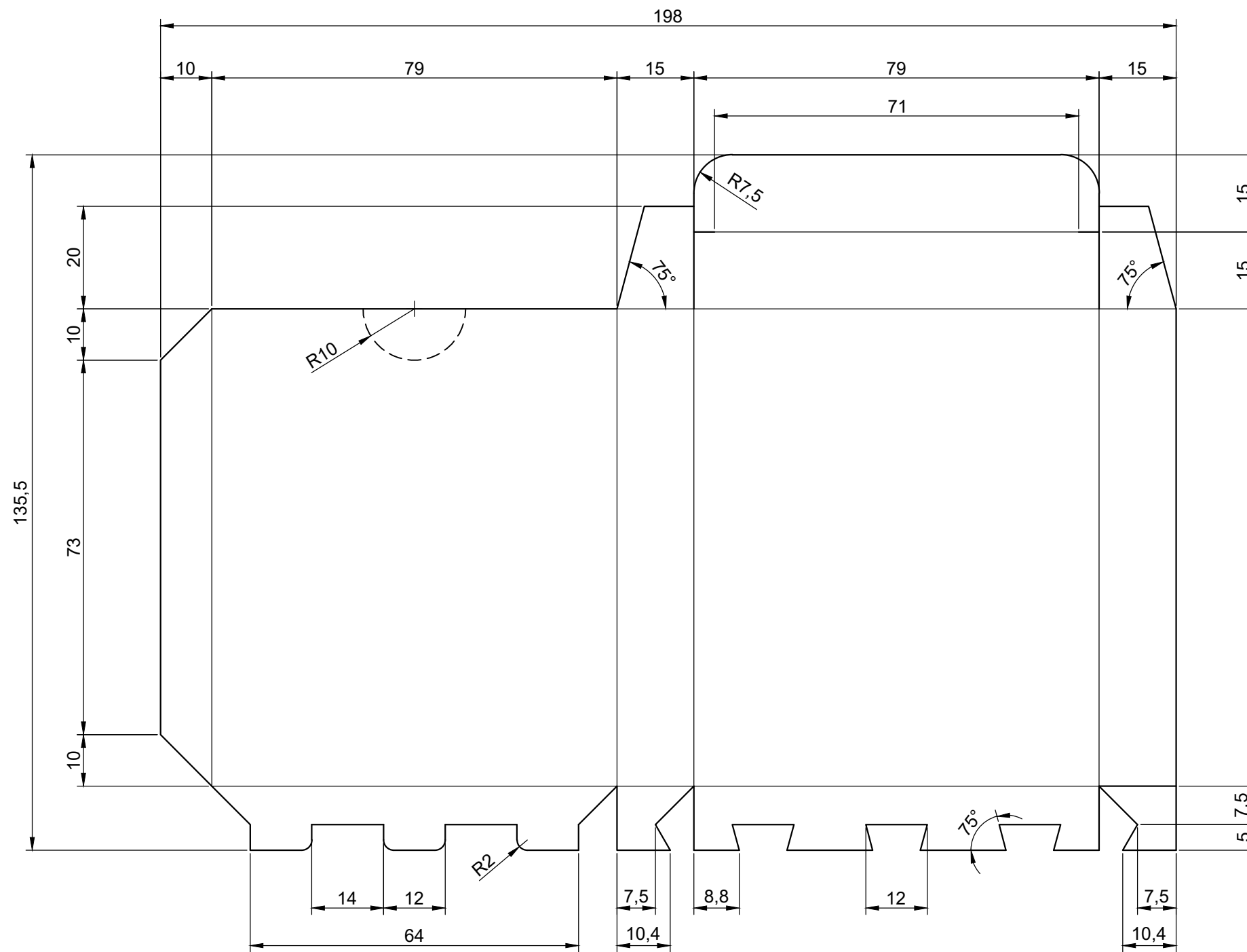




Nota: Las líneas gruesas representan el corte y las finas los pliegues

	Estudiante	Firmas	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL PRODUCTO Ecodiseño de envases para cosméticos Universidad de Málaga
Nombre	Alicia		
Apellidos	de Luiz García		
DNI			
Escala:	Denominación:		Fecha: 28/08/25
1:1	CAJA INTERIOR ENVASE 1		Nº de Plano: 11

