UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

Escuela de Ingenierías Industriales

Departamento de Expresión Gráfica, Diseño y Proyectos

Áreas del conocimiento:
Expresión Gráfica en la Ingeniería
Proyectos de Ingeniería

Trabajo de Fin de Grado
Rediseño de Afeitadora Mecánica en Seco

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto

Curso 2022/2023

Autor: D. Ricardo Jurado Martínez

Tutor: D. José Luis Martínez Torres

Cotutor: D. Jorge Pérez García

A 19 de septiembre de 2023, Málaga

Nota de autor:

El presente documento digital ha sido modificado con respecto a la versión impresa para una fluida visualización en pantalla, retirando las páginas auxiliares requeridas para su correcta impresión y actualizando la numeración de página a tal efecto.

El presente documento digital está protegido; no se permite imprimir ni modificar el documento, copiar su contenido o extraer páginas, comentar o rellenar campos de formulario, ni firmar, salvo autorización expresa del autor.

Primera edición: septiembre 2023

Impreso en España

Título del trabajo

Rediseño de Afeitadora Mecánica en Seco.

Resumen

Este trabajo plantea rediseñar, a nivel conceptual, una afeitadora mecánica en seco de mediados del siglo xx.

Esta propuesta parte de la necesidad de nuevas soluciones de diseño en los productos de higiene existentes en el mercado, los cuales carecen en muchos casos de consideraciones medioambientales más allá de las impuestas en el marco legal actual.

Para satisfacer dicho objeto, se propondrán alternativas conceptuales a los desafíos medioambientales actuales debidos a la sociedad de consumo, no solo considerando las innovaciones de las nuevas tecnologías, sino también el estado del arte pretérito.

Palabras clave

Afeitadora mecánica en seco, diseño industrial, diseño conceptual, Paul Tournier, Thorens Riviera, Apolo 14.

Title of the project

Redesign of Clockwork Dry Shaver.

Abstract

This project proposes to redesign, at a conceptual level, a mid-twentieth century clockwork dry shaver.

This proposal comes from the need for new design solutions in the existing hygiene products on the market, which in many cases lack environmental considerations beyond those imposed by the current legal framework.

To satisfy this objective, conceptual alternatives to the current environmental challenges due to the consumer society will be proposed, not only considering the innovations of the new technologies, but also the previous state of the art.

Keywords

Clockwork dry shaver, industrial design, conceptual design, Paul Tournier, Thorens Riviera, Apollo 14.

Autor: D. Ricardo Jurado Martínez
Tutor: D. José Luis Martínez Torres

Escuela de Ingenierías Industriales
Universidad de Málaga – 19/09/2023

Para todos aquellos que me apoyaron,
contribuyeron y me pidieron que terminara ya,
en vida o sin ella.

Autor: D. Ricardo Jurado Martínez
Cotutor: Don Jorge Pérez García

Don´t fear the white paper
29 de junio de 2017

No he llegado hasta aquí para ir a los brazos de la lógica, sino para que ahora, tras lustros, su control caiga en mis brazos.
28 de abril de 2021

Vosotros seréis lo que diga el título que sois en tanto que hagáis lo que el título os dé nombre.
14 de diciembre de 2021

El autor, alias "Max Android".

(Al escribir un correo electrónico) después de "Buenas", dos puntos (:); y que no se te olvide la coma del vocativo.

Manuel Díaz, alumno del Grado de Gestión Cultural de la Universidad de Córdoba.

¡Pero cómo vas a escribir doscientas páginas!

Alejandro Morales, graduado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural por la Universidad de Córdoba.

Reflexión del autor

Además de rediseñar el producto considerado, la redacción de este trabajo plantea dos objetivos paralelos: integrar los resultados en un porfolio propio, y contribuir con estos al desarrollo del alumnado actual.

Aunque el primero es bastante intuitivo para cualquiera con expectativas laborales, lo cierto es que ambos objetivos comparten una motivación clara: la difusión de la profesionalidad, a través del genuino interés.

Para entender dicho motivo, es procedente que el alumno integre una serie de definiciones concretas, tanto del ámbito a estudiar como de otros más tangenciales. Así pues, el lector debe hacerse las siguientes preguntas: ¿Qué es el interés?, ¿Cuál es su relación con la profesionalidad? y, en esta ocasión, ¿Qué es un diseñador industrial? A continuación, se intentará responder a ellas.

Comenzando por la última de las cuestiones, aunque todo alumno debe dar con su propia definición, en mi opinión, el diseñador industrial es aquel que porta un bagaje multidisciplinar, desde metodológico hasta técnico, con el único objetivo de definir un diseño, conceptual en un primera instancia y de detalle al final.

Así, este individuo no solo debe atender a las características fundamentales de lo proyectado inicialmente, sino también a su materialización futura, con un estado del arte cada vez más cambiante y extenso.

Atendiendo al aspecto multidisciplinar comentado, este permite la creación de sinergias entre variables de múltiple índole, para una ejecución más completa y eficiente del diseño. Esto es especialmente útil en el trabajo colaborativo, en donde el conocimiento individual de los participantes, especializados en diferentes materias, debe materializarse con garantías de calidad, siendo el diseñador industrial el encargado de ello al interrelacionar la información considerada.

Un símil del diseñador industrial sería el director de orquesta, el cual presenta un conocimiento musical suficiente como para generar melodías destacables con los músicos disponibles, y no solo a través de su mera labor principal.

Un elemento a valorar de esto último es la posible evolución del propio diseñador industrial, el cual decida con el tiempo especializarse en ámbitos concretos.

Aunque esta circunstancia plantee no seguir la definición dada al no haber multidisciplinariedad, sino todo lo contrario, el recurso humano puede seguir siendo de gran utilidad en un proceso de diseño, ahora como profesional especializado.

Además, según la opinión de un servidor, cada uno debe armonizar la definición de la labor en la que se quiera especializar, ergo, ser profesional, en tanto que no se banalicen otras o se cambien sus definiciones por unas más ambiguas, lo cual dificultaría la clasificación y, por ende, la convivencia entre profesionales.

Para responder a la primera pregunta, se procederá a hacer la distinción entre interés y gusto, apoyándose esta en la efeméride que todo alumno experimenta previa a la vida universitaria.

Aunque la semántica en muchos casos trata a ambos términos como sinónimo (aspecto del que tampoco negaré su utilidad), en circunstancias como la elección de estudios superiores, dicha igualdad puede volverse tediosa, sobre todo, cuando no se saben expresar con claridad los deseos individuales del momento.

Tal como lo veo, el interés nace de la ignorancia y, por ello, del querer saber, no solo algo concreto, sino también sobre aquello a lo que se le podrá tener interés a posteriori, o sea, a lo que "queda" por descubrir tras aprender lo que llamó la atención en un primer lugar.

A su vez, el gusto no es más que la declaración "oficial" de que el conocimiento adquirido se ha conservado por decisión propia.

Con base en esto, se puede afirmar que uno se interesa por las cosas para, tras su estudio más o menos pormenorizado, declarar si quiere seguir aprendiendo al respecto, ya que lo visto hasta ahora le puede haber gustado.

En esencia, se puede plantear que el interés es una experiencia por vivir, y el gusto una vivida. Dicho esto, en mi opinión, cada uno es libre de decidir su propio sino, en tanto que entienda y considere esta diferencia.

Respecto a la segunda pregunta, se extrae de las dos respuestas anteriores que es el interés por aprender y desempeñar una profesión, y el futuro gusto por ello, lo que hace que uno termine actuando de manera profesional.

En el caso del diseñador industrial, este debe ser movido por el interés genuino y gusto posterior por ampliar los horizontes de lo proyectado, planteando nuevas soluciones a los problemas de hoy y del mañana.

Una vez respondidas las tres preguntas, se puede entender mejor el segundo objetivo mencionado y la motivación que se extrae de él.

A pesar de las luces y sombras que pueda tener este trabajo académico, a título personal considero que este es un claro ejemplo de profesionalidad (académica, en el caso actual), la cual se desprende del interés y gusto propios por aquello a lo que he decidido dedicarme. Dicho esto, espero que este trabajo y su difusión sirvan de guía para todo alumno que la requiera, pudiendo convertirse en profesional en un futuro próximo.

Para terminar, gracias por leer esta reflexión. Si ha llegado hasta aquí, el resto del trabajo le resultará bastante "ameno".

Un saludo, el autor.



Ala oeste de la Escuela de Ingenierías Industriales de Málaga, por Ricardo Jurado Martínez.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

Escuela de Ingenierías Industriales

Departamento de Expresión Gráfica, Diseño y Proyectos

Áreas del conocimiento:
Expresión Gráfica en la Ingeniería
Proyectos de Ingeniería

Trabajo de Fin de Grado
Rediseño de Afeitadora Mecánica en Seco

ÍNDICE

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto

Curso 2022/2023

Autor: D. Ricardo Jurado Martínez

Tutor: D. José Luis Martínez Torres

Cotutor: D. Jorge Pérez García

A 19 de septiembre de 2023, Málaga

Índice General

Índice

Índice General 002
Índice de Figuras General 010
Índice de Tablas General 017

Memoria

1. Objeto 021
2. Alcance 021
3. Antecedentes 021
4. Normas y referencias 021
4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas 021
4.1.1. Disposiciones legales españolas y comunitarias europeas 021
4.1.2. Normalización aplicable 021
4.2. Programas de cálculo 023
4.3. Bibliografía 024
5. Definiciones y abreviaturas 024
6. Requisitos de diseño 024
7. Análisis de soluciones 027
7.1. Producto de referencia 027
7.2. Primera propuesta conceptual 029
7.3. Segunda propuesta conceptual 031
8. Resultados finales 034
9. Conclusión 038
10. Planificación 039
11. Orden de prioridad 039

Autor: D. Ricardo Jurado Martínez
Tutor: D. José Luis Martínez Torres
Escuela de Ingenierías Industriales
Universidad de Málaga – 19/09/2023

Anexos

Anexo i: Definición estratégica

1. Problema o cuestión 041
2. Misión y limitaciones 041
3. Definición de clientes, competencia y canales de distribución 042
4. Disposiciones legales y normativa aplicables 042
4.1. Disposiciones legales españolas y comunitarias europeas 042
4.2. Normalización aplicable 043
5. Planificación del trabajo 044

Anexo ii: Estudio de viabilidad

Apartado A: Viabilidad comercial

1. Estudio del mercado actual 046
1.1. Análisis de empresas 046
1.2. Análisis de propuestas 049
1.2.1. Afeitadoras profesionales 050
1.2.1.1. *Philips "Prestige Series 9000"* *050*
1.2.1.2. *Braun "Series 7"* *050*
1.2.1.3. *Remington "Ultimate Series R9"* *051*
1.2.2. Afeitadoras estándar 052
1.2.2.1. *Wahl "Finale"* *052*
1.2.2.2. *Rowenta "Forever Sharp Ultimate Xpert TN6200"* *052*
1.2.2.3. *Panasonic "ES-RW31"* *053*
2. Estudio del estado del arte previo 053
2.1. Evolución y análisis histórico de los métodos de afeitado 053
2.1.1. El afeitado antes de Cristo. 053
2.1.2. La navaja y su uso autónomo 053
2.1.3. La afeitadora manual y King. C. Gillette 054
2.1.4. La afeitadora manual monofilo y Jacob Schick. 056
2.1.5. Las innovaciones posteriores de Wilkinson y BIC 056
2.1.6. Las propuestas de afeitadora automática iniciales 057
2.1.7. Las afeitadoras eléctricas de Schick, Remington y Philips . . 058
2.1.8. La afeitadora inalámbrica 060

2.1.9. La afeitadora ergonómica de la actualidad y Braun 060

2.2. Análisis de afeitadoras mecánicas del siglo xx 061

2.2.1. Afeitadora "Collins" 062
2.2.2. Afeitadoras Stahly "Live-Blade" y "Automatic Vibro-Shaver" 064
2.2.3. Afeitadoras "Viceroy" y "Rolls Razor" 066
2.2.4. Afeitadoras Thorens "Riviera", "Sputnik" y "Monaco" 068
2.2.5. Afeitadoras "Ohnestrom Volks Shaver" y "Gyr 100" Sufam ... 073

3. Referencias de apartado a (anexo ii) 075

Apartado B: Viabilidad técnica

1. Factores de diseño 083

2. Factores de proceso 084

2.1. Conformado volumétrico de los metales 086

2.1.1. Laminado ("Rolling") 086
2.1.1.1. *Laminado de cuerdas ("Thread rolling")* *086*
2.1.2. Forjado ("Forging") 087
2.1.2.1. *Recalcado ("Upset forging")* *088*
2.1.3. Extrusión ("Extrusion") 089
2.1.3.1. *Extrusión de piñones* *089*

2.2. Conformado de láminas metálicas 090

2.2.1. Doblado ("Bending") 090
2.2.1.1. *Operaciones anexas al doblado* *091*
2.2.2. Embutido ("Drawing") 092
2.2.3. Corte ("Shearing") 093
2.2.3.1. *Cizallado ("Simple shearing")* *094*
2.2.3.2. *Punzonado ("Blanking") y perforado ("Punching")* *095*
2.2.3.2.1. *Punzonado fino ("Fine blanking")* *096*
2.2.3.3. *Operaciones anexas al corte* *098*

2.3. Conformado de polímeros 098

2.3.1. Moldeo por inyección ("Injection molding") 098

3. Referencias de apartado b (anexo ii) 100

Apartado C: Viabilidad económica

1. Estimación de variables iniciales 101

1.1. Nivel de producción (Nprod) 101

1.2. Precio de venta al público (PVP) 101
1.3. Precio de venta directo (PVD) 102
2. Estimación de ingresos y gastos 102
2.1. Ingresos por ventas anuales (VA) 102
2.2. Inversión o capital total (CT) 102
2.3. Costes fijos anuales (Cf) 103
2.3.1. Mano de obra indirecta (MOI) 103
2.3.2. Amortización anual 103
2.3.3. Otros gastos fijos 103
2.3.4. Costes fijos totales (Cf) 103
2.4. Costes variables anuales (Cv) 103
2.4.1. Mano de obra directa (MOD) 103
2.4.2. Materiales directos (M) 103
2.4.3. Costes variables totales (Cv) 103
3. Análisis de los beneficios antes de intereses e impuestos (BAII) 103
4. Referencias de apartado c (anexo ii) 105
Anexo iii: Estudio de marketing
Apartado A: Encuesta
1. Preguntas de la encuesta 106
2. Resultados de la encuesta 108
3. Análisis de resultados 111
4. Conclusión 114
Apartado B: QFD
1. Metodología 116
1.1. Lista de los "Qué" 116
1.2. Análisis de los "Qué" 116
1.3. Lista de los "Cómo" 117
1.4. Relación entre los "Qué" y "Cómo" 117

1.5. Análisis de los "Cómo" 117

2. Resultados 118

3. Conclusión 122

4. Referencias de apartado b (anexo iii) 123

Anexo iv: Especificaciones

1. Clasificación de necesidades 124

2. Descripción de necesidades 124

2.1. Necesidades de fabricación 124

2.1.1. Tamaño . . . 124
2.1.2. Peso . . . 124
2.1.3. Medios de producción . . . 124
2.1.4. Materiales . . . 124
2.1.5. Instalación . . . 125

2.2. Necesidades según entorno 125

2.3. Necesidades sobre vida útil 125

2.4. Necesidades de mantenimiento 125

2.5. Valoración económica 126

2.6. Requerimientos de competencia 126

2.6.1. Patentes de Paul Tournier . . . 126
2.6.2. Patentes de René François-Marie Peltereau-Villeneuve . . . 128
2.6.3. Patentes referidas al modelo de afeitadora "riviera" . . . 129
2.6.4. Otras patentes destacadas . . . 130

2.7. Necesidades de transporte 131

2.8. Necesidades de envase y embalaje 132

2.9. Necesidades de documentación 132

2.10. Necesidades de estética y acabado 132

2.11. Necesidades según legalidad 133

2.11.1. Normas legales de obligado cumplimiento . . . 133
2.11.2. Normalización aplicable . . . 138

2.12. Necesidades medioambientales 140
2.13. Ergonomía y seguridad 145
2.14. Necesidades sobre calidad 146
2.15. Necesidades del cliente 147
2.16. Necesidades según QFD 149
3. Lista de especificaciones 151
4. Referencias de anexo iv 158
Anexo v: Diseño conceptual
Apartado A: Propuestas de partida
1. Producto de referencia 159
1.1. Características relativas a las especificaciones de fabricación 159
1.2. Características relativas a las especificaciones de mantenimiento 161
1.3. Características relativas a las especificaciones de ergonomía 161
1.4. Características relativas a las especificaciones de seguridad 163
1.4.1. Seguridad mecánica 163
1.4.2. Protección del producto 164
1.4.3. Protección del usuario 164
1.5. Características relativas a las especificaciones de estética y acabado 165
1.5.1. Estética 165
1.5.2. Acabado 166
2. Primera propuesta conceptual 167
2.1. Características relativas a las especificaciones de fabricación 167
2.2. Características relativas a las especificaciones de mantenimiento 169
2.3. Características relativas a las especificaciones de ergonomía 170
2.4. Características relativas a las especificaciones de seguridad 175
2.4.1. Seguridad mecánica 175
2.4.2. Protección del producto 175
2.4.3. Protección del usuario 176

2.5. Características relativas a las especificaciones de estética y acabado 176
2.5.1. Estética ... 176
2.5.2. Acabado ... 178
3. Segunda propuesta conceptual 179
3.1. Características relativas a las especificaciones de fabricación 179
3.2. Características relativas a las especificaciones de mantenimiento 181
3.3. Características relativas a las especificaciones de ergonomía 182
3.4. Características relativas a las especificaciones de seguridad 186
3.4.1. Seguridad mecánica ... 186
3.4.2. Protección del producto ... 187
3.4.3. Protección del usuario ... 188
3.5. Características relativas a las especificaciones de estética y acabado 190
3.5.1. Estética ... 190
3.5.2. Acabado ... 191
4. Referencias de apartado a (anexo v) 192
Apartado B: Selección de propuestas
1. Metodología 194
2. Resultados 197
3. Análisis de resultados 206
3.1. Análisis por criterio 206
3.1.1. Precio competitivo ... 206
3.1.2. Autonomía basada en almacenaje de energía a largo plazo ... 207
3.1.3. Facilidad de uso ... 207
3.1.4. Estética formal distinguida ... 208
3.1.5. Alta reciclabilidad ... 208
3.1.6. Reducido impacto ambiental ... 208
3.1.7. Protección del producto ... 209
3.1.8. Protección del usuario ... 210
3.1.9. Multifuncionalidad ... 211
3.1.10. Ergonomía ... 211
3.1.11. Portabilidad ... 213
3.1.12. Alta reparabilidad ... 215
3.1.13. Facilidad de desensamblado ... 215

3.2. Análisis por propuesta 216

4. Referencias de apartado b (anexo v) 219

Apartado C: Rediseño resultante

1. Descripción de características 220

1.1. Características relativas a las especificaciones de fabricación 220

1.2. Características relativas a las especificaciones de mantenimiento 222

1.3. Características relativas a las especificaciones de ergonomía 222

1.4. Características relativas a las especificaciones de seguridad 225

1.4.1. Seguridad mecánica 225
1.4.2. Protección del producto 226
1.4.3. Protección del usuario 227

1.5. Características relativas a las especificaciones de estética y acabado 228

1.5.1. Estética 228
1.5.2. Acabado 229

2. Resumen de características 229

3. Referencias de apartado c (anexo v) 233

Planos

Índice de Planos 235

Rediseño de afeitadora mecánica en seco, con cabezal rasurador . . . . . 1 de 4
Rediseño de afeitadora mecánica en seco, con cabezal perfilador . . . . . 2 de 4
Vista en detalle frontal del botón deslizante del cabezal perfilador . . . . . 3 de 4
Vista en detalle lateral del botón deslizante del cabezal perfilador . . . . . 4 de 4

Autor: D. Ricardo Jurado Martínez
Cotutor: Don Jorge Pérez García
Escuela de Ingenierías Industriales
Universidad de Málaga – 19/09/2023

Índice de Figuras General

Memoria

Figura 1. *Afeitadora mecánica Thorens "Riviera", con estuche y manuales. Fuente: Adaptada de Google Imágenes (URL no disponible).* *028*
Figura 2. *Renderizado de la primera propuesta conceptual, mostrando el cabezal rasurador, la llave de recarga (izquierda) y el botón de encendido (derecha). Fuente: Primaria.* *030*
Figura 3. *Renderizado de la segunda propuesta conceptual, mostrando el cabezal rasurador, la llave de recarga (derecha) y el botón de encendido (izquierda). Fuente: Primaria.* *032*
Figura 4. *Renderizado del rediseño conceptual final, mostrando el cabezal rasurador, la llave de recarga (derecha) y el botón de encendido (izquierda). Fuente: Primaria..* *037*

Anexos

Anexo II: Estudio de viabilidad

Apartado A: Viabilidad comercial

Figura 1. *Mapa de empresas del sector del afeitado, relacionando alcance geográfico y variedad de productos. Fuente: Primaria.* *047*
Figura 2. *Mapa de empresas del sector del afeitado, relacionando precio (PVP) y tipología de productos. Fuente: Primaria.* *048*
Figura 3. *Mapa de afeitadoras eléctricas actuales analizadas, relacionando precio y tipología del producto. Fuente: Primaria.* *049*
Figura 4. *Afeitadora Philips "Prestige Series 9000", con cargador inalámbrico, cabezal perfilador y estuche. Fuente: [1].* *050*
Figura 5. *Afeitadora Braun "Series 7", con cabezal de precisión y estuche. Fuente: Adaptada de [2].* *051*
Figura 6. *Afeitadora Remington "Ultimate Series R9". Fuente: [3].* *051*
Figura 7. *Afeitadora eléctrica Wahl "Finale", con pedestal. Fuente: Adaptada de [4].* *052*
Figura 8. *Afeitadora Rowenta "Forever Sharp Ultimate Xpert TN6200". Fuente: Adaptada de [5].* *052*
Figura 9. *Afeitadora eléctrica Panasonic "ES-RW31". Fuente: [6].* *053*
Figura 10. *"Plancha 2" adjunta a "La Pogonotomie, au l'art d'apprendre à se raser sol-meme", ilustrando la navaja con guarda de Perret. Fuente: Adaptada de [14].* *054*
Figura 11. *Figuras de la patente de Henson, ilustrando la navaja con guarda y sus componentes. Fuente: Adaptada de [17].* *054*
Figura 12. *Figuras de la patente de Frederick y Otto Kampfe, ilustrando su "safety razor". Fuente: Adaptada de [16].* *055*
Figura 13. *Figuras de la patente de Gillette, ilustrando la afeitadora manual de doble filo. Fuente: Adaptada de [18].* *055*
Figura 14. *Afeitadora manual modelo "Type A", de Jacob Schick. Fuente: Adaptada de [23].* *056*

Figura 15. *Afeitadora manual desechable, de BIC. Fuente: Adaptada de [29]. 057*
Figura 16. *Figuras de la patente US616554A, ilustrando la afeitadora eléctrica de John Francis O'Rourke. Fuente: Adaptada de [31]. 058*
Figura 17. *Figuras de la patente US1159647A, ilustrando la afeitadora automática "en seco" de John Bruecker. Fuente: Adaptada de [32]. 058*
Figura 18. *Figuras de la patente US1757978A, ilustrando la afeitadora eléctrica en seco de John Bruecker. Fuente: Adaptada de [35]. 059*
Figura 19. *Publicidad de afeitadoras eléctricas de láminas, de Remington (años 40). Fuente: Adaptada de [40]. 059*
Figura 20. *Afeitadora eléctrica "Philishave Type 7730 'Cigar'", de Philips. Fuente: Adaptada de [43]. 060*
Figura 21. *Publicidad de afeitadora inalámbrica Remington "Lektronic", con base de carga (años 60). Fuente: Adaptada de [45]. 060*
Figura 22. *Afeitadora eléctrica "S50" con tapón, de Braun. Fuente: Adaptada de [49]. 061*
Figura 23. *Afeitadora inalámbrica "Sixtant SM3", de Braun (1962) [47]. Fuente: Adaptada de [50]. 061*
Figura 24. *Figuras de la patente US1127409A, ilustrando la afeitadora circular mecánica de C. B. Collins. Fuente: Adaptada de [52]. 062*
Figura 25. *Figuras de la patente US1416199A, ilustrando el cabezal de la afeitadora "Collins" mecánica. Fuente: Adaptada de [54]. 062*
Figura 26. *Figuras de la patente US1351507A, ilustrando el mecanismo interno de la afeitadora "Collins" mecánica. Fuente: Adaptada de [55]. 062*
Figura 27. *Figuras de la patente US1480668A, ilustrando el mecanismo interno de la afeitadora "Collins" mecánica. Fuente: Adaptada de [56]. 063*
Figura 28. *Anuncio parcial de afeitadora "Collins" mecánica (1919). Fuente: Adaptada de [57]. 063*
Figura 29. *Afeitadora "Collins" mecánica. Fuente: Adaptada de [58]. 063*
Figura 30. *Afeitadora "Collins" manual, con estuche. Fuente: Adaptada de [59]. 064*
Figura 31. *Figuras de la patente US2258608A, ilustrando el mecanismo interno de la afeitadora mecánica vibratoria de R. P. Harshbenger. Fuente: Adaptada de [63]. 064*
Figura 32. *Afeitadora mecánica Stahly "Live-Blade", con estuche. Fuente: Adaptada de [64]. 065*
Figura 33. *Anuncio de afeitadora mecánica Stahly "Live-Blade" (1954). Fuente: Adaptada de [65]. 065*
Figura 34. *Anuncio de afeitadora mecánica "Automatic Vibro-Shaver" (1937). Fuente: Adaptada de [66]. 066*
Figura 35. *Afeitadora eléctrica con cable "Vibro-Shave", de Electric Razor Corp. Fuente: Adaptada de [69]. 066*
Figura 36. *Figuras de la patente GB108531A, ilustrando el estuche con sistema de afilado de la "safety razor" de Helier Alexander Vincent. Fuente: Adaptada de [73]. 067*
Figura 37. *Anuncio de afeitadoras manual, eléctrica y mecánica, de Rolls Razor (1949). Fuente: Adaptada de [72]. 067*
Figura 38. *Figuras de la patente GB513153A, ilustrando el mecanismo interno de la afeitadora mecánica de palanca "Viceroy Non-Electric". Fuente: Adaptada de [76]. 067*
Figura 39. *Afeitadora mecánica "Viceroy Non-Electric", de Rolls Razor. Fuente: Adaptada de [78]. 068*
Figura 40. *Figuras de la patente FR1098006A, ilustrando el mecanismo interno de la afeitadora mecánica de Paul Tournier. Fuente: Adaptada de [80]. 068*

Figura 41. *Figuras de la patente FR1067071A, ilustrando el cabezal cortante de Paul Tournier. Fuente: Adaptada de [82].* 069
Figura 42. *Figuras de la patente CH325570A, ilustrando el mecanismo interno de la afeitadora mecánica de Robert Thorens. Fuente: Adaptada de [85].* 069
Figura 43. *Figuras de la patente FR1091761A, ilustrando el cabezal cortante de Peltereau-Villeneuve. Fuente: Adaptada de [84].* 069
Figura 44. *Afeitadora mecánica Thorens "Riviera". Fuente: Adaptada de Google Imágenes (URL no disponible).* 070
Figura 45. *Afeitadora mecánica Thorens "Riviera", con estuche y manuales. Fuente: Adaptada de Google Imágenes (URL no disponible).* 070
Figura 46. *Anuncio de afeitadora mecánica "Riviera" (1955). Fuente: Primaria; adaptada de [87].* 070
Figura 47. *Afeitadora mecánica "Monaco". Fuente: Adaptada de [95].* 071
Figura 48. *Grabación del Apolo 14. Alan Shepard rasurándose con una afeitadora mecánica (1' 31"). Fuente: [98].* 071
Figura 49. *Grabación del Apolo 14. Alan Shepard dejando en suspensión una afeitadora mecánica tras limpiarla (2' 06"). Fuente: [98].* 071
Figura 50. *Grabación del Apolo 14. Edgar Mitchell rasurándose con una afeitadora mecánica (2' 33"). Fuente: [98].* 071
Figura 51. *Grabación del Apolo 14. Edgar Mitchell cediendo una afeitadora mecánica al cámara tras rasurarse (2' 47"). Fuente: [98].* 071
Figura 52. *Anuncio de afeitadora mecánica "Monaco" (1971). Fuente: Adaptada de [99].* 072
Figura 53. *Afeitadora mecánica "Sputnik", con caja (años 50). Fuente: Adaptada de [105].* 072
Figura 54. *Afeitadora mecánica "Sputnik-2", con estuche y espejo. Fuente: Adaptada de [109].* 073
Figura 55. *Afeitadora mecánica "Sputnik-3". Fuente: Adaptada de [110].* 073
Figura 56. *Afeitadora mecánica "Sputnik-67". Fuente: Adaptada de imagen procedente de Google Imágenes (URL no disponible).* 073
Figura 57. *Afeitadora mecánica en seco "Ohnestrom Volks Shaver". Fuente: Adaptada de [117].* 074
Figura 58. *Figuras de la patente DE1695185U, ilustrando el mecanismo interno de la afeitadora mecánica de O.H. Meier. Fuente: Adaptada de [115].* 074
Figura 59. *Afeitadora mecánica en seco "Volks Shaver". Fuente: Adaptada de [118].* 074
Figura 60. *Afeitadora mecánica "Gyr 100" Sufam. Fuente: Adaptada de [122].* 075