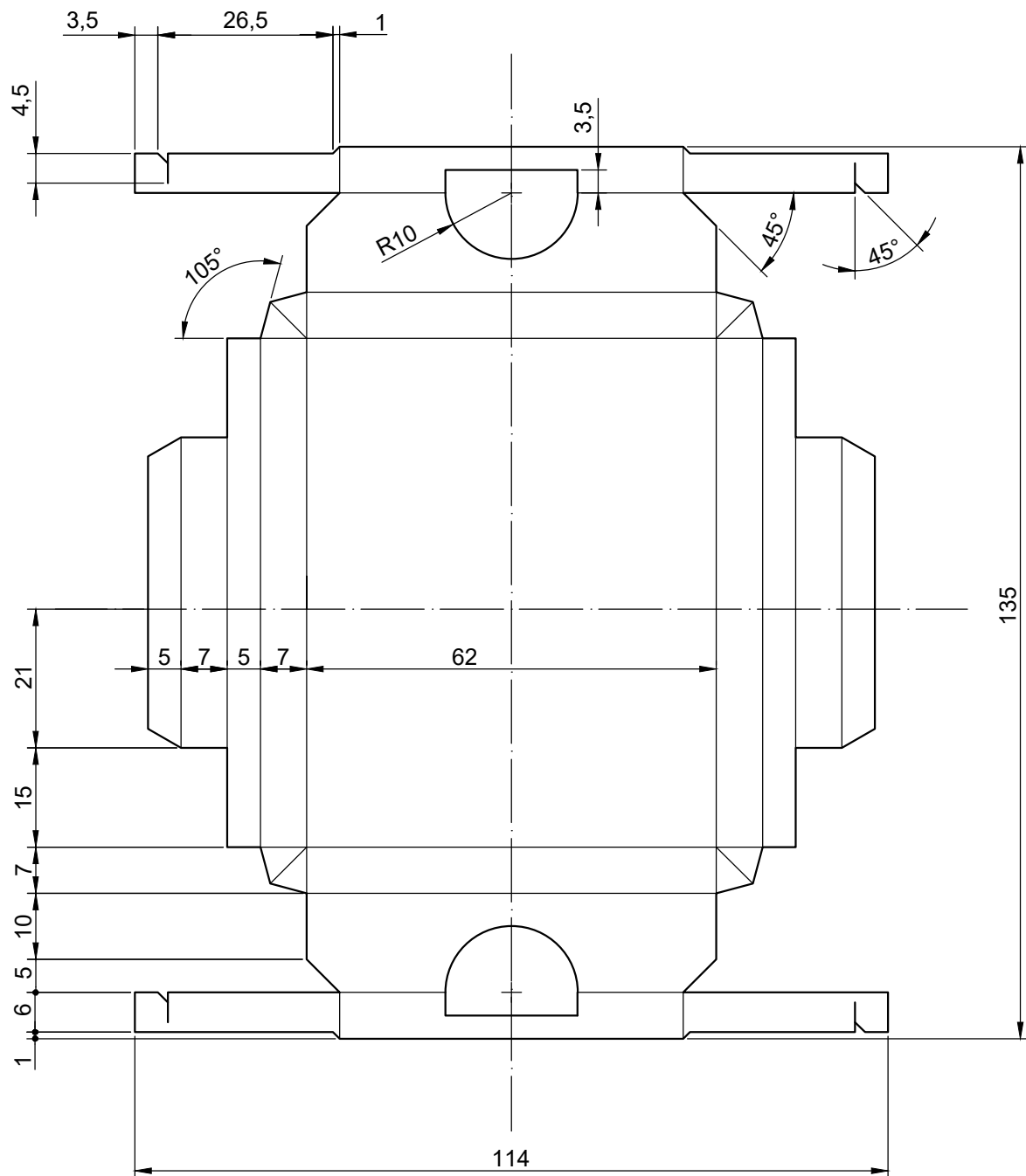




Nota: Las líneas gruesas representan el corte y las finas los pliegues

	Estudiante	Firmas	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL PRODUCTO Ecodiseño de envases para cosméticos Universidad de Málaga
Nombre	Alicia		
Apellidos	de Luiz García		
DNI			
Escala:	Denominación:		Fecha: 28/08/25
1:1	CAJA EXTERIOR ENVASE 1		Nº de Plano: 12

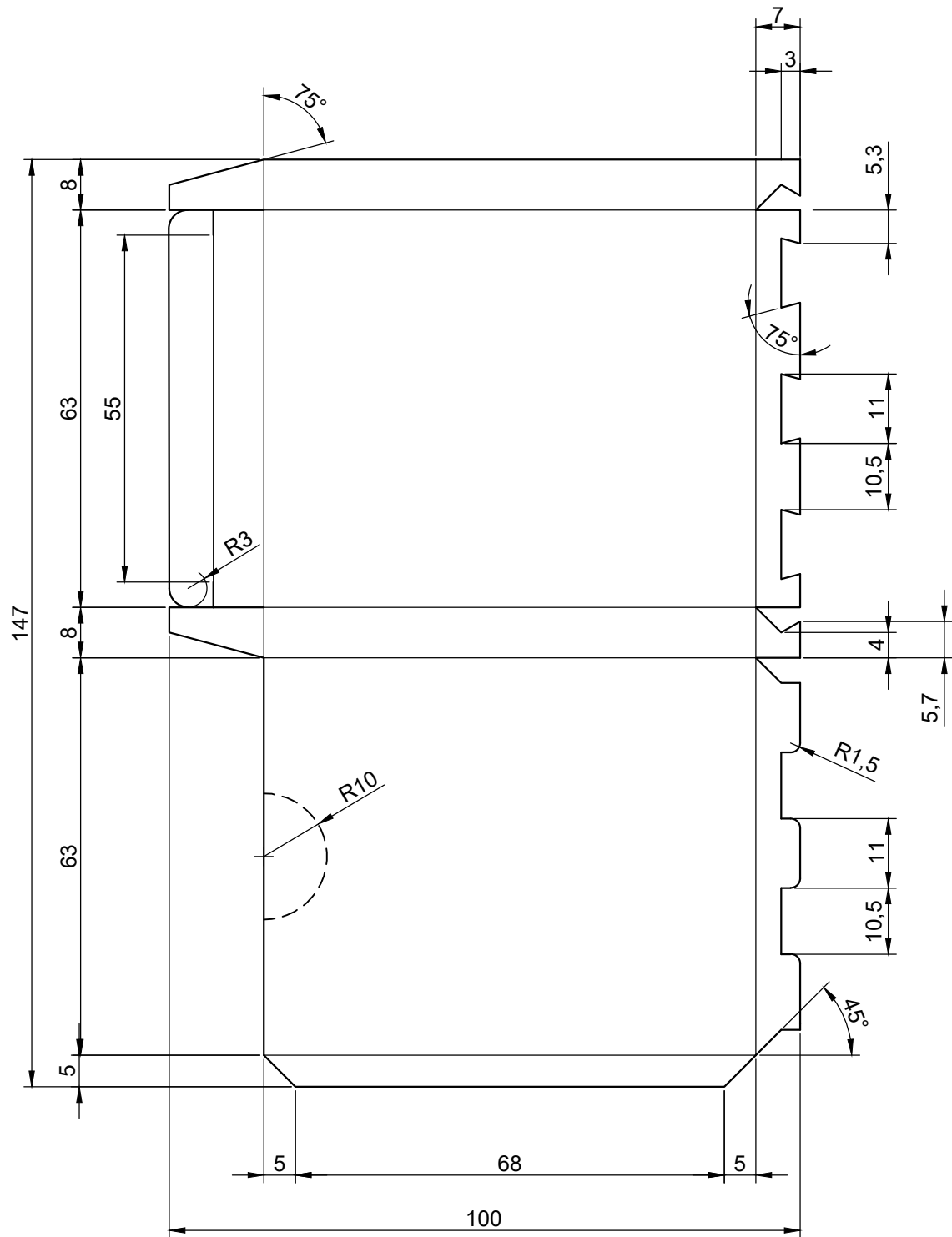




Nota: Las líneas gruesas representan el corte y las finas los pliegues

	Estudiante	Firmas	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL PRODUCTO Ecodiseño de envases para cosméticos Universidad de Málaga
Nombre	Alicia		
Apellidos	de Luiz García		
DNI			
Escala:	Denominación:	Fecha: 28/08/25	
1:1	CAJA INTERIOR RECAMBIO ENVASE 1	Nº de Plano: 13	

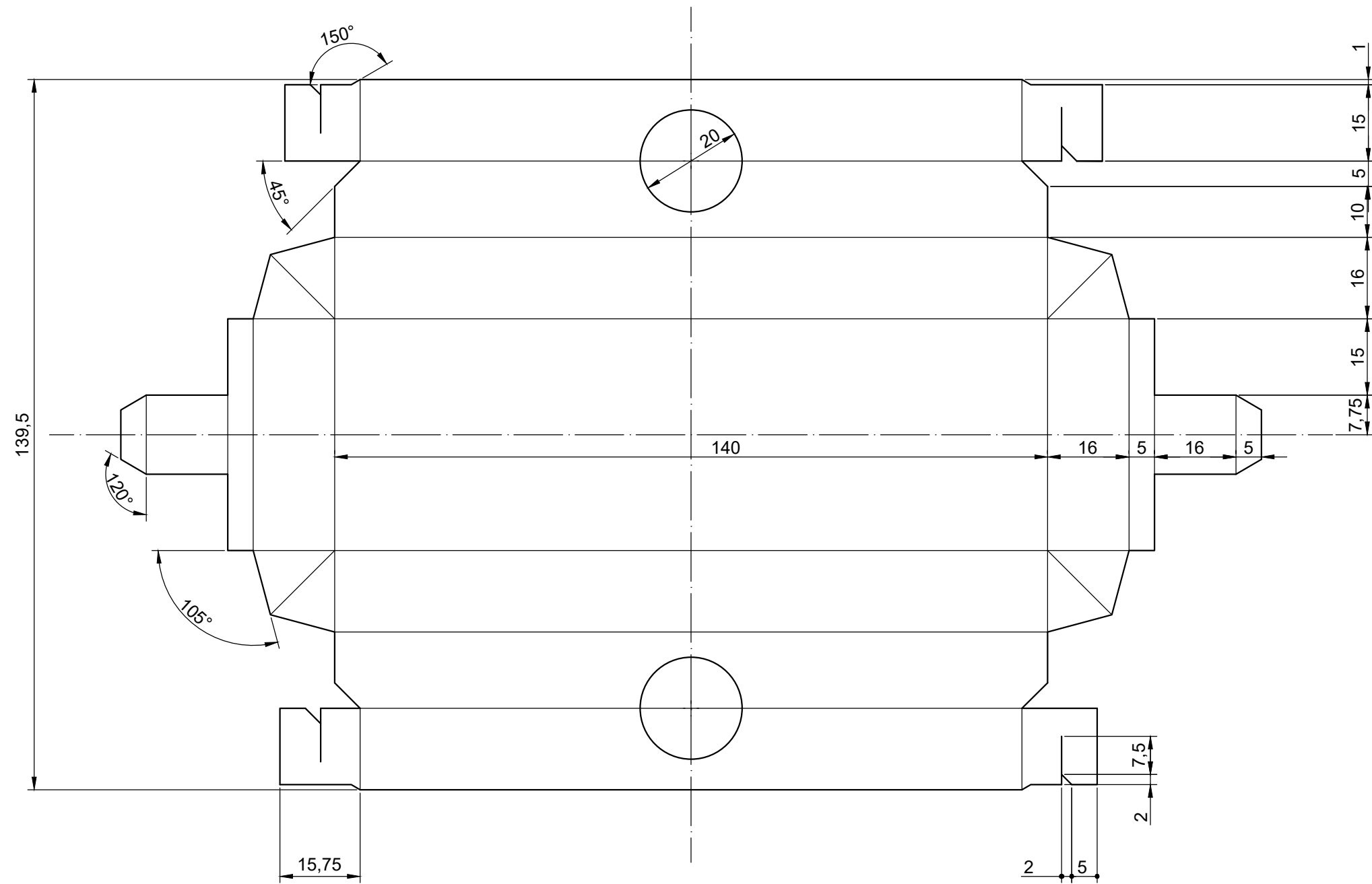




Nota: Las líneas gruesas representan el corte y las finas los pliegues

	Estudiante	Firmas	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL PRODUCTO Ecodiseño de envases para cosméticos Universidad de Málaga
Nombre	Alicia		
Apellidos	de Luiz García		
DNI			
Escala:	Denominación:	Fecha: 28/08/25	
1:1	CAJA EXTERIOR RECAMBIO ENVASE 1	Nº de Plano: 14	