Apartado B: Viabilidad técnica

Figura 1. *Diagrama de los procesos de fabricación comentados, susceptibles de ser empleados en el rediseño.Fuente: Primaria.* 085
Figura 2. *Etapas del laminado de cuerdas con troqueles planos. Fuente: Adaptada de [1, Fig. 19.6, p. 399].* 086
Figura 3. *Ejemplos de violación de las reglas del recalcado. Fuente: Primaria; adaptada de [5, Fig. 16-18, p. 414].* 088
Figura 4. *Etapas del doblado, en V y en voladizo, de láminas metálicas. Fuente: Adaptada de [1, Fig. 20.12, p. 448].* 090
Figura 5. *Variantes del formado de bridas. Fuente: Adaptada de [1, Fig. 20.16, p. 451].* 091
Figura 6. *Múltiples formas de desplegado. Fuente: Adaptada de [1, Fig. 20.27, p. 461].* . . 091

Figura 7. *Ejemplo de estampado. Fuente: Adaptada de [1, Fig. 20.26, p. 460].* 091
Figura 8. *Etapas de la embutición profunda. Fuente: Adaptada de [1, Fig. 20.20, p. 454].* 092
Figura 9. *Gráfica mostrando los defectos generables en embutición profunda, en función de la fuerza del sujetador, el grosor de la lámina y la profundidad de copa embutida. Fuente: Primaria; adaptada de [5, Fig. 17-41, p. 461].* 093
Figura 10. *Ejemplos de corte en trozos y partición. Fuente: Primaria; adaptada de [1, Fig. 20.8, p. 446].* 094
Figura 11. *Elementos y distribución del punzonado fino. Fuente: Primaria; adaptada de [5, Fig. 17-3, p. 442].* 095
Figura 12. *Gráfica mostrando el límite geométrico de esquinas redondeadas en punzonado fino, en función del grosor del material, el radio y el ángulo de la esquina. Fuente: Primaria; adaptada de [11].* 096
Figura 13. *Gráficas mostrando el límite geométrico de ranuras, puentes y agujeros en punzonado fino, en función del grosor del material, de la dimensión de los elementos y de su cercanía entre ellos y con el borde de la lámina. Fuente: Primaria; adaptada de [11].* 097
Figura 14. *Gráfica mostrando el límite geométrico de dientes de engranaje en punzonado fino, en función del grosor del material y del módulo del diente. Fuente: Primaria; adaptada de [11].* 098
Figura 15. *Diagrama simplificado de una máquina de moldeo por inyección, con tornillo recíproco. Fuente: Adaptada de [1, Fig. 13.21, p. 277].* 099

Apartado C: Viabilidad económica

Figura 1. *Diagrama de equilibrio mostrando los ingresos y gastos generados al vender 5000 uds. a PVD. Fuente: Primaria.* 104
Figura 2. *Diagrama de equilibrio mostrando los ingresos y gastos generados al vender 3000 uds. a PVD y 2000 uds. a PVR. Fuente: Primaria.* 105

Anexo III: Estudio de marketing

Apartado A: Encuesta

Figura 1. *Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 1 encuestada. Fuente: Primaria.* 108
Figura 2. *Diagrama de columnas mostrando los resultados de la pregunta 2 encuestada. Fuente: Primaria.* 108
Figura 3. *Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 3 encuestada. Fuente: Primaria.* 108
Figura 4. *Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 4 encuestada. Fuente: Primaria.* 109
Figura 5. *Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 5 encuestada. Fuente: Primaria.* 109
Figura 6. *Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 6 encuestada. Fuente: Primaria.* 109
Figura 7. *Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 7 encuestada. Fuente: Primaria.* 109
Figura 8. *Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 8 encuestada. Fuente: Primaria.* 109

Figura 9. *Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 9 encuestada. Fuente: Primaria.* 109
Figura 10. *Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 10 encuestada. Fuente: Primaria.* 109
Figura 11. *Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 11 encuestada. Fuente: Primaria.* 109
Figura 12. *Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 12 encuestada. Fuente: Primaria.* 110
Figura 13. *Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 13 encuestada. Fuente: Primaria.* 110
Figura 14. *Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 14 encuestada. Fuente: Primaria.* 110
Figura 15. *Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 15 encuestada. Fuente: Primaria.* 110
Figura 16. *Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 16 encuestada. Fuente: Primaria.* 110
Figura 17. *Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 17 encuestada. Fuente: Primaria.* 110
Figura 18. *Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 18 encuestada. Fuente: Primaria.* 110
Figura 19. *Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 19 encuestada. Fuente: Primaria.* 110

Apartado B: QFD

Figura 1. *Figuras de la patente FR1098006A, ilustrando el mecanismo interno de la afeitadora mecánica de Paul Tournier. Fuente: Adaptada de [1].* 127
Figura 2. *Figuras de la patente FR1052570A, ilustrando el cabezal cortante de Paul Tournier. Fuente: Adaptada de [2].* 127
Figura 3. *Figuras de la patente FR1067071A, ilustrando el cabezal cortante de Paul Tournier. Fuente: Adaptada de [3].* 128
Figura 4. *Figuras de la patente FR64334E, ilustrando el cabezal cortante de Paul Tournier. Fuente: Adaptada de [4].* 128
Figura 5. *Figuras de la patente FR1091761A, ilustrando el cabezal cortante de René François-Marie Peltereau-Villeneuve. Fuente: Adaptada de [5].* 128
Figura 6. *Figuras de la patente FR68397E, ilustrando el cabezal cortapelos de René François-Marie Peltereau-Villeneuve. Fuente: Adaptada de [6].* 129
Figura 7. *Figuras de la patente CH325570A, ilustran-do el mecanismo interno de la afeitadora mecánica de Robert Thorens. Fuente: Adaptada de [7].* 129
Figura 8. *Figuras de la patente FR1156351A, ilustrando un posible mecanismo de encendido para una afeitadora mecánica tipo "riviera". Fuente: Adaptada de [8].* 130
Figura 9. *Figuras de la patente SU1194679A1, ilustrando el mecanismo interno de una afeitadora mecánica rusa tipo "riviera". Fuente: Adaptada de [9]* 130
Figura 10. *Figuras de la patente CN2074230U, ilustrando el mecanismo interno de una afeitadora mecánica china tipo "riviera". Fuente: Adaptada de [10].* 131

Anexo v: Diseño conceptual

Apartado A: Propuestas de partida

Figura 1. *Desensamble de la afeitadora mecánica Thorens "Riviera". Fuente: Primaria. 160*
Figura 2. *Afeitadora mecánica Thorens "Riviera", con estuche y manuales. Fuente: Adaptada de Google Imágenes (URL no disponible).* *161*
Figura 3. *Envase de la afeitadora mecánica Thorens "Riviera". Fuente: Primaria.* *162*
Figura 4. *Reverso del manual de la afeitadora mecánica Thorens "Riviera". Fuente: Primaria.* *163*
Figura 5. *Afeitadora mecánica en seco Thorens "Riviera". Fuente: Adaptada de Google Imágenes (URL no disponible).* *165*
Figura 6. *Anuncio de afeitadora mecánica "Riviera" (1955). Fuente: Primaria; adaptada de [8].* *166*
Figura 7. *Boceto inicial de la primera propuesta conceptual, mostrando el cabezal rasurador. Fuente: Primaria.* *168*
Figura 8. *Boceto ilustrativo del desplazamiento de las cuchillas: en el cabezal rasurador (arriba) y perfilador (abajo). Fuente: Primaria.* *170*
Figura 9. *Boceto inicial de la primera propuesta conceptual, mostrando el cabezal perfilador. Fuente: Primaria.* *171*
Figura 10. *Boceto final de la primera propuesta conceptual, mostrando el cabezal rasurador. Fuente: Primaria.* *172*
Figura 11. *Boceto del envase (estuche) de la primera propuesta conceptual. Fuente: Primaria.* *173*
Figura 12. *Boceto del embalaje primario (caja) de la primera propuesta conceptual. Fuente: Primaria.* *174*
Figura 13. *Renderizado de la primera propuesta conceptual, mostrando el cabezal rasurador, la llave de recarga (izquierda) y el botón de encendido (derecha). Fuente: Primaria.* *177*
Figura 14. *Renderizado de la parte superior de la primera propuesta conceptual, mostrando el cabezal rasurador y el botón de encendido. Fuente: Primaria.* *178*
Figura 15. *Boceto ilustrativo del montaje de la carcasa de la segunda propuesta conceptual. Fuente: Primaria.* *180*
Figura 16. *Boceto ilustrativo del anclaje del cabezal cortante de la segunda propuesta conceptual. Fuente: Primaria* *180*
Figura 17. *Boceto de la parte superior de la segunda propuesta conceptual, mostrando el cabezal rasurador y el botón de encendido. Fuente: Primaria.* *181*
Figura 18. *Boceto final de la segunda propuesta conceptual, mostrando el cabezal rasurador. Fuente: Primaria.* *183*
Figura 19. *Boceto ilustrativo del cabezal rasurador de la segunda propuesta conceptual. Fuente: Primaria.* *184*
Figura 20. *Boceto del envase (estuche) de la segunda propuesta conceptual. Fuente: Primaria.* *185*
Figura 21. *Boceto ilustrativo del cabezal perfilador de la segunda propuesta conceptual. Fuente: Primaria.* *189*
Figura 22. *Renderizado de la segunda propuesta conceptual, mostrando el cabezal rasurador, la llave de recarga (derecha) y el botón de encendido (izquierda). Fuente: Primaria.* *191*
Figura 23. *Renderizado de la parte superior de la segunda propuesta conceptual, mostrando el cabezal rasurador y el botón de encendido. Fuente: Primaria.* *192*

Autor: D. Ricardo Jurado Martínez
Cotutor: Don Jorge Pérez García
Escuela de Ingenierías Industriales
Universidad de Málaga – 19/09/2023

Apartado B: Selección de propuestas

Figura 1. *Afeitadora mecánica en seco Thorens "Riviera", con estuche y manuales. Fuente: Adaptada de Google Imágenes (URL no disponible).* 194
Figura 2. *Renderizado de la primera propuesta conceptual, mostrando el cabezal rasurador, la llave de recarga (izquierda) y el botón de encendido (derecha). Fuente: Primaria.* 195
Figura 3. *Renderizado de la parte superior de la primera propuesta conceptual, mostrando el cabezal rasurador y el botón de encendido. Fuente: Primaria.* 196
Figura 5. *Renderizado de la segunda propuesta conceptual, mostrando el cabezal rasurador, la llave de recarga (derecha) y el botón de encendido (izquierda). Fuente: Primaria.* 196
Figura 4. *Renderizado de la parte superior de la segunda propuesta conceptual, mostrando el cabezal rasurador y el botón de encendido. Fuente: Primaria.* 196

Apartado C: Rediseño resultante

Figura 1. *Renderizado del rediseño conceptual final, mostrando el cabezal rasurador, la llave de recarga (derecha) y el botón de encendido (izquierda). Fuente: Primaria.* 223
Figura 2. *Renderizado de la parte superior frontal del rediseño conceptual final, mostrando el cabezal rasurador y el botón de encendido. Fuente: Primaria.* 224
Figura 3. *Renderizado de la parte superior frontal del rediseño conceptual final, mostrando el cabezal perfilador y el botón de encendido. Fuente: Primaria.* 228
Figura 4. *Renderizado de la parte superior trasera del rediseño conceptual final, mostrando el cabezal perfilador y su fisonomía. Fuente: Primaria.* 228

Autor: D. Ricardo Jurado Martínez
Tutor: D. José Luis Martínez Torres
Escuela de Ingenierías Industriales
Universidad de Málaga – 19/09/2023

Índice de Tablas General

Anexos

Anexo I: Definición estratégica

Tabla 1. *Diagrama de Gantt, ordenando las tareas e hitos según su temática. Fuente: Primaria.* 045

Anexo II: Estudio de viabilidad

Apartado C: Viabilidad económica

Tabla 1. *Análisis estadístico de los diferentes PVP votados en la encuesta. Fuente: Primaria.* 102
Tabla 2. *Resumen de la estimación de variables iniciales, ingresos y gastos, para 5000 uds. vendidas. Fuente: Primaria.* 104

Anexo III: Estudio de marketing

Apartado A: Encuesta

Tabla 1. *Resumen de respuestas mayoritarias relativas al perfil personal, comportamiento y tendencias de los encuestados. Fuente: Primaria.* 111
Tabla 2. *Resumen de respuestas mayoritarias relativas a las características, generales y técnicas, del producto. Fuente: Primaria.* 112
Tabla 3. *Valoración y peso de las respuestas mayoritarias relativas a las características, generales y técnicas, del producto. Fuente: Primaria.* 113
Tabla 4. *Grado de importancia de las respuestas mayoritarias relativas a las características, generales y técnicas, del producto según su peso ponderado. Fuente: Primaria.* 114

Apartado B: QFD

Tabla 1. *Resumen de cálculos relativos al análisis de los "Qué", ordenados según su importancia relativa. Fuente: Primaria.* 118
Tabla 2. *Cálculo del grado de importancia para el usuario de los "Qué", según la valoración de las preguntas de la encuesta relacionadas con cada uno. Fuente: Primaria.* 119
Tabla 3. *Matriz mostrando el grado de relación existente entre los "Qué" y "Cómo" considerados. Fuente: Primaria.* 119
Tabla 4. *Resumen de cálculos relativos al análisis de los "Cómo", ordenados según su importancia relativa. Fuente: Primaria.* 120
Tabla 5. *Lista de los "Qué", ordenados por orden de importancia. Fuente: Primaria.* 120
Tabla 6. *Lista de los "Cómo", ordenados por orden de importancia. Fuente: Primaria.* . . . 121
Tabla 7. *Resumen del grado de relación entre los "Qué" y "Cómo". Fuente: Primaria.* . . . 121

Anexo iv: especificaciones

Tabla 1. *Resumen de necesidades del cliente, clasi-ficadas según su grado de importancia para el usuario. Fuente: Primaria.* 148
Tabla 2. *Lista de los "Qué", ordenados por orden de importancia. Fuente: Primaria.* 150
Tabla 3. *Lista de los "Cómo", ordenados por orden de importancia. Fuente: Primaria.* . . . 150
Tabla 4. *Lista de especificaciones (Parte 1 de 7). Fuente: Primaria.* 151
Tabla 5. *Lista de especificaciones (Parte 2 de 7). Fuente: Primaria.* 152
Tabla 6. *Lista de especificaciones (Parte 3 de 7). Fuente: Primaria.* 153
Tabla 7. *Lista de especificaciones (Parte 4 de 7). Fuente: Primaria.* 154
Tabla 8. *Lista de especificaciones (Parte 5 de 7). Fuente: Primaria.* 155
Tabla 9. *Lista de especificaciones (Parte 6 de 7). Fuente: Primaria.* 156
Tabla 10. *Lista de especificaciones (Parte 7 de 7). Fuente: Primaria.* 157