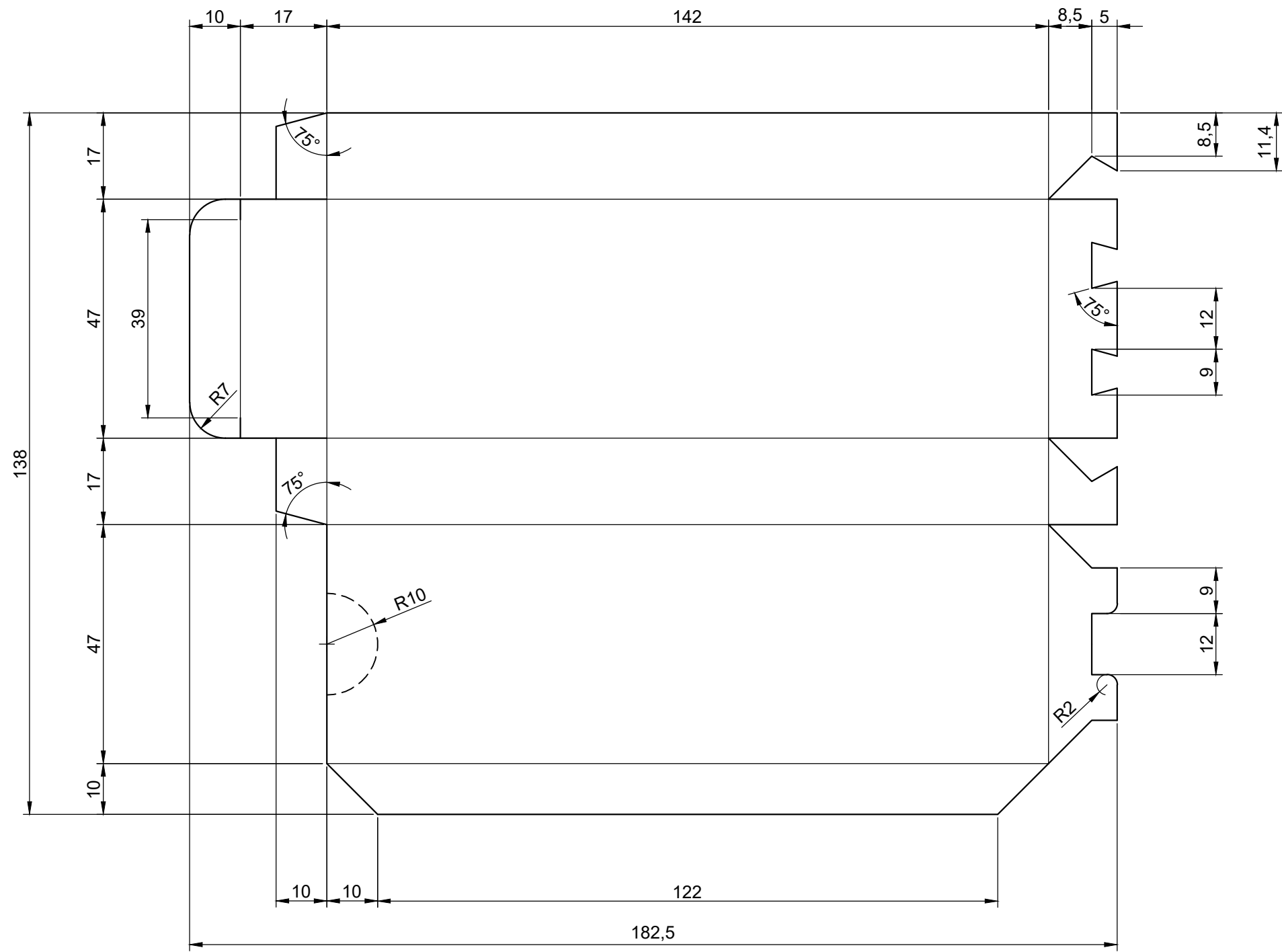




Nota: Las líneas gruesas representan el corte y las finas los pliegues

	Estudiante	Firmas	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL PRODUCTO Ecodiseño de envases para cosméticos Universidad de Málaga
Nombre	Alicia		
Apellidos	de Luiz García		
DNI			
Escala:	Denominación:		Fecha: 28/08/25
1:1	CAJA INTERIOR ENVASE 2		Nº de Plano: 15

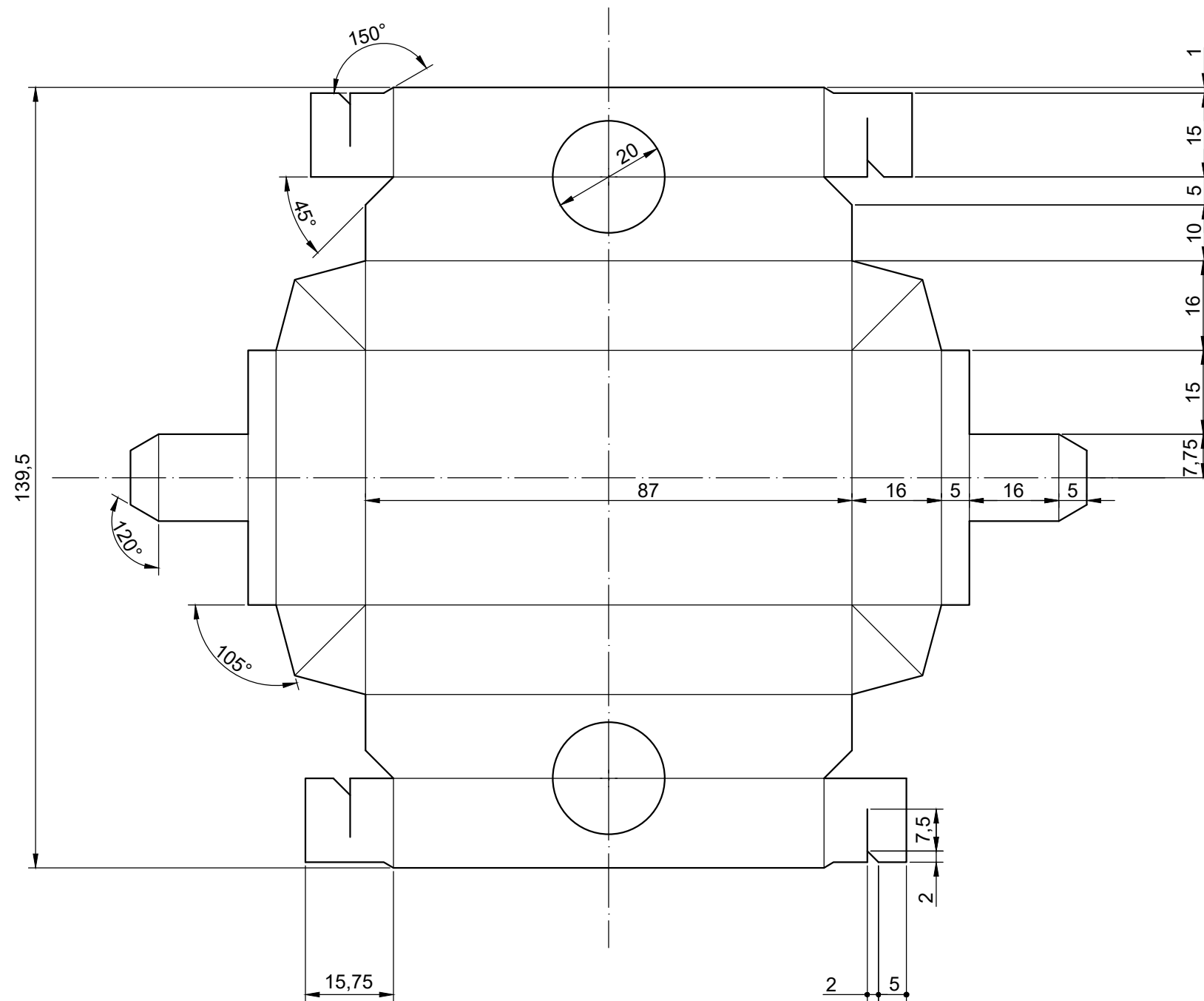




Nota: Las líneas gruesas representan el corte y las finas los pliegues

	Estudiante	Firmas	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL PRODUCTO Ecodiseño de envases para cosméticos Universidad de Málaga
Nombre	Alicia		
Apellidos	de Luiz García		
DNI			
Escala:	Denominación:		Fecha: 28/08/25
1:1	CAJA EXTERIOR ENVASE 2		Nº de Plano: 16

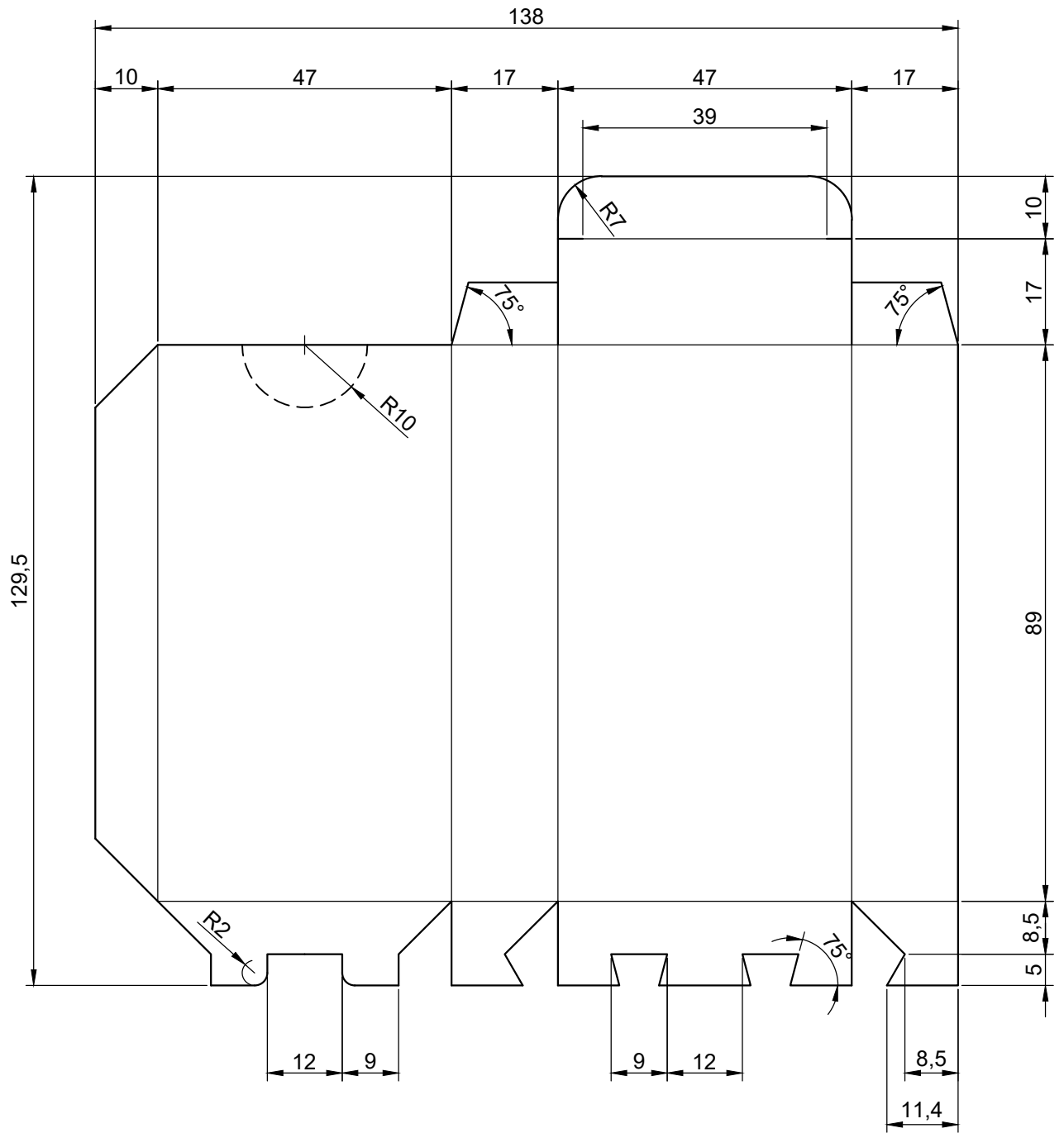




Nota: Las líneas gruesas representan el corte y las finas los pliegues

	Estudiante	Firmas	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL PRODUCTO Ecodiseño de envases para cosméticos Universidad de Málaga
Nombre	Alicia		
Apellidos	de Luiz García		
DNI			
Escala:	Denominación:	Fecha: 28/08/25	
1:1	CAJA INTERIOR RECAMBIO ENVASE 2	Nº de Plano: 17	





Nota: Las líneas gruesas representan el corte y las finas los pliegues

	Estudiante	Firmas	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL PRODUCTO Ecodiseño de envases para cosméticos Universidad de Málaga
Nombre	Alicia		
Apellidos	de Luiz García		
DNI			
Escala:	Denominación:	Fecha: 28/08/25	
1:1	CAJA EXTERIOR RECAMBIO ENVASE 2	Nº de Plano: 18	



# Pliego de Condiciones

---

ECODISEÑO DE ENVASES PARA  
COSMÉTICOS



### 3.1. Introducción

Este documento tiene como finalidad el establecimiento de criterios y especificaciones técnicas, funcionales, estéticas, de materiales, medioambientales y normativas que deben seguirse a la hora de desarrollar la línea de envases sostenibles para cosméticos. Estas condiciones garantizan un resultado óptimo del proyecto, haciéndolo viable técnicamente y respetuoso con el medio ambiente.