Anexo v: Diseño conceptual

Apartado B: Selección de propuestas

Tabla 1. *Lista de criterios de la matriz Pugh, mostrando sus variables asociadas. Fuente: Primaria.* 197
Tabla 2. *Lista de características de las alternativas planteadas en la matriz Pugh (Parte 1 de 6). Fuente: Primaria.* 197
Tabla 3. *Lista de características de las alternativas planteadas en la matriz Pugh (Parte 2 de 6). Fuente: Primaria.* 198
Tabla 4. *Lista de características de las alternativas planteadas en la matriz Pugh (Parte 3 de 6). Fuente: Primaria.* 199
Tabla 5. *Lista de características de las alternativas planteadas en la matriz Pugh (Parte 4 de 6). Fuente: Primaria.* 200
Tabla 6. *Lista de características de las alternativas planteadas en la matriz Pugh (Parte 5 de 6). Fuente: Primaria.* 201
Tabla 7. *Lista de características de las alternativas planteadas en la matriz Pugh (Parte 6 de 6). Fuente: Primaria.* 202
Tabla 8. *Evaluación de atributos de las alternativas planteadas en la matriz Pugh (Parte 1 de 3). Fuente: Primaria.* 202
Tabla 9. *Evaluación de atributos de las alternativas planteadas en la matriz Pugh (Parte 2 de 3). Fuente: Primaria.* 203
Tabla 10. *Evaluación de atributos de las alternativas planteadas en la matriz Pugh (Parte 3 de 3). Fuente: Primaria.* 204
Tabla 11. *Resumen de evaluación de las alternativas planteadas en la matriz Pugh (Parte 1 de 2). Fuente: Primaria.* 205
Tabla 12. *Resumen de evaluación de las alternativas planteadas en la matriz Pugh (Parte 2 de 2). Fuente: Primaria.* 206
Tabla 13. *Extracto de evaluación de propuesta "A" respecto a "Referencia", mostrando la ponderación relativa total del grado de mejora de cada criterio. Fuente: Primaria.* 217
Tabla 14. *Extracto de evaluación de propuesta "B" respecto a "Referencia", mostrando la ponderación relativa total del grado de mejora de cada criterio. Fuente: Primaria.* 218

Apartado C: Rediseño resultante

Tabla 1. *Resumen de características del rediseño conceptual final (Parte 1 de 4). Fuente: Primaria.* *230*
Tabla 2. *Resumen de características del rediseño conceptual final (Parte 2 de 4). Fuente: Primaria.* *231*
Tabla 3. *Resumen de características del rediseño conceptual final (Parte 3 de 4). Fuente: Primaria.* *232*
Tabla 4. *Resumen de características del rediseño conceptual final (Parte 4 de 4). Fuente: Primaria.* *233*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

Escuela de Ingenierías Industriales

Departamento de Expresión Gráfica, Diseño y Proyectos

Áreas del conocimiento:
Expresión Gráfica en la Ingeniería
Proyectos de Ingeniería

Trabajo de Fin de Grado

Rediseño de Afeitadora Mecánica en Seco

MEMORIA

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto

Curso 2022/2023

Autor: D. Ricardo Jurado Martínez

Tutor: D. José Luis Martínez Torres

Cotutor: D. Jorge Pérez García

A 19 de septiembre de 2023, Málaga

Memoria

1. Objeto

Este trabajo plantea rediseñar, a nivel conceptual, una afeitadora mecánica en seco de mediados del siglo xx.

Para satisfacer dicho objeto, se propondrán alternativas conceptuales a los desafíos medioambientales actuales debidos a la sociedad de consumo, no solo considerando las innovaciones introducidas por las nuevas tecnologías sino, también, el estado del arte pretérito.

2. Alcance

Este trabajo abarca diferentes metodologías orientadas al desarrollo de productos y diseños conceptuales, tales como estudios de viabilidad y marketing, definición de especificaciones, y planteamiento y selección de alternativas, todo ello con tal de satisfacer la premisa de origen.

Respecto a los estudios de viabilidad, estos tratarán ámbitos comerciales (i. e., análisis de la competencia y de las propuestas del mercado), técnicos (i. e., investigación sobre procesos de fabricación) y económicos (i. e., estimación del PVP del producto y dimensionamiento de su oferta).

Respecto a los estudios de marketing, estos reunirán y analizarán la información de interés procedentes del potencial público objetivo, concretamente, a través de una encuesta y un despliegue de la función de calidad (QFD).

3. Antecedentes

Esta propuesta de rediseño parte de la necesidad de nuevas soluciones de diseño en los productos de higiene existentes en el mercado, los cuales carecen en muchos casos de consideraciones medioambientales más allá de las impuestas en el marco legal actual.

Atendiendo a esto último, las propuestas conceptuales formuladas se orientarán al desarrollo de un aparato automático de afeitado mecánico, en contraste con uno eléctrico, ya sea inalámbrico o no, cuyos componentes principales (la mayoría electrónicos) tienden a ser menos respetuoso con el medio ambiente tras finalizar su vida útil, la cual suele ser breve, sobre todo en modelos de bajo coste, empeorando así el escenario a nivel ecológico.

4. Normas y referencias

Un estudio más exhaustivo de las siguientes disposiciones legales (estatales y comunitarias) y normas aplicables (armonizadas o no) está en el epígrafe "2.11. Necesidades según normativa legal", dentro del punto "2. Descripción de necesidades" del "Anexo iv: Especificaciones" de este trabajo.

4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

4.1.1. Disposiciones legales españolas y comunitarias europeas

- **Real Decreto 1055/2022,** de 27 de diciembre, de envases y residuos de envases.
- **Directiva 2001/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo,** de 3 de diciembre de 2001, relativa a la seguridad general de los productos.
- **Real Decreto 1801/2003,** de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos.
- **Real Decreto Legislativo 1/2007,** de 16 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General para la Defensa de los Consumidores y usuarios y otras leyes complementarias.

4.1.2. Normalización aplicable

- **UNE-EN ISO 5455:1996,** Dibujos Técnicos. Escalas. (ISO 5455:1979).

- **UNE-EN ISO 128-1:2020,** Documentación técnica de productos (TPD). Principios generales de representación. Parte 1: Introducción y requisitos fundamentales. (ISO 128-1:2020) (Ratificada por AENOR en julio de 2020.).
- **UNE-EN ISO 128-2:2020,** Documentación técnica de productos. Principios generales de representación. Parte 2: Convenciones básicas para las líneas. (ISO 128-2:2020) (Ratificada por la AENOR en septiembre de 2020.).
- **UNE-EN ISO 128-3:2020,** Documentación técnica de productos. Principios generales de representación. Parte 3: Vistas, secciones y cortes. (ISO 128-3:2020) (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en agosto de 2020.).
- **UNE-EN ISO 128-100:2020,** Documentación técnica de productos. Principios generales de presentación. Parte 100: Índice. (ISO 128-100:2020) (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en julio de 2020.).
- **UNE-EN ISO 129-1:2019,** Documentación técnica de los productos (TPD). Representación de dimensiones y tolerancias. Parte 1: Principios generales. (ISO 129-1:2018) (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en noviembre de 2019.).
- **UNE-EN ISO 216:2008,** Papel de escritura y ciertos tipos de impresos. Formatos acabados. Series A y B e indicador de dirección máquina. (ISO 216:2007).
- **UNE 1027:1995,** Dibujos técnicos. Plegado de planos. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización.).
- **UNE 1028:1975,** Perforaciones para la clasificación de los papeles. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en mayo de 1975.).
- **UNE-EN ISO 2203:1998,** Dibujos técnicos. Signos convencionales para engranajes. (ISO 2203:1973).
- **UNE-EN ISO 3098-1:2015,** Documentación técnica de productos. Escritura. Parte 1: Requisitos generales. (ISO 3098-1:2015). (Ratificada por Asociación Española de Normalización en abril de 2015.).
- **UNE-EN ISO 5456-1:2000,** Dibujos técnicos. Métodos de proyección. Parte 1: Sinopsis. (ISO 5456-1:1996).
- **UNE-EN ISO 5456-2:2000,** Dibujos técnicos. Métodos de proyección. Parte 2: Representaciones ortográficas. (ISO 5456-2:1996).
- **UNE-EN ISO 5456-3:2000,** Dibujos técnicos. Métodos de proyección. Parte 3: Representaciones axonométricas. (ISO 5456-3:1996).
- **UNE-EN ISO 5456-4:2002,** Dibujos técnicos. Métodos de proyección. Parte 4: Proyección central. (ISO 5456-4:1996).
- **UNE-EN ISO 5457:2000,** Documentación técnica de producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo. (ISO 5457:1999).
- **UNE-EN ISO 5457:2000/A1:2010,** Documentación técnica de producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo. Modificación 1. (ISO 5457:1999/Amd 1:2010).
- **ISO 6336-1:2019,** Calculation of load capacity of spur and helical gears - Part 1: Basic principles, introduction and general influence factors.
- **ISO 6336-2:2019,** Calculation of load capacity of spur and helical gears - Part 2: Calculation of surface durability (pitting).

- **ISO 6336-3:2019,** Calculation of load capacity of spur and helical gears - Part 3: Calculation of tooth bending strength.

- **UNE-EN ISO 6433:2012,** Documentación técnica de producto. Referencias de partes (ISO 6433:2012) (Ratificada por AENOR en julio de 2012.).

- **UNE-EN ISO 7200:2004,** Documentación técnica de productos. Campos de datos en bloques de títulos y en cabeceras de documentos (ISO 7200:2004).

- **UNE-EN ISO 9431:2000,** Dibujos de construcción. Espacio para dibujo y texto, cuadros de rotulación en formato dibujo. (ISO 9431:1990).

- **UNE-EN ISO 11442:2006,** Documentación técnica de productos. Gestión de documentos (ISO 11442:2006).

- **UNE-EN ISO 12100:2012,** Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo. (ISO 12100:20 10).

- **UNE 18004-1:1993,** Engranajes. Vocabulario y definiciones geométricas. Parte 1: definiciones generales, engranajes y pares de engranajes cilíndricos, cónicos e hipoides. (ISO 1122-1:1983).

- **UNE 18005:1984,** Engranajes cilíndricos para mecánica general y mecánica pesada. Módulos y diametrales Pitch. (ISO 54:1977).

- **UNE 18033:1984,** Notación internacional de los engranajes. Símbolos de datos geométricos. (ISO 701:1976).

- **UNE 18066:1961,** Engranajes. Rectos y helicoidales.

- **UNE 157001:2014,** Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.

4.2. Programas de cálculo

- **Microsoft Excel 365:** Procesador de hojas de cálculo, de Microsoft. Empleado en este trabajo para realizar operaciones numéricas y estadísticas, y para la tabulación de resultados de diferente índole.

- **Microsoft Project 2016:** Software de administración de proyectos, de Microsoft. Empleado en este trabajo para estructurar su planificación en el tiempo.

- **SolidWorks 2020:** Software de diseño asistido por computadora (CAD), de Dassault Systèmes. Empleado en este trabajo para el cálculo y generación de las superficies de las propuestas de producto y del rediseño conceptual final, además de para la creación de planos del rediseño conceptual final.

- **SolidEdge ST10 (2017):** Software de diseño asistido por computadora (CAD), de Siemens. Empleado en este trabajo para el cálculo y generación de las superficies de las propuestas de producto.

- **KeyShot 6 (2015):** Software de iluminación y renderizado de modelos 3D, de Luxion. Empleado en este trabajo para el cálculo de la iluminación y generación del renderizado de las propuestas de producto y del rediseño conceptual final.

- **Adobe Illustrator 2020:** Editor de gráficos vectoriales, de Adobe. Empleado en este trabajo para el dimensionamiento y edición de gráficos vectoriales.

- **Adobe Photoshop 2020:** Editor de fotografías, de Adobe. Empleado en este trabajo para el dimensionamiento y edición de imágenes digitales.

- **Adobe InDesign 2021:** Software de diagramación editorial, de Adobe. Empleado en este trabajo para la composición editorial de los documentos del proyecto.

4.3. Bibliografía

[1] R. P. William, *Cost engineering analysis: a guide to the economic evaluation of engineering projects*. Nueva York, NY, USA: Wiley, 1973.

[2] J. Panero y M. Zelnik, *Las dimensiones humanas en los espacios interiores*, 7ª ed. México D.F., México: Ediciones G. Gili, 1996.

[3] I. Campi i Valls, "El diseño de producto en el siglo xx. Un experimento narrativo occidental," Tesis doctoral, Departament de Disseny i Imatge, Universitat de Barcelona, Barcelona, España, 2015.

[4] M. P. Groover, *Fundamentos de manufactura moderna*, 3ª ed. Ciudad de México, México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2007.

[5] J. T. Black y R. A. Kohser, *DeGarmo's materials and processes in manufacturing*, 11ª ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2012.

[6] S. P. Radzevich, *Dudley's handbook of practical gear design and manufacture*, 2ª ed. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2012.

5. Definiciones y abreviaturas

- **PVP:** Precio de Venta del Producto; valor de venta de un bien o servicio que paga el consumidor final.

- **PVD:** Precio de Venta Directa; valor de venta de un bien o servicio que paga el intermediario de la cadena de distribución.

- **PVR:** Precio de Venta Reducido; valor reducido de venta de un bien o servicio que paga el intermediario de la cadena de distribución.

- **BAII:** Beneficios Antes de Intereses e Impuestos; resultado en una operación económica de restar ingresos y costes totales, excluyendo de este último los impuestos e intereses a pagar por la empresa.

- **QFD:** En inglés, "Quality Function Deployment"; en español, "Despliegue de la función de calidad", herramienta metodológica que ayuda a establecer los rasgos a reunir por el futuro rediseño.

6. Requisitos de diseño

Los requisitos de partida para este rediseño, establecidos en el "Anexo I: Definición estratégica", agrupados según prioridad y orden de importancia fueron los siguientes:

- **Requisitos primarios:** Orientados hacia atributos imprescindibles en el producto.

  1. **Autonomía mecánica:** Sin presencia de elementos eléctricos o electrónicos; la única fuente de energía de la afeitadora deberá ser la proporcionada por el usuario, almacenándose con medios mecánicos.

  2. **Consideración de aspectos medioambientales del producto:** Se deberán contemplar aspectos relativos a la legislación y normativa ambiental, al estudio de materiales, componentes y ciclo de vida del producto, y a la exploración de procesos de fabricación menos contaminantes, entre otros.

  3. **Seguridad:** Se deberán añadir medidas de protección debido a la presencia de partes móviles punzantes o cortantes en el producto.

- **Requisitos secundarios:** Orientados hacia aquellas características necesarias para aumentar la competitividad del producto dentro del mercado.

  1. **Usabilidad:** Se deberá promover una clara compresión del funcionamiento del producto por el usuario.

  2. **Ergonomía:** Se deberá promover la adaptación de elementos físicos del producto siguiendo las proporciones del usuario objetivo de referencia.

3. **Normalización:** Se deberá promover la integración de elementos estandarizados y la consideración de normativa armonizada de gran alcance para facilitar la producción y reparación del producto.

4. **Portabilidad:** Se deberá promover la facilidad de almacenado y transporte del producto y sus diferentes elementos añadidos.

5. **Mejora de la experiencia de afeitado:** Esta se deberá promover mediante el aumento de calidad del producto y la incorporación de elementos que asistan el proceso de afeitado.

6. **Relación calidad-precio:** El precio de venta se deberá configurar de acuerdo con la competitividad y rivalidad existente en el mercado, de manera que sea atractiva la fabricación del producto en la actualidad.

• **Requisitos deseables:** Orientados hacia aquellos aspectos destacables para tener en cuenta no contemplados hasta el momento, siempre que no afecten negativamente a las características procedentes de requisitos de orden superior.

1. **Multifuncionalidad:** Se podrán añadir características que permitan diferentes usos de la afeitadora aparte de una función principal.

2. **Estética minimalista:** Se considerará adaptar el producto al estilo contemporáneo basado en diseños sucintos y libres de elementos innecesarios.

Partiendo de tales requisitos, se realizaron una serie de estudios para determinar la viabilidad real de la propuesta considerada: en el ámbito comercial, mediante análisis de mercado y competencia, en el ámbito técnico, a través del estudio de los procesos de fabricación actuales, y en el ámbito económico, estimando ventas y beneficios.

Estas tres temáticas se encuentran desarrolladas en el "Apartado A: Viabilidad comercial", "Apartado B: Viabilidad técnica", y en el "Apartado C: Viabilidad económica" del "Anexo III: Estudio de viabilidad".

Una vez desarrollados los dos primeros apartado comentados (i. e., "Apartado A: Viabilidad comercial" y "Apartado B: Viabilidad técnica"), se definió la legislación pertinente que pudiera afectar al rediseño del producto, la cual está disponible en este documento de memoria, en el "Anexo I: Definición estratégica" y en el "Anexo IV: Especificaciones", procediéndose en el último anexo a su análisis exhaustivo.

Tras garantizar al producto un marco comercial, técnico y legal en el que apoyarse, se procedió a la definición del público objetivo al que iría dirigido a través de una encuesta, la cual figura en el "Apartado A: Encuesta" del Anexo III: Estudio de marketing".

Según los resultados de la encuesta en la que participaron 50 personas, la mayoría alumnado del Grado de Diseño Industrial y Desarrollo del Producto de la Universidad de Málaga, se obtuvo un perfil mayoritario que respondía al de estudiante masculino, de entre 18 y 25 años, el cual se afeitaba al menos una vez por semana, dedicándole entre 10 y 20 minutos y utilizando el baño como lugar predilecto para realizar tal actividad.

Las tendencias generales que este usuario buscaba en la oferta actual eran un precio de entre 30 € y 70 €, formas curvas y ergonómicas, colores oscuros, la inclusión de elementos auxiliares (espejo, set de limpieza de la afeitadora…), multifuncionalidad y un almacenaje rígido del producto.

Respecto a las propiedades técnicas del aparato, dicho cliente objetivo se centraba en su reparabilidad, reciclabilidad y seguridad; aspectos tales como la utilización de componentes metálicos y recambios individuales, un envase austero o mayor grado "IP" eran paradigmas fuertemente valorados.

Junto a esto, este usuario estimaba un producto con un almacenamiento de energía mecánica a largo plazo, frente a otros sistemas.

Al saber el perfil del consumidor objetivo comentado, también se pudo concretar la competencia y el catálogo de productos a los que se enfrentaría la nueva propuesta, de todos los estudiados en los análisis de mercado y oferta presentes en el "Apartado A: Viabilidad comercial" del "Anexo II: Estudio de viabilidad".

Así pues, las principales marcas competidoras serían Braun, Philips, Remington y Panasonic.

Sus propuestas, que ocupan amplias gamas, aun siendo afeitadoras eléctricas, podrían rivalizar con la proyectada al situarse en un rango de precios similar; esto haría que el usuario tuviera que comparar en mayor detalle las diferencias entre modelos con el mismo PVP, escogiendo seguramente la alternativa con mejor relación calidad-precio.

Esta característica se suele manifestar en los aparatos de gama media mediante la inclusión de accesorios que aumentan el aspecto de multifuncionalidad. Partiendo de esto, se concluyó que la capacidad de hacer frente a la competencia dependía de la visibilidad de las múltiples propiedades y elementos añadidos de la afeitadora diseñada.

Junto al cliente objetivo definido, también se concretaron los canales de distribución, apoyándose en la información recopilada en el "Apartado A: Viabilidad comercial" del "Anexo II: Estudio de viabilidad". Según esta, la mejor alternativa sería comercializar la afeitadora a través de grandes superficies y portales de venta web.

Mientras que la primera opción destaca por tener un amplio alcance geográfico, sobre todo a nivel local, la principal ventaja de la venta por internet es la reducción de comisiones por intermediarios, lo que aumentaría el margen de beneficios.

Aunque la definición del modelo de negocio no es objetivo del presente trabajo, sí lo es la adaptación del producto a los medios por los que se vendería, sobre todo, en temas de envase y embalaje; de ahí su consideración.

Una vez conocidas estas variables, se ejecutó el último estudio de viabilidad (i. e., el económico). Con él, se consiguió hacer una estimación de la evolución de ingresos, costes y beneficios para una cantidad concreta de unidades producidas (i. e., 5000 unidades anuales) a un PVP determinado (i. e., alrededor de unos 70 €, situándose en una gama media-alta). También se planteó un escenario de venta de unidades con precio reducido (PVR), en donde los beneficios se resentían considerablemente; partiendo de esto, se concluyó que se debían evitar grandes descuentos, al tiempo que enfatizar un PVP algo mayor para asegurar unos beneficios considerables.

Para terminar con las metodologías centradas en el análisis de variables de partida del producto, englobadas estas como "Metodologías generales" según la planificación del "Anexo I: Definición estratégica", se ejecutó un despliegue de la función de calidad (i. e., QFD), con tal de valorar qué rasgos debían estar presentes en la futura propuesta, previo a la redacción de las especificaciones del producto, las cuales se encuentran en el "Anexo IV: Especificaciones".

Dicha herramienta, desarrollada ampliamente en el "Apartado B: QFD" del "Anexo III: Estudio de marketing", tiene como objetivos definir lo que buscan los usuarios y contrastar las propuestas de la competencia con la propia, pudiendo priorizar sus características y los aspectos a mejorar.

En esta ocasión, se consideró como propuesta propia de partida a la afeitadora mecánica en seco Thorens "Riviera", un modelo de los años 50, cuyo diseño fue el más replicado desde entonces; así se corrobora en el estudio del estado del arte previo y patentes presente en el "Apartado A: Viabilidad comercial" del "Anexo II: Estudio de viabilidad".

Debido a su fama, fue relativamente fácil conseguir un modelo original funcional para su estudio en este trabajo.

Respecto a las propuestas de la competencia, se consideraron tanto modelos actuales eléctricos como uno coetáneo mecánico. Los primeros, los cuales ya fueron analizados en el "Apartado A: Viabilidad comercial" del "Anexo II: Estudio de viabilidad", se seleccionaron al encontrarse en el rango de precios mayormente votado en la encuesta (entre 30 y 70 €), mientras que el segundo, que también figura en el mismo epígrafe, se eligió por compartir época y funcionamiento con la Thorens "Riviera".

Tras establecer las variables de las que dependía la afeitadora mecánica y cómo se podían satisfacer (extraídos ambos aspectos de la encuesta), realizando las comparaciones y cálculos pertinentes, se obtuvo una jerarquía de tales variables y soluciones.

Respecto a las primeras, las más notables fueron un precio atractivo, una alta usabilidad, una estética formal distinguida, la autonomía mecánica, la protección del producto y el usuario, y aquellas relativas al aspecto medioambiental, como la reciclabilidad o el impacto en el entorno. Respecto a las segundas, se valoraban soluciones relacionadas con las variables más notorias ya mencionadas, como el empleo de un envase austero, un muelle motor recargable mediante llave, el uso de piezas y uniones estandarizadas, entre muchos otros.

Al hallarse estas conclusiones, se procedió con el grupo de "Metodologías específicas" definido en la planificación del "Anexo I: Definición estratégica", comenzando a redactar la lista de especificaciones del producto, según dieciséis criterios distintos y apoyándose en tales conclusiones; esta se encuentra recogida en el "Anexo IV: Especificaciones".

Tras ello, se empleó dicha lista para modelar las dos propuestas conceptuales, de las cuales se contrastaron sus características entre sí y con las de la afeitadora de referencia Thorens "Riviera" (previamente utilizada en el QFD).

De esta forma, se cribarían los atributos de las tres para componer un rediseño conceptual final. A continuación, se comentarán en los siguientes puntos estos apartados.

7. Análisis de soluciones

Como se ha mencionado al final del punto anterior, al obtener todas las conclusiones relativas a las variables de partida del producto, se procedió al modelado de las alternativas de afeitadora mecánica con base en la lista de especificaciones del "Anexo IV: Especificaciones".

Concretamente, se dispusieron dos propuestas, tratando múltiples aspectos; junto a esto, para un mejor planteamiento de las soluciones a adoptar, estas fueron acompañadas por un análisis, en los mismos términos, de la afeitadora mecánica de referencia Thorens "Riviera".

A continuación, se mostrará un resumen de las cuestiones más notorias de estos tres productos, estando disponible el informe al completo en el "Apartado A: Propuestas de partida" del "Anexo V: Diseño conceptual".

7.1. Producto de referencia

Como ya se ha dicho previamente, la afeitadora mecánica en seco Thorens "Riviera" fue el diseño predilecto fabricado a partir de los años 50, siguiendo las patentes francesas de su inventor, Paul Tournier, las cuales han sido discutidas junto a otras en el "Anexo IV: Especificaciones".

Tal como se vio en el estudio del estado del arte previo presente en el "Apartado A: Viabilidad comercial" del "Anexo II: Estudio de viabilidad", este modelo podía recibir diferentes nombre dependiendo del país, época y fabricante (p. ej., "Riviera" en Europa, "Sputnik" en Rusia, o "Monaco" en Estados

Unidos), modificando su apariencia externa para adaptarse a la circunstancia socioeconómica del momento, como el consumismo estadounidense o la carrera espacial de los años 50 y 70, respectivamente.

Respecto a las características relativas a las especificaciones de fabricación, destacan sus medidas externas, proporcionales a una mano adulta, y la resistencia general que sus materiales y acabados presentan, en el caso del modelo funcional que se tiene físicamente en este trabajo, tras décadas de uso.

También es reseñable la disposición y tipología de los componentes y uniones, los cuales permiten una alta desensamblabilidad y, por ende, reparabilidad del aparato; la Thorens "Riviera" está formada por dos carcasas de polímero, una frontal y otra trasera, unidas mediante tornillos situados en esta última.

Como desventajas, se encuentran un peso considerable (aproximadamente de 472 gramos) debido a sus componentes internos metálicos, una distribución algo incómoda de los elementos exteriores (con los botones de encendido/apagado a los lados y el cabezal cortante en un lateral), un mecanismo interno no aislado propenso a fugas de lubricante, uniones no reutilizables tras romperse por fatiga, y el empleo de materiales no recomendados bajo los estándares de seguridad actuales (como es el caso de la urea-formaldehído, un polímero termoestable empleado en la carcasa del producto, cuya degradación es tóxica).

Estas consideraciones afectan significativamente a la ergonomía y usabilidad del producto, siendo variables capitales en un aparato que se sujeta con la mano durante un tiempo considerable, lo que dure el afeitado.

Respecto al mantenimiento del aparato, aunque su limpieza y lubricación son sencillas, la primera con agua y la segunda a través de las finas tolerancias no estancas entre componentes, lo cierto es que esta última deja bastante que desear al atentan contra la protección interna del aparato, además de contra la ergonomía ya mencionada, concretamente, a su variante de protección del usuario; si el lubricante interno se dispersa por la superficie externa, al usuario se le podría resbalar de la mano y causar algún daño.

Respecto a las características relativas a las especificaciones de ergonomía, aparte de los atributos ya comentados, destaca la multifuncionalidad a través de los dos cabezales intercambiables disponibles, uno rasurador y otro cortapelos. Sin embargo, el uso de estos se ve lastrado por las soluciones formales que las definen y por la distribución de los elementos exteriores ya comentados, debido todo ello a cómo se organiza el mecanismo interno del aparato.

Atendiendo a la portabilidad, este producto incluye un estuche rígido de cuero que, aun permitiendo un cómodo transporte, peca de ser poco compacto debido a los volúmenes que sobresalen de la carcasa, como el cabezal cortante o la llave de recarga. Respecto al transporte mercantil, la Thorens "Riviera" emplea, como embalaje primario, una caja de cartón fino con un armazón de cartón corrugado en su interior para inmovilizar al envase (estuche); esto se valorará en las propuestas como un gasto superfluo de material para un elemento de un solo uso.



Figura 1. Afeitadora mecánica Thorens "Riviera", con estuche y manuales. Fuente: Adaptada de Google Imágenes (URL no disponible).

Respecto a las características relativas a las especificaciones de seguridad, aparte de las ya mencionadas en relación con otras variables, destacan un afeitado aceptable sin tirones, el aislamiento de las partes móviles, solo accesibles mediante herramientas adecuadas, y el guiado del usuario en el funcionamiento y mantenimiento de la máquina, a través del manual e iconografía, para salvaguardar la integridad del mecanismo interno.

Por contra, el aparato flaquea al no presentar un mecanismo de restricción de su funcionamiento, pudiéndose activar con el cabezal cortantes desacoplado, entre otras circunstancias.

Tampoco destaca la manejabilidad a nivel mecánico de los cabezales intercambiables; al intentar sustituir el ya instalado, su sistema de uniones en bayoneta tiende a bloquearse, y la estructura interna del cabezal rasurador no permite un cambio rápido y seguro de las cuchillas, requiriendo de herramientas concretas.

Respecto a la estética y acabados del aparato, este plantea un estilo cercano al "Styling" americano de los años 30, con formas bulbosas, colores pastel y cromados. Aunque este último aspecto sí es interesante al proteger las piezas frente a agentes externos, el resto de atributos visuales están pasados de moda en comparación con el minimalismo atemporal contemporáneo.

7.2. Primera propuesta conceptual

En esta primera propuesta conceptual de afeitadora, se plantearon dos modelos: el primero, orientado a la funcionalidad mediante la redistribución de los elementos externos y modificación de los elementos de corte, y el segundo, centrado en la ergonomía de los cambios del primero.

A continuación, se comentarán las características del segundo planteamiento, al ser el considerado como primera propuesta conceptual final.

Respecto a las características relativas a las especificaciones de fabricación, destacan unas medidas ergonómicas similares a las de la Thorens "Riviera", el planteamiento de un peso reducido, garante de usabilidad (mediante el estudio de materiales y geometría de las piezas), y la reciclabilidad y seguridad de los materiales (p. ej., empleando polímero termoplástico ABS y restringiendo el uso de solo un material por pieza, todos ellos indicados en estas).

También son reseñables el empleo de una carcasa de un solo módulo para reducir las uniones, y el nuevo sistema de anclaje para los cabezales intercambiables, basado en dos pulsadores laterales para mayor comodidad en su instalación.

Todos estas características se intentan enmarcar a nivel normativo para tener rigor en el diseño, al contrario que en la Thorens "Riviera", en la cual no se sabía de qué legislación o normas de la industria partía.

Como desventajas de los atributos expuestos, se encuentran un peso límite definido aun así excesivo para un producto sujetado con la mano (400 gramos), y la fragilidad de las nuevas uniones empleadas en los cabezales cortantes, las cuales son de polímero al igual que estos.