### 3.2. Condiciones funcionales

Los envases deberán cumplir las siguientes funciones:

- Proteger el producto cosmético de manera efectiva durante su distribución y su uso.
- Ser recargables, haciendo uso de mecanismos sencillos, intuitivos y duraderos.
- Permitir un uso del producto cómodo: facilidad de apertura, cierre, limpieza y recarga.
- Cada tipo de envase se debe adaptar al producto que esté conteniendo (textura, viscosidad...). En específico, el gupillón del envase de máscara de pestañas tendrá que pasar distintas pruebas y estudios para comprobar su eficacia.

### 3.3. Condiciones estéticas

- El diseño será estético, limpio y profesional, adaptado a las tendencias del momento.
- Se priorizarán las formas ergonómicas y compactas.
- La imagen del producto deberá transmitir calidad, durabilidad y sostenibilidad.
- El acabado será satinado, evitando el pulido espejo, pues este puede ensuciarse fácilmente al manipularlo.

### 3.4. Condiciones de los materiales

- Se deberá emplear acero inoxidable reciclado tipo AISI 304 como material para todas las piezas de los envases y papel reciclado de gramaje 180 o 200  $g/m^2$  para el embalaje. Las tintas y pegamentos utilizados para el *packaging* deberán ser biodegradables.
- El material utilizado deberá provenir de fuentes recicladas, garantizando una baja huella ambiental.
- Deberá asegurarse que todas las piezas sean 100 % reciclables al final de su vida útil.
- Los proveedores de materiales deberán tener certificados que aseguren que usan material reciclado.

### 3.5. Condiciones medioambientales

- El diseño se ajustará a los principios del ecodiseño y la economía circular.
- Uso de materiales reciclados y reciclables, diseño para desmontabilidad y reparación, optimización de procesos productivos para minimizar residuos y consumo energético y prolongación del ciclo de vida del envase mediante su recarga y reutilización.
- Se evitará cualquier componente innecesario o de difícil reciclaje.

### 3.6. Condiciones de fabricación

- El material de partida será acero macizo reciclado en formato de bloque o barra, adecuado para procesos de mecanizado.
- Se utilizará mecanizado CNC como principal proceso de fabricación, dada la necesidad de precisión, volumen y acabado.
- Para la fabricación de las recargas del envase 1 se usará la técnica de embutición profunda. Esta hace uso de lubricantes, que deberán ser biodegradables.
- El acabado superficial se obtendrá mediante abrasivos finos y procesos de satinado mecánico.
- En caso de querer añadir información a alguna de las piezas (nombre del producto, marca, dibujo...) se empleará grabado láser.
- Se respetarán tolerancias dimensionales adecuadas para garantizar el correcto ensamblaje y posterior funcionalidad del producto.
- El diseño final deberá someterse a distintas pruebas para comprobar que son tan duraderos como se pretende. Será fundamental comprobar la durabilidad de los mecanismos de cierre e intercambio, que son los que determinarán la vida útil del producto.

### 3.7. Condiciones normativas

El diseño y los materiales utilizados deberán cumplir las normativas vigentes relacionadas con envases y productos cosméticos, como son:

- Reglamento (CE) nº 1223/2009 sobre productos cosméticos.
- REACH (Reg. 1907/2006) para sustancias químicas y materiales. Aplica al acero inoxidable como material de envase. Deberá asegurarse que no contiene sustancias prohibidas.
- Real Decreto 1055/2022: envases y residuos de envases.

Estas condiciones constituirán la guía fundamental para el desarrollo del proyecto y permitirán evaluar su calidad, coherencia y viabilidad.

# Mediciones

---

ECODISEÑO DE ENVASES PARA  
COSMÉTICOS



## 4.1. Introducción

Las mediciones se han realizado teniendo en cuenta el número de piezas que se necesitarían para la fabricación de los siguientes envases con sus respectivos *packaging*: envase 1 completo, recambio envase 1, envase 2 completo y recambio envase 2.

En los siguientes puntos la información se presenta en formato de tablas con descripciones incluídas, realizadas en Hojas de Cálculo de Google.

## 4.2. Envase 1 y recambio

Número	Unidades	Nombre	Descripción	Dimensiones	Cantidad
1.1	Unidad	Tapa	Tapa que se ensambla con la pieza 1.2 para proteger el producto. Juntas forman un mecanismo de bisagra para proteger el producto. Está dentada para facilitar la apertura del envase. Fabricada en acero inoxidable 304.	67,5 x 61 x 12,7 mm	1
1.2	Unidad	Base	Parte principal del envase, en la que se encajarán la pieza 1.1 y 1.3. Tiene un tope para que la tapa encaje mejor al cerrar sin necesidad de usar imán. Está dentada para facilitar la apertura del envase. Fabricada en acero inoxidable 304.	67,5 x 61 x 7,7 mm	1
1.3	Unidad	Recambio	Pequeño envase en el que se contiene el producto cosmético. Se inserta en la pieza 1.2 haciendo una ligera presión. Fabricada en acero inoxidable 304.	51 x 51 x 6,7 mm	2

Figura 4.1: Medición envase 1 y recambio

## 4.3. Envase 2 y recambio

Número	Unidades	Nombre	Descripción	Dimensiones	Cantidad
2.1	Unidad	Mango-cuerpo	Se debe ensamblar con la pieza 2.2 para formar el mango completo y con la 2.3 para formar el cuerpo completo. Fabricada en acero inoxidable 304.	62 x 15,4 x 15,4 mm	3
2.2	Unidad	Gupillón	Aplicador del producto. Cuenta con un mecanismo que al juntarse con la pieza 2.3 se cierra y protege el producto. Fabricada en acero inoxidable 304.	77,3 x 15,4 x 15,4 mm	1
2.3	Unidad	Tope	Se ensambla a la pieza 2.1. Se une por un mecanismo de clic con la pieza 2.3 en el producto completo y con la 2.4 en el recambio. Fabricada en acero inoxidable 304.	16,2 x 15,4 x 15,4 mm	2
2.4	Unidad	Tapa recambio	Tapa con mecanismo de cierre para contener el producto del recambio, formado por el ensamble de las piezas 2.1 y 2.3. Fabricada en acero inoxidable 304.	15,4 x 13,2 x 15,4 mm	1

Figura 4.2: Medición envase 2 y recambio

## 4.4. Embalaje

Número	Unidades	Nombre	Descripción	Dimensiones	Cantidad
3.1	Unidad	Caja interior envase 1	Caja en la que se coloca el envase 1 para la protección del envase. Una vez montada tiene un tamaño aproximado de 79 x 93 x 15 mm. Está fabricada con cartón reciclado.	178 x 154 mm	1
3.2	Unidad	Caja exterior envase 1	Caja en la que se coloca la caja 3.1 para la comercialización del producto. Es donde se realiza la impresión de marca y símbolos. Una vez montada tiene un tamaño aproximado de 79 x 93 x 15 mm. Está fabricada con cartón reciclado.	198 x 135,5 mm	1
3.3	Unidad	Caja interior recambio envase 1	Caja en la que se coloca el recambio del envase 1 para la protección del envase. Una vez montada tiene un tamaño aproximado de 63 x 78 x 8 mm. Está fabricada con cartón reciclado.	114 x 135 mm	1
3.4	Unidad	Caja exterior recambio envase 1	Caja en la que se coloca la caja 3.3 para la comercialización del producto. Es donde se realiza la impresión de marca y símbolos. Una vez montada tiene un tamaño aproximado de 63 x 78 x 8 mm. Está fabricada con cartón reciclado.	147 x 100 mm	1
3.5	Unidad	Caja interior envase 2	Caja en la que se coloca el envase 2 para la protección del envase. Una vez montada tiene un tamaño aproximado de 47 x 142 x 17 mm. Está fabricada con cartón reciclado.	139,5 x 224 mm	1
3.6	Unidad	Caja exterior envase 2	Caja en la que se coloca la caja 3.5 para la comercialización del producto. Es donde se realiza la impresión de marca y símbolos. Una vez montada tiene un tamaño aproximado de 47 x 142 x 17 mm. Está fabricada con cartón reciclado.	138 x 182,5 mm	1
3.7	Unidad	Caja interior recambio envase 2	Caja en la que se coloca el recambio del envase 2 para la protección del envase. Una vez montada tiene un tamaño aproximado de 47 x 89 x 17 mm. Está fabricada con cartón reciclado.	139,5 x 171 mm	1
3.8	Unidad	Caja exterior recambio envase 2	Caja en la que se coloca la caja 3.5 para la comercialización del producto. Es donde se realiza la impresión de marca y símbolos. Una vez montada tiene un tamaño aproximado de 47 x 89 x 17 mm. Está fabricada con cartón reciclado.	129,5 x 138 mm	1

Figura 4.3: Medición envase 1 y recambio

## 4.5. Montaje

Número	Unidades	Nombre	Descripción	Cantidad
4.1	Unidad	Montaje piezas	Montaje y ensamble de las piezas necesarias para formar cada uno de los productos	1
4.2	Unidad	Montaje cajas	Doblado, corte, pegado, impresión... de las cajas que protegen a los envases	1

Figura 4.4: Medición montaje

# Presupuesto

---

ECODISEÑO DE ENVASES PARA  
COSMÉTICOS



## 5.1. Introducción

Al igual que se ha hecho en Mediciones, aquí se calcula el presupuesto para la fabricación de los siguientes envases con sus respectivos *packaging*: envase 1 completo, recambio envase 1, envase 2 completo y recambio envase 2.

Pensando en que presente un caso realista, se supondrá que los envases van a ser comercializados, así que se incluirán procesos como el rellenado de los envases con sus respectivos maquillajes o la impresión de marcas en envases y embalajes. Los procesos y los precios de todos los materiales son aproximados.

En los apartados siguientes, la información se presenta en forma de tablas, estando los precios finales siempre a la derecha y marcados por un color distinto. Estas tablas también han sido realizadas con Hojas de Cálculo de Google.

## 5.2. Materiales

En el programa SolidWorks se le asignó a cada pieza de los envases el material acero AISI 304. Al hacer esto, el programa calculó el peso aproximado de cada pieza según su geometría. Esto se usó para calcular el presupuesto de los materiales sabiendo que el precio aproximado del acero inoxidable es de 3,5 €/kg, como queda reflejado en la Figura 5.1.

	Número	Unidades	Nombre	Dimensiones (mm)			Cantidad	Peso (kg)	Precio material (€/kg)	Precio piezas(€)	Precio total (€)
				Largo	Ancho	Alto					
Envase 1	1.1	Unidad	Tapa	67,5	61	12,7	1	0,13	3,5	0,455	0,910
	1.2	Unidad	Base	67,5	61	7,7	1	0,11		0,385	
	1.3	Unidad	Recambio	51	51	6,7	1	0,02		0,07	
Envase 2	2.1	Unidad	Mango-cuerpo	62	15,4	15,4	2	0,06	3,5	0,21	0,280
	2.2	Unidad	Gupillón	77,3	15,4	15,4	1	0,01		0,035	
	2.3	Unidad	Tope	16,2	15,4	15,4	1	0,01		0,035	
Recambio envase 1	1.3	Unidad	Recambio	51	51	6,7	1	0,02	3,5	0,07	0,070
Recambio envase 2	2.1	Unidad	Mango-cuerpo	62	15,4	15,4	1	0,03	3,5	0,105	0,175
	2.3	Unidad	Tope	16,2	15,4	15,4	1	0,01		0,035	
	2.4	Unidad	Tapa recambio	15,4	15,4	15,4	1	0,01		0,035	

Figura 5.1: Presupuesto envases 1 y 2 con recambios

Para calcular el precio del embalaje se ha usado el área aproximada de cada una de sus partes, pues el precio de papeles y cartones suele medirse por su superficie.