Respecto al mantenimiento del aparato, este presenta una mayor reparabilidad y facilidad de lubricación, debido a la configuración unimodular con uniones accesibles y de reducido número; el mecanismo interno se extraería una vez retirado el cabezal cortante situado en la parte superior del aparato.

Aunque la lubricación es más tediosa que en la referencia al tener que desmontar el aparato, al mismo tiempo, se garantiza su estanqueidad con juntas sellantes entre las piezas, protegiendo el mecanismo interno.

Dichas juntas también controlan las vibraciones generadas durante el funcionamiento, evitando que las piezas se aflojen entre ellas.

Respecto a las características relativas a las especificaciones de ergonomía, el acciones de rasurado y perfilado se vuelven considerablemente más eficientes, cómodas y seguras para el usuario al cambiar la morfología de los cabezales, ahora longitudinales, situados en la parte superior del aparato (en vez de en el frontal como en la referencia), y ejecutando un movimiento prismático de las cuchillas (en vez de giratorio como en la Thorens "Riviera").

Con estas modificaciones, el cabezal rasurador ahora goza de una mayor área de corte y de mayor adaptabilidad a las facciones de la cara, esto también debido a la rejilla curva que integra.

Atendiendo al cabezal perfilador, este sigue un modelo de peine recto al igual que la competencia, en vez de circular como en la referencia, siendo más predecible el corte.

En lo relativo a la geometría del conjunto, esta propuesta se centra en una figura compacta y sencilla en volúmenes, mezclando planos con curvilíneas y perfiles redondeados, y con una disposición intuitiva de los elementos exteriores que los hacen accesibles y notorios a la vista; un ejemplo de ello es el botón de encendido, ahora en la parte frontal ya no ocupada por el cabezal cortante.

Aunque tales elementos también han sido modificados formalmente (p. ej., el botón de encendido ahora es deslizante y tiene relieves), las soluciones aportadas son mejorables. Un ejemplo se encuentra en aquellos componentes externos cuya adherencia se basa en la presencia de relieves en su superficie, pudiendo asegurar mejor su manejo a través de su propia forma. En otros componentes sigue habiendo carencias, como en la llave de recarga que puede pinzar los dedos al plegarse.



Figura 2. Renderizado de la primera propuesta conceptual, mostrando el cabezal rasurador, la llave de recarga (izquierda) y el botón de encendido (derecha). Fuente: Primaria.

Atendiendo a la portabilidad, se configura un estuche de plástico rígido de dos mitades rectangulares, con un molde de espuma en una de ellas para inmovilizar al aparato y a los elementos incluidos (i. e., brocha de limpieza de cabezal y el cabezal cortante no instalado), y un espejo situado en la otra mitad no ocupada.

Esta disposición enfatiza la apilabilidad y el transporte mercantil, en detrimento de unas mayores medidas (menos ergonómicas) y menor compacidad. También posibilita un embalaje primario formado por una tira esbelta de cartón que rodea al envase, consumiendo menos material e impactando así menos en el medio, aspecto importante al ser un objeto de un solo uso.

Junto a esto, el número reducido de componentes y el tipo de uniones empleadas (i. e., una bisagra para unir las dos mitades y un broche de cierre que forma parte de la carcasa del estuche) garantizan una alta desensamblabilidad y separabilidad de los materiales empleados.

Respecto a las características relativas a las especificaciones de seguridad, aparte de algunas ya mencionadas, destacan aquellas centradas en un correcto uso de la máquina, como la inclusión de un manual, relieves indicadores de dirección y un código de colores para indicar el estado de esta (i. e., encendido o no), y un sistema de restricción del funcionamiento; en caso de alterar el estado del aparato (p. ej., desacople de cabezal o recarga de la maquina), este se apagará o bloqueará según el caso hasta que no vuelva a un estado seguro.

Atendiendo a los tipos de materiales seleccionados, estos son los mismos utilizados en la Thorens "Riviera", ya que se obtiene una buena protección contra polvo, agua y corrosión de las superficies. En relación con el polímero ABS, este presenta mejores cualidades que la urea-formaldehído de la referencia; este no es tóxico, es más resistente frente a caídas y humedad, más flexible y ligero.

Por último, junto a las modificaciones previas, el cabezal rasurador ahora permite un intercambio de cuchillas fácil e intuitivo, sin necesidad de herramientas; las hojas vienen integradas en un soporte interno del cabezal, siendo extraído de este y cambiado por otro nuevo tras gastarse.

Respecto a la estética y acabados del aparato, apoyándose en la geometría descrita, se considera un estilo funcional y minimalista atemporal, creando con su verticalidad y compacidad sensaciones de ligereza y adaptabilidad; esto permite hacer creer al usuario que lo puede coger y sujetar sin esfuerzo.

En términos de color, la propuesta utiliza una combinación bitonal de rojo y blanco, para transmitir pulcritud y realzar visualmente los elementos móviles interactivos, derivando esto último en mayor seguridad para el usuario.

Los acabados enfatizan todo lo planteado. Mientras que los componentes de ABS tienen un tacto suave y brillante con tal de transmitir seguridad al coger el aparato y por cuestiones comerciales, la llave de recarga se croma para proteger el material de la corrosión; aunque las figuras pulidas afectan negativamente a la sujeción del aparato, este efecto se solventa en ciertas piezas a través de relieves, quedando la carcasa con cierto grado de mejora al no poseer un mecanismo similar.

7.3. Segunda propuesta conceptual

Partiendo de las innovaciones funcionales de la primera propuesta, se procedió a la definición de la segunda propuesta conceptual, fusionando estas con algunos de los planteamientos ergonómicos presentes en la afeitadora de referencia Thorens "Riviera".

Respecto a las características relativas a las especificaciones de fabricación, vuelven a destacar unas proporciones similares a las de la referencia (120x85x32 mm, aproximadamente, según la lista de especificaciones), al

igual que un peso límite definido de 400 gramos, aspecto más difícil de satisfacer al ser ahora de metal la carcasa de esta propuesta, concretamente, de aluminio, preferiblemente no aleado para una mayor reciclabilidad.

El resto de componentes sí se aprovechan de la ligereza del polímero ABS, presentando el marcado correspondiente.

Atendiendo a la desensamblabilidad, esta propuesta divide a la carcasa en dos mitades, una superior y otra inferior, unidas mediante una chapa de sujeción interna y un tornillo situado en la base; de esta forma, se permite una mayor reparabilidad y se reduce la tornillería al mínimo.Además, se ha considerado otro nuevo sistema de anclaje para los dos cabezales, los cuales ahora presentan mayor resistencia frente a fatiga en las uniones, tras reorientarse y redimensionarse.

Partiendo de que tales cabezales tienen la misma configuración interna que la vista en la primera propuesta (i. e., cuchillas, sobre soporte extraíble en el caso del rasurador, con movimiento longitudinal prismático), dicho sistema se compone de dos pestañas encajables en la parte superior frontal y trasera del producto, orientadas en dirección paralela al desplazamiento de las hojas.

Una de las pestañas forma parte de un botón frontal con relieves presente en el cabezal, el cual permite un cómodo anclado y retirado del componente solo con empujarlo con el dedo pulgar, mientras se sostiene el aparato.

A su vez, las disposiciones legales y normativa considerada son la misma que en la primera propuesta, ya que así se estableció en la lista de especificaciones del "Anexo IV: Especificaciones".

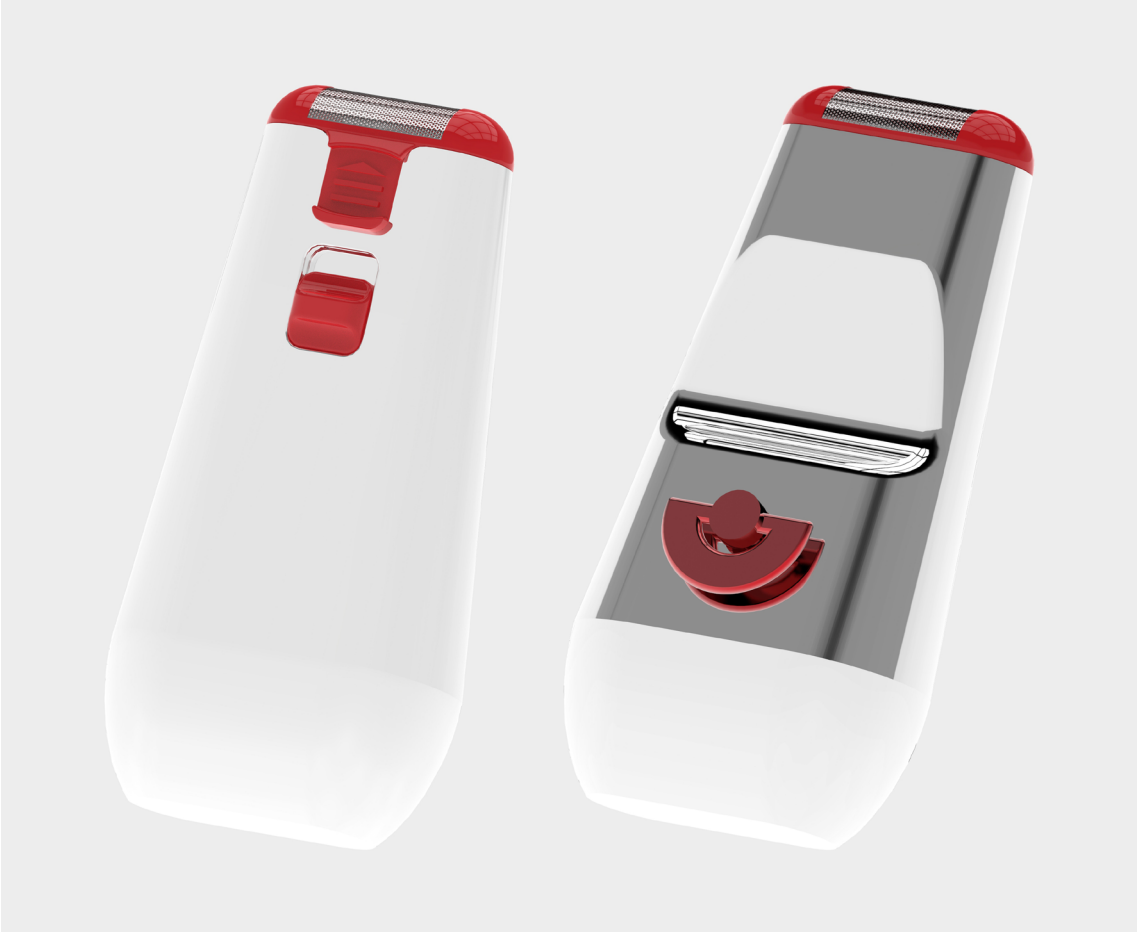


Figura 3. Renderizado de la segunda propuesta conceptual, mostrando el cabezal rasurador, la llave de recarga (derecha) y el botón de encendido (izquierda). Fuente: Primaria.

Respecto al mantenimiento del aparato, la configuración de la carcasa mencionada facilita considerablemente esta tarea. De la misma forma que en la propuesta anterior, la lubricación se ejecuta abriendo el aparato (en este caso, retirando el módulo inferior de la carcasa), garantizando la protección del mecanismo interno a través de juntas sellantes entre piezas que, también, controlan sus vibraciones.

Respecto a las características relativas a las especificaciones de ergonomía, los dos cabezales de esta propuesta toman las soluciones presentes en la anterior, tanto a nivel de configuración interna como externa. Aun así, estas han tenido que modificarse para adaptarse a la estética de la nueva carcasa; un ejemplo de este cambio es el redondeado de los flancos de ambos cabezales, siendo en el rasurador donde se obtiene una ventaja ergonómica real al poder adaptarse mejor al rostro del usuario.

En lo relativo a la geometría del conjunto, esta destaca por el redondeo de todas las aristas, la ausencia de vértices y una silueta compuesta por curvas tangentes entre ellas, todo con tal de conseguir una figura más manejable y ergonómica.

Además, esta considera las mismas posiciones de los elementos externos de la propuesta primera (i. e., botón de encendido y botón de cabezal al frente, y llave de recarga detrás), al tiempo que se procede a la mejora de la funcionalidad y seguridad de cada uno y de la carcasa.

En el caso de los cabezales cortantes, el botón frontal deslizante (empleado para su acople o retirada) presenta relieves en su superficie, los cuales aumentan la adherencia del dedo pulgar controlador, a la vez que indican la dirección de empuje.

Junto a esto, en dicho botón se incluyen dos topes curvos, uno en cada extremo vertical, los cuales aseguran aún más el pulgar al adaptarse a la forma de este al apoyarse.

En el caso del botón de encendido deslizante, sus principales novedades son un aumento en anchura y la sustitución del relieve, que proporcionaba adherencia, por una cresta en medio del botón para un mayor agarre.

Respecto a la llave de recarga trasera, se ha reducido su tamaño para adaptarse mejor a la fisonomía del aparato y no molestar al usuario al utilizarlo.

Además, se ha aumentado la distancia entre esta y la superficie de la carcasa al estar plegada, evitando así los posibles pinzamientos que se pudieran producir al hacerlo.

Respecto a la carcasa, esta destaca por integrar dos nuevos elementos: en el módulo inferior, se incluye una superficie plana para mantener erguido el aparato, mientras que, en el módulo superior, se introduce una gruta en la cara trasera (donde se encuentra la llave de recarga) para poder apoyar los dedos y, así, garantizar una buena sujeción del producto; al encender la máquina, el pulgar se apoyaría en una de los lados de la cresta del botón de encendido y el resto de los dedos en dicha gruta.

Atendiendo a la portabilidad, se configura un estuche rígido de tela cuya forma exterior está adaptada a la del aparato y a la de los elemento incluidos (i. e., brocha de limpieza de cabezal y el cabezal cortante no instalado), estos últimos con sus propios subdepartamentos dentro.

Este envase está constituido por dos carcasas de goma EVA cubiertas de tela de poliéster, unidas mediante una cremallera de plástico y una bisagra, también de poliéster; además, se incluye un espejo incrustado dentro de una de las carcasas.

Dicho planteamiento destaca por su gran compacidad y ligereza, a cambio de una silueta externa orgánica menos apilable y una menor protección del producto, en comparación con la primera propuesta de afeitadora mecánica.

Debido a su geometría, este envase requiere de un embalaje primario que supla las carencias mencionadas con tal de adecuarlo para el transporte mercantil; en este caso, se ha optado por una caja de cartón fino con un armazón interno de cartón corrugado, para inmovilizar el estuche.

La desventaja principal de este envase y embalaje son el mayor número de componentes y tipos de uniones empleadas (i. e., cremallera, cosidos...), en comparación con la primera propuesta, dificultando la desensamblabilidad y separabilidad de los materiales. Por otra parte, tal configuración del embalaje primario presenta volúmenes vacíos en su interior, eliminando parcialmente la buena compacidad del envase.

Respecto a las características relativas a las especificaciones de seguridad, junto a las tratadas tangencialmente en otros puntos, esta propuesta presenta las misma innovaciones que la primera propuesta, ejecutando modificaciones puntuales según el caso.