	Número	Unidades	Nombre	Dimensiones (mm)		Cantidad	Área (m <sup>2</sup> )	Precio material (€/m <sup>2</sup> )	Precio piezas(€)	Precio total (€)
				Largo	Ancho					
Embalaje envase 1	3.1	Unidad	Caja interior envase 1	178	154	1	0,00274	0,4	0,0011	0,002
	3.2	Unidad	Caja exterior envase 1	198	135,5	1	0,00268		0,0011	
Embalaje recambio envase 1	3.3	Unidad	Caja interior recambio envase 1	114	135	1	0,00154		0,0006	0,001
	3.4	Unidad	Caja exterior recambio envase 1	147	100	1	0,00147		0,0006	

Figura 5.2: Presupuesto cajas envase 1 y recambio

	Número	Unidades	Nombre	Dimensiones (mm)		Cantidad	Área (m <sup>2</sup> )	Precio material (€/m <sup>2</sup> )	Precio piezas(€)	Precio total (€)
				Largo	Ancho					
Embalaje envase 2	3.5	Unidad	Caja interior envase 2	139,5	224	1	0,00312	3,5	0,0109	0,020
	3.6	Unidad	Caja exterior envase 2	138	182,5	1	0,00252		0,0088	
Embalaje recambio envase 2	3.7	Unidad	Caja interior recambio envase 2	139,5	171	1	0,00239		0,0083	0,015
	3.8	Unidad	Caja exterior recambio envase 2	129,5	138	1	0,00179		0,0063	

Figura 5.3: Presupuesto cajas envase 2 y recambio

### 5.3. Procesos industriales

En la Figura 5.4 quedan reflejados los procesos a los que deberá ser sometido el acero para tomar la forma final de los envases 1 y 2, además de rellenarse con el producto necesario.

Tipo de maquinaria	Precio (€/h)	Tiempo uso (h)	Precio total (€)
Fresadora CNC	42,50	0,050	2,125
Embutición profunda (recambio)	35,00	0,001	0,035
Pulidora	12,50	0,050	0,625
Prensa hidráulica (ensamblaje)	10,00	0,003	0,030
Grabado láser (acero)	27,00	0,010	0,270
Llenadora automática	40,00	0,001	0,040
			3,125

Tipo de maquinaria	Precio (€/h)	Tiempo uso (h)	Precio total (€)
Fresadora CNC	42,50	0,040	1,700
Torno CNC	5,00	0,500	2,500
Pulidora	12,50	0,050	0,625
Prensa hidráulica (ensamblaje)	10,00	0,001	0,010
Grabado láser (acero)	27,00	0,010	0,270
Llenadora automática	40,00	0,001	0,040
			5,145

Figura 5.4: Presupuesto maquinaria para envases 1 (izquierda) y 2 (derecha)

En la Figura 5.5 están los procesos de fabricación para fabricar los recambios de los envases 1 y 2 (a la izquierda el del envase 1 y a la derecha del envase 2).

Tipo de maquinaria	Precio (€/h)	Tiempo uso (h)	Precio total (€)
Corte láser	22,00	0,005	0,110
Embutición profunda	35,00	0,003	0,105
Pulidora	12,50	0,050	0,625
Llenadora automática	40,00	0,001	0,040
			0,880

Tipo de maquinaria	Precio (€/h)	Tiempo uso (h)	Precio total (€)
Fresadora CNC	42,50	0,040	1,700
Pulidora	12,50	0,003	0,031
Prensa hidráulica (ensamblaje)	10,00	0,001	0,010
Grabado láser (acero)	27,00	0,010	0,270
Llenadora automática	40,00	0,001	0,040
			2,051

Figura 5.5: Presupuesto maquinaria para recambios envases 1 (izquierda) y 2 (derecha)

En la Figura 5.6 se encuentran los los costes de la maquinaria para crear el embalaje (la caja interior y exterior) de cada envase.

Tipo de maquinaria	Precio (€/h)	Tiempo uso (h)	Precio total (€)
Impresión	21	0,006	0,126
Grabado y corte láser (papel)	20	0,009	0,180
Plegadora automática	14	0,003	0,042
Empaquetadora	22,5	0,003	0,068
			0,416

Figura 5.6: Presupuesto individual maquinaria para embalaje

## 5.4. Precio final

El precio de cada envase, sumando los datos calculados en el apartado anterior, se reflejan en la Figura 5.7.

	Material envase (€)	Maquinaria envase (€)	Material embalaje (€)	Maquinaria embalaje (€)	Precio total (€)
Envase 1	0,91	3,125	0,002	0,416	4,5
Recambio envase 1	0,07	0,88	0,001	0,416	1,4
Envase 2	0,28	5,145	0,020	0,416	5,9
Recambio envase 2	0,175	2,051	0,015	0,416	2,7

Figura 5.7: Suma de precios

En la Figura 5.8 se muestran los costes fijos por envase producido, suponiendo que se fabrican 1000 unidades de cada envase.

Sueldo Ingeniero de diseño (€/h)	Horas de trabajo	Unidades producidas	Coste total (€)	Costes fijos por ud. (€)
14	240	1000	3360	3,36

Figura 5.8: Costes fijos

Por último, se sumaron los distintos costes a tener en cuenta al precio base (que era únicamente materiales y procesos de fabricación), como se muestra en la Figura 5.9. El valor final del PVP se redondeó a cifras más exactas hacia arriba.

	Precio base (€)	Costes fijos por ud. (€)	Beneficio diseñador (35%) (€)	Beneficio marca distribuidora (50%) (€)	IVA (21%) (€)	PVP (€)
Envase 1	4,5	7,86	10,611	15,9165	19,25897	19,30
Recambio envase 1	1,4	4,76	6,426	9,6390	11,6632	11,70
Envase 2	5,9	9,26	12,501	18,7515	22,6893	22,70
Recambio envase 2	2,7	6,06	8,181	12,2715	14,8485	14,85

Figura 5.9: Cálculo PVP