A grandes rasgos, se centra en garantizar el aislamiento de las piezas móviles internas, tanto para proteger a estas, empleando juntas sellantes entre los componentes para evitar vibraciones, como al usuario, mediante el uso de uniones no desmontables manualmente.

También se asegura un buen uso del producto a través de indicaciones explícitas al usuario, estén integrados en el aparato (p. ej., códigos de colores, relieves, flechas...) o no (p. ej., en un manual).

En caso de que el usuario no atienda a tales indicaciones, la afeitadora integra un sistema de restricción de funcionamiento y parada, en caso de pasar a un estado de poca seguridad, por ejemplo, al quitar el cabezal cortante en funcionamiento.

Atendiendo a los tipos de materiales seleccionados, aunque estos son los mismos utilizados en la Thorens "Riviera" por sus cualidades de resistencia general contra el entorno, se han planteado cambios selectivos de material en algún componente, como es el caso de la carcasa externa.

Esta pasa a ser de aluminio, ya que este tiene mayor ductilidad y resistencia frente a caídas. Concretamente, se podría emplear el Al 3004-H18, una aleación de aluminio forjado de propósito general, con moderada resistencia y apropiada para el trabajo de láminas, como la embutición profunda utilizable para formar la carcasa.

Por último, junto a las modificaciones previas, destaca un cabezal rasurador con una rejilla con una curvatura más suave, en contraste con la más acusada de la primera propuesta. Aunque este sí consigue integrarse adecuadamente a la geometría curva de la carcasa, no lo consigue así el cabezal perfilador, el cual tiene un carácter punzante que no generaría confianza en el usuario.

Respecto a la estética y acabados del aparato, destaca la geometría curva ya descrita, sobre todo, por su integración de la ergonomía de manera sutil, en contraste con la afeitadora de referencia Thorens "Riviera", cuya forma externa se intuía visualmente adaptada a la morfología de una mano para la correcta sujeción del producto. En términos de color, se utiliza una combinación bitonal de rojo y color metálico (del cromado de la carcasa de aluminio y del rojo metalizado de la llave de recarga), transmitiendo cierta modernidad.

8. Resultados finales

Tras contrastar entre ellas las dos propuestas conceptuales y la afeitadora de referencia Thorens "Riviera" (definidas en el punto anterior) mediante una metodología de matriz Pugh, disponible en el "Apartado B: Selección de propuestas" del "Anexo V: Diseño conceptual", se obtienen las características del rediseño conceptual resultante, presentes a continuación y, con más detalle, en el "Apartado C: Rediseño resultante".

Respecto a las características relativas a las especificaciones de fabricación, el tamaño de la afeitadora es similar al presente en la Thorens "Riviera", tomando como referencia las medidas de la mano de un hombre perteneciente al percentil poblacional 95, las cuales figuran en el libro "Las dimensiones humanas en los espacios interiores" (J. Panero y M. Zelnik, 1996).

Ya que el peso depende del estado de la técnica, sobre todo al tratar materiales más ligeros, el peso límite establecido en este rediseño es de 400 gramos, con tal de que el aparato sea lo más cómodo posible y seguro de utilizar.

Dicho aspecto puede ser satisfecho mediante el empleo de materiales poliméricos en todos aquellos componentes con unas solicitaciones no exigentes, como la carcasa, los diferentes botones y los cabezales intercambiables del aparato.

El resto de componentes (i. e., mecanismo interno, llave de recarga y cuchillas) son de metal, siendo el aluminio, el acero inoxidable y el latón los más probables a utilizar.

Aparte, para facilitar la gestión de las piezas ya comentadas tras finalizar su vida útil, estas tendrán un marcado que designe su material.

Atendiendo a la desensamblabilidad, la carcasa externa del aparato está formada por dos mitades, una frontal y otra trasera, unidas mediante tornillos accesibles a través de esta última para un cómodo montaje; a su vez, tales tornillos se situarían en puntos concretos para sujetar además a los componentes internos, aumentando así la robustez y reduciendo el número de uniones.

Junto a esto, se ha considerado el sistema de anclaje de la segunda propuesta para los dos cabezales intercambiables, ya que presentan una mayor resistencia frente a fatiga en las uniones, además de ser más intuitivo y seguro de usar.

Estos cabezales se disponen con la configuración presente en el mismo modelo: con cuchillas (embebidas sobre un soporte interno en el caso del rasurador) con movimiento longitudinal prismático.

El sistema mencionado se compone de dos pestañas anclables en la parte superior frontal y trasera del producto, orientadas en dirección paralela al desplazamiento de las cuchillas. Una de las pestañas forma parte de un botón frontal con relieves presente en el cabezal, el cual permite un cómodo anclado y retirado del componente solo con empujarlo con el dedo pulgar, mientras se sostiene el aparato.

En el caso de la llave de recarga, esta se enrosca al eje del muelle motor que sobresale por la parte trasera del aparato.

La normativa considerada es la exigida en la lista de especificaciones del "Anexo IV: Especificaciones", la cual determina, entre otras cosas, en caso de falta de esta, la consideración de normas europeas no armonizadas, normas nacionales, la buena praxis de la industria y el actual estado del arte y de la técnica.

Respecto al mantenimiento del aparato, la configuración de carcasa descrita garantiza un desensamblado fácil e intuitivo, lo cual posibilita, a su vez, un alto grado de reparabilidad. De la misma forma que en las propuestas anteriores, la lubricación se ejecuta abriendo el aparato; a su vez, se garantiza el aislamiento del mecanismo interno mediante el uso de juntas sellantes entre los módulos de la carcasa, evitando la introducción de contaminantes y pérdida de lubricante, además de reduciendo las vibraciones entre piezas.

Respecto a las características relativas a las especificaciones de ergonomía, el cabezal rasurador es el mismo empleado en la segunda propuesta, destacando unos flancos redondeados y una rejilla con ligera curvatura para adaptarse mejor a las facciones del usuario.

En lo relativo a la geometría del conjunto, esta se compone de figuras compactas y volúmenes regulares, fusionando planos con curvilíneas y perfiles redondeados, consiguiendo así una figura más manejable y ergonómica.

Asimismo, los elementos exteriores ligeramente modificados se disponen de forma intuitiva con tal de hacerlos accesibles y notorios a la vista.

En el caso de los cabezales cortantes superiores (i. e., rasurador y perfilador), se han adaptado los relieves del botón frontal deslizante (empleado para su acople o retirada) para una mejorada fisonomía del botón, ahora con unos topes curvos (dos en total, uno en cada extremo vertical) más ergonómicos.

Tales relieves tienen como función la adherencia del dedo pulgar controlador, a la vez que indicar la dirección de empuje.

En el caso del botón de encendido frontal, se plantea el mismo visto en la segunda propuesta, el cual destaca por una considerable anchura y por la inclusión de una cresta adaptada al pulgar en medio del botón para un mayor agarre.

Respecto a la llave de recarga, destaca su reducido tamaño en comparación con las dimensiones de la cara trasera del aparato en la que está, adaptándose así a la geometría del producto a la vez que no interfiere en su uso. Junto a esto, es reseñable la distancia presente entre esta y la superficie de la carcasa al estar plegada, de un dedo de grosor, lo que evita posibles pinzamientos de los dedos al plegarse.

Respecto a la carcasa, esta destaca por el redimensionamiento de las innovaciones vistas en la segunda propuesta.

En la parte inferior, se incluye una superficie plana de gran área para mantener erguido el aparato, mientras que, en la parte trasera (donde se ubica la llave de recarga), se incluye una gruta de anchura notable para poder apoyar los dedos, lo que asegura una buena sujeción del producto; al sujetar y activar la máquina, el pulgar se apoyaría en el botón de encendido y el resto de los dedos en dicha gruta.

Atendiendo a la portabilidad, se ha elegido el estuche rígido de goma EVA planteado en la segunda propuesta, cuya forma exterior está adaptada a la del aparato y a la de los elemento incluidos (i. e., brocha de limpieza de cabezal y el cabezal cortante no instalado). Estos últimos presentan sus propios subdepartamentos, en este caso, con una serie de retenedores deformables para mantenerlos inmóviles. Además, se incluye un espejo incrustado dentro de una de las carcasas.

Tal como se dijo en la segunda propuesta, esta configuración se centra en la compacidad y ligereza del objeto; por el contrario, la silueta externa orgánica resulta ser menos apilable y protectora al considerar un transporte mercantil.

Para subsanar dichas carencias, a este envase le acompaña una caja de cartón fino como embalaje primario, la cual contiene a un armazón de cartón corrugado para inmovilizar el estuche; por desgracia, debido a la fisonomía orgánica del estuche, el embalaje rectangular disminuye la compacidad total del producto.

Aun con las ventajas mencionadas, estos planteamiento de envase y embalaje siguen pecando de un alto número de componentes y tipos de uniones empleadas (i. e., cremallera, cosidos...), aspecto a considerar según ciertas variables ambiental (i. e., separabilidad, reciclabilidad, cantidad de materiales consumidos...).

Respecto a las características relativas a las especificaciones de seguridad, destacan las medidas de aislamiento del mecanismo interno para proteger a este y al usuario, empleando uniones no desmontables manualmente y juntas sellantes entre piezas, y

la promoción del buen uso del aparato, materializada a través de la semiótica impresa en él (p. ej., con relieves, flechas, y códigos de colores para indicar encendido o apagado) o en un manual adjunto.

En relación con el código de color mencionado, este se emplea para indicar el estado del producto (encendido o apagado), situándose debajo del botón de encendido con las palabras "ON" y "OFF".

Para un mayor control de los estados del producto, se considera integrar un sistema de restricción de funcionamiento y parada, el cual, en caso de cambiar el aparato a un estado inseguro (p. ej., al quitar el cabezal cortante estando encendido), este se pare, bloquee y reinicie al instante, hasta que se vuelva a un estado seguro.

Atendiendo a los tipos de materiales empleados (i. e., polímero ABS y metales), estos permiten una fácil limpieza y lubricación del aparato, ya que soportan polvo, humedad y aceites animales, vegetales y minerales, en los que se incluiría el lubricante.

Aunque estos deben definirse más concretamente en un diseño de detalle para asignarlos correctamente a las piezas con unas solicitaciones dadas, es interesante enunciar sus atributos generales más destacables, las cuales garantizan la protección del producto.

En el caso del ABS, destaca por su resistencia mecánica y flexibilidad frente a caídas de hasta 1,5 metros, además de por una excelente durabilidad en entornos marinos, lo que muestra un gran aguante de la humedad, típica en el entorno donde se utilizaría el aparato (i. e., un baño).

En el caso de los metales, se considera al aluminio como el más polivalente de los metales de la ingeniería, debido a su ductilidad y mayor resistencia frente a caídas, en contraste con los polímeros.

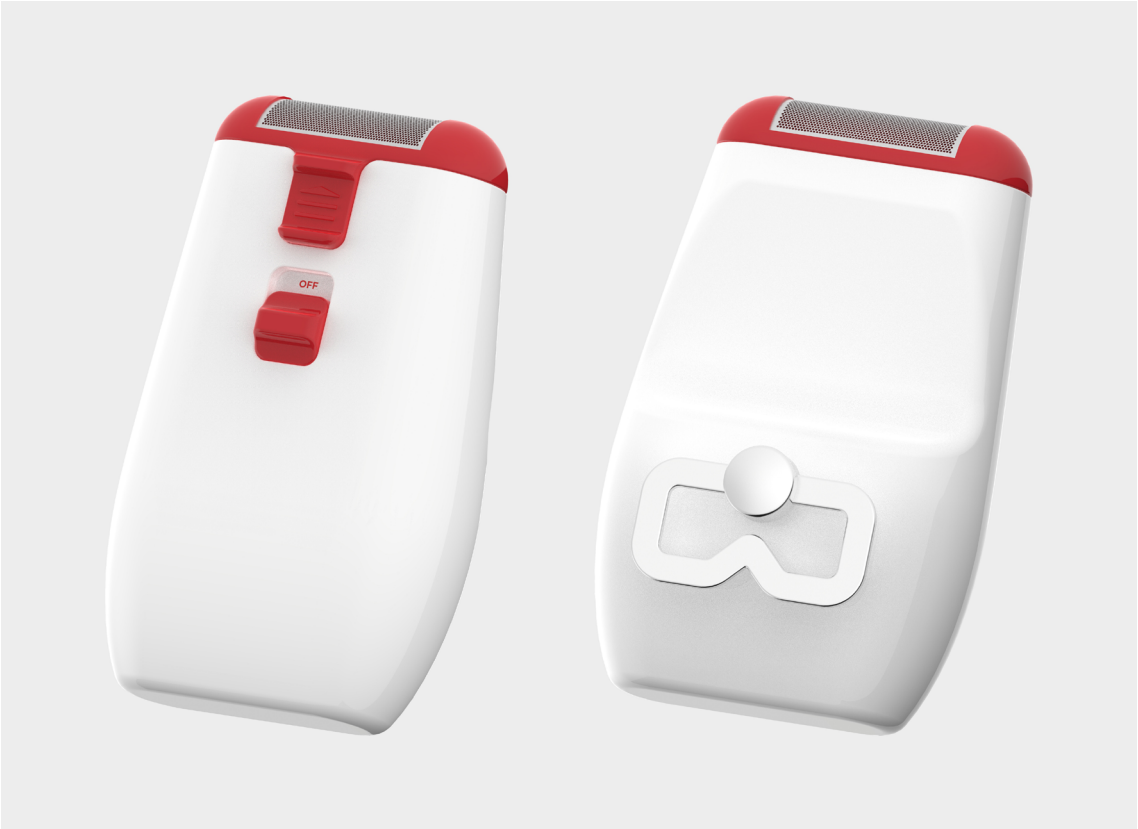


Figura 4. Renderizado del rediseño conceptual final, mostrando el cabezal rasurador, la llave de recarga (derecha) y el botón de encendido (izquierda). Fuente: Primaria.

Concretamente, se podría emplear el Al 3004-H18, una aleación de aluminio forjado de propósito general, con moderada resistencia y apropiada para el trabajo de láminas, como la embutición profunda utilizable en algunas piezas del mecanismo interno.

Por último, junto a las modificaciones previas, destaca la geometría del perfilador, el cual ya no tiene un aspecto punzante como en la segunda propuesta. Además, este incluye un tope lateral, situado debajo de las hojas para evitar que los dedos se deslicen accidentalmente sobre ellas, además de un ligero moleteado en su superficie superior, evitando así que esta se adhiera a la piel al entrar en contacto directo.

Respecto a la estética y acabados del aparato, partiendo de la geometría ya planteada, esta es notoria por la fusión entre funcionalidad y apariencia, empleando superficies pulidas y una combinación bitonal de blanco con matices rojos, con tal de resaltar los elementos interactivos y enfatizar la sensación de higiene y limpieza; concretamente, la carcasa es blanca, mientras que el botón de encendido y la estructura exterior de los cabezales intercambiables es roja.

Junto a ello, también se incluyen los tonos metálicos de los elementos de corte y de la llave de recarga, esta última con un cromado como acabado superficial para proteger el material metálico de la corrosión.

9. Conclusión

Una vez planteado con éxito en el punto anterior el rediseño conceptual de afeitadora mecánica en seco que se consideró como objeto de este trabajo, se obtienen una serie de conclusiones.

En primer lugar, considerando la información de diferente índole recopilada y analizada en las "Metodologías generales", se puede afirmar rotundamente la viabilidad conceptual de la propuesta planteada, un producto peculiar el cual, incluso con sus atributos analógicos, demuestra poder competir comercialmente a día de hoy con los grandes marcas de la industria del afeitado y con sus propuestas eléctricas, tanto alámbricas como inalámbricas, gracias principalmente a los avances tecnológicos en diferentes campos (como los obtenidos a través del estudio de materiales y procesos de fabricación) y a las nuevas oportunidades de acceso al mercado (a través de grandes superficies y portales de venta web).

Ninguno de estos dos aspecto estaban presentes durante la mayor parte del siglo xx, tiempo en el que se patentaron y vendieron múltiples soluciones mecánicas, fabricadas como un reloj de lujo, hasta la democratización total de los modelos eléctricos de afeitadora, producida por el abaratamiento de la tecnología.

En segundo lugar, es destacable como el estudio sin prejuicios de un público objetivo puede derivar en la gestación de soluciones que, incluso sin ser actuales ni innovadoras a nivel técnico, satisfagan igual o mejor sus necesidades, en contraste con las respuestas punteras derivadas de la inmediatez consumista, la cual crea una obsolescencia artificial sobre tecnologías pasadas todavía útiles.

En este caso, el hecho de que un usuario potencial requiera de pocos minutos para rasurarse en un espacio público permite plantear la idea de una rasuradora de autonomía limitada, pero de eterna disponibilidad.

Dicha combinación difícilmente está presente en el mercado actual, ya que el consumidor ha sido educado por este para buscar una serie de características básicas en el producto, como elementos eléctrico o electrónicos, con sus limitaciones ya proyectadas.

Sin embargo, como ya se ha determinado comercialmente, la presencia de soluciones basadas en el estado del arte pretérito en un mundo contemporáneo sigue siendo posible, solo se requiere de un estudio en detalle de las necesidades a satisfacer.

Por último, siguiendo con la idea de soluciones preestablecidas por el mercado, y partiendo del análisis estético de sus propuestas, se concluye que el paradigma visual de estos productos, eléctricos o mecánicos, puede evolucionar perfectamente hacia tesis más unisex, llamativas, atemporales y minimalistas, en contraste con las figuras ergonómicas y colores oscuros actuales.

Al igual que ocurrió con el aspecto técnico comentado, este rediseño ha rejuvenecido tendencias pasadas, en este caso, propias de los diseños de afeitadoras masculinas de mediados del siglo xx, siendo Braun uno de los principal y más importantes exponentes de ese periodo estético.

10. Planificación

La planificación completa de este trabajo se encuentra disponible en el "Anexo I: Definición estratégica", siendo explicada su composición en este punto a nivel general.

En ella, se indica la duración y el orden de ejecución de cada tarea, junto a los hitos asignados a momentos clave en el trabajo.

Atendiendo a la estructura general de la planificación, este trabajo se constituye de tres tareas principales: la búsqueda de información para las metodologías de diseño (mencionadas en el punto "6. Requisitos de diseño" de este documento), la ejecución de estas, y la recopilación del proceso de rediseño y de sus conclusiones en una memoria, en este orden concreto.

A esta última tarea se le adiciona la comprobación, corrección y diagramación de los múltiples documentos resultantes, además del dibujado de planos.

Respecto a las metodologías de diseño, se han dividido en generales, orientadas al análisis de la información recopilada y de sus conclusiones, y específicas, las cuales se centran en la definición de las propuestas y del rediseño final.

La primera se compone de una definición estratégica, un estudio de viabilidad y otro de marketing; la segunda establece las especificaciones del producto y define el diseño conceptual.

11. Orden de prioridad

Frente a posibles discrepancias entre documentos de este trabajo, el orden de prioridad a seguir es la siguiente:

1º) Planos;
2º) Anexos;
3º) Memoria.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

Escuela de Ingenierías Industriales

Departamento de Expresión Gráfica, Diseño y Proyectos

Áreas del conocimiento:
Expresión Gráfica en la Ingeniería
Proyectos de Ingeniería

Trabajo de Fin de Grado

Rediseño de Afeitadora Mecánica en Seco

ANEXOS

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto

Curso 2022/2023

Autor: D. Ricardo Jurado Martínez

Tutor: D. José Luis Martínez Torres

Cotutor: D. Jorge Pérez García

A 19 de septiembre de 2023, Málaga

Anexo I

Definición estratégica

1. Problema o cuestión

Este trabajo plantea rediseñar, a nivel conceptual, una afeitadora mecánica en seco de mediados del siglo xx. Dicha propuesta parte de la necesidad de nuevas soluciones de diseño en los productos de higiene existentes en el mercado, los cuales carecen en muchos casos de consideraciones medioambientales más allá de las impuestas en el marco legal actual.

2. Misión y limitaciones

Con este rediseño, se propondrán alternativas conceptuales a los múltiples desafíos medioambientales actuales debidos a la sociedad de consumo, no solo considerando las innovaciones introducidas por las nuevas tecnologías sino, también, el estado del arte pretérito.

Los requisitos de partida para este rediseño, agrupados según prioridad y orden de importancia, son los siguientes:

- **Requisitos primarios:** Orientados hacia aquellas características imprescindibles en el producto.

1. **Autonomía mecánica:** Sin presencia de elementos eléctricos o electrónicos; la única fuente de energía de la afeitadora deberá ser la proporcionada por el usuario, almacenándose con medios mecánicos.

2. **Consideración de aspectos medioambientales del producto:** Se deberán contemplar aspectos relativos a la legislación y normativa ambiental, al estudio de materiales, componentes y ciclo de vida del producto, y a la exploración de procesos de fabricación menos contaminantes, entre otros.

3. **Seguridad:** Se deberán añadir medidas de protección debido a la presencia de partes móviles punzantes o cortantes en el producto.

- **Requisitos secundarios:** Orientados hacia aquellas características necesarias para aumentar la competitividad del producto dentro del mercado.

1. **Usabilidad:** Se deberá promover una clara compresión del funcionamiento del producto por el usuario.

2. **Ergonomía:** Se deberá promover la adaptación de elementos físicos del producto siguiendo las proporciones del usuario objetivo de referencia.

3. **Normalización:** Se deberá promover la integración de elementos estandarizados y la consideración de normativa armonizada de gran alcance para facilitar la producción y reparación del producto.

4. **Portabilidad:** Se deberá promover la facilidad de almacenado y transporte del producto y sus diferentes elementos añadidos.

5. **Mejora de la experiencia de afeitado:** Esta se deberá promover mediante el aumento de calidad del producto y la incorporación de elementos que asistan el proceso de afeitado.

6. **Relación calidad-precio:** El precio de venta se deberá configurar de acuerdo con la competitividad y rivalidad existente en el mercado, de manera que sea atractiva la fabricación del producto en la actualidad.

- **Requisitos deseables:** Orientados hacia aquellos aspectos destacables para tener en cuenta no contemplados hasta el momento, siempre que no afecten negativamente a las características procedentes de requisitos de orden superior.

1. **Multifuncionalidad:** Se podrán añadir características que permitan diferentes usos de la afeitadora aparte de una función principal.

2. **Estética minimalista:** Se considerará adaptar el producto al estilo contemporáneo basado en diseños sucintos y libres de elementos innecesarios.

3. Definición de clientes, competencia y canales de distribución

Las características del cliente objetivo al que irá dirigido el producto se establecen con base en los resultados obtenidos en el "Apartado A: Encuesta" del "Anexo III: Estudio de marketing". El perfil mayoritario responde al de estudiante masculino, de entre 18 y 25 años, el cual se afeita al menos una vez por semana, dedicándole entre 10 y 20 minutos y utilizando el baño como lugar predilecto para realizar tal actividad.

Las tendencias generales que este usuario busca en la oferta actual son un precio de entre 30 € y 70 €, formas curvas y ergonómicas, colores oscuros, la inclusión de elementos auxiliares (espejo, set de limpieza de la afeitadora…), multifuncionalidad y un almacenaje rígido del producto.

Respecto a las propiedades técnicas del aparato, dicho cliente objetivo se centra en su reparabilidad, reciclabilidad y seguridad; aspectos tales como la utilización de componentes metálicos y recambios individuales, un envase austero o mayor grado "IP" son paradigmas fuertemente valorados. Junto a esto, este usuario estima un producto con un almacenamiento de energía mecánica a largo plazo, frente a otros sistemas.

En cuanto a la competencia y catálogo de productos a los que se enfrentará la nueva propuesta, esta información se ha extraído de los análisis de mercado y oferta realizados, los cuales se encuentran disponibles en el "Apartado A: Viabilidad comercial" del "Anexo II: Estudio de viabilidad".

Las principales marcas competidoras serían Braun, Philips, Remington y Panasonic. Sus propuestas, aun siendo afeitadoras eléctricas, podrían rivalizar con la proyectada al situarse en un rango de precios similar; esto hace que el usuario tenga que comparar en mayor detalle las diferencias entre modelos, escogiendo la alternativa con mejor relación calidad-precio.

Esta característica se manifiesta en los aparatos de gama media mediante la inclusión de accesorios que aumentan el aspecto de multifuncionalidad. Partiendo de esto, se concluye que la capacidad de hacer frente a la competencia depende de la visibilidad de las múltiples propiedades y elementos añadidos de la afeitadora diseñada.

Para terminar, los canales de distribución considerados para comercializar la afeitadora serán grandes superficies y portales de venta web. Mientras que la primera opción destaca por tener un amplio alcance geográfico, sobre todo a nivel local, la principal ventaja de la venta por internet es la reducción de comisiones por intermediarios, lo que aumentaría el margen de beneficios.

4. Disposiciones legales y normativa aplicables

Un estudio más exhaustivo de las siguientes disposiciones legales (estatales y comunitarias) y normas aplicables (armonizadas o no) está en el epígrafe "2.11. Necesidades según normativa legal", dentro del punto "2. Descripción de necesidades" del "Anexo IV: Especificaciones".

4.1. Disposiciones legales españolas y comunitarias europeas

- **Real Decreto 1055/2022,** de 27 de diciembre, de envases y residuos de envases.

- **Directiva 2001/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo,** de 3 de diciembre de 2001, relativa a la seguridad general de los productos.

- **Real Decreto 1801/2003,** de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos.

- **Real Decreto Legislativo 1/2007,** de 16 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General para la Defensa de los Consumidores y usuarios y otras leyes complementarias.

4.2. Normalización aplicable

- **UNE-EN ISO 128-1:2020,** Documentación técnica de productos (TPD). Principios generales de representación. Parte 1: Introducción y requisitos fundamentales. (ISO 128-1:2020) (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en julio de 2020.).

- **UNE-EN ISO 128-2:2020,** Documentación técnica de productos. Principios generales de representación. Parte 2: Convenciones básicas para las líneas. (ISO 128-2:2020) (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en septiembre de 2020.).

- **UNE-EN ISO 128-3:2020,** Documentación técnica de productos. Principios generales de representación. Parte 3: Vistas, secciones y cortes. (ISO 128-3:2020) (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en agosto de 2020.).

- **UNE-EN ISO 128-100:2020,** Documentación técnica de productos. Principios generales de presentación. Parte 100: Índice. (ISO 128-100:2020) (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en julio de 2020.).

- **UNE-EN ISO 129-1:2019,** Documentación técnica de los productos (TPD). Representación de dimensiones y tolerancias. Parte 1: Principios generales. (ISO 129-1:2018) (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en noviembre de 2019.).

- **UNE-EN ISO 216:2008,** Papel de escritura y ciertos tipos de impresos. Formatos acabados. Series A y B e indicador de dirección máquina. (ISO 216:2007).

- **UNE 1027:1995,** Dibujos técnicos. Plegado de planos. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización.).

- **UNE 1028:1975,** Perforaciones para la clasificación de los papeles. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en mayo de 1975.).

- **UNE-EN ISO 2203:1998,** Dibujos técnicos. Signos convencionales para engranajes. (ISO 2203:1973).

- **UNE-EN ISO 3098-1:2015,** Documentación técnica de productos. Escritura. Parte 1: Requisitos generales. (ISO 3098-1:2015). (Ratificada por Asociación Española de Normalización en abril de 2015.).

- **UNE-EN ISO 5455:1996,** Dibujos Técnicos. Escalas. (ISO 5455:1979).

- **UNE-EN ISO 5456-1:2000,** Dibujos técnicos. Métodos de proyección. Parte 1: Sinopsis. (ISO 5456-1:1996).

- **UNE-EN ISO 5456-2:2000,** Dibujos técnicos. Métodos de proyección. Parte 2: Representaciones ortográficas. (ISO 5456-2:1996).

- **UNE-EN ISO 5456-3:2000,** Dibujos técnicos. Métodos de proyección. Parte 3: Representaciones axonométricas. (ISO 5456-3:1996).

- **UNE-EN ISO 5456-4:2002,** Dibujos técnicos. Métodos de proyección. Parte 4: Proyección central. (ISO 5456-4:1996).

- **UNE-EN ISO 5457:2000,** Documentación técnica de producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo. (ISO 5457:1999).

- **UNE-EN ISO 5457:2000/A1:2010,** Documentación técnica de producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo. Modificación 1. (ISO 5457:1999/Amd 1:2010).

- **ISO 6336-1:2019,** Calculation of load capacity of spur and helical gears - Part 1: Basic principles, introduction and general influence factors.

- **ISO 6336-2:2019,** Calculation of load capacity of spur and helical gears - Part 2: Calculation of surface durability (pitting).

- **ISO 6336-3:2019,** Calculation of load capacity of spur and helical gears - Part 3: Calculation of tooth bending strength.

- **UNE-EN ISO 6433:2012,** Documentación técnica de producto. Referencias de partes (ISO 6433:2012) (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en julio de 2012.).

- **UNE-EN ISO 7200:2004,** Documentación técnica de productos. Campos de datos en bloques de títulos y en cabeceras de documentos (ISO 7200:2004).

- **UNE-EN ISO 9431:2000,** Dibujos de construcción. Espacio para dibujo y texto, cuadros de rotulación en formato dibujo. (ISO 9431:1990).

- **UNE-EN ISO 11442:2006,** Documentación técnica de productos. Gestión de documentos (ISO 11442:2006).

- **UNE-EN ISO 12100:2012,** Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo. (ISO 12100:2010).

- **UNE 18033:1984,** Notación internacional de los engranajes. Símbolos de datos geométricos. (ISO 701:1976).

- **UNE 18004-1:1993,** Engranajes. Vocabulario y definiciones geométricas. Parte 1: definiciones generales, engranajes y pares de engranajes cilíndricos, cónicos e hipoides. (ISO 1122-1:1983).

- **UNE 18005:1984,** Engranajes cilíndricos para mecánica general y mecánica pesada. Módulos y diametrales Pitch. (ISO 54:1977).

- **UNE 18066:1961,** Engranajes. Rectos y helicoidales.

- **UNE 157001:2014,** Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.

5. Planificación del trabajo

Este trabajo se organiza de acuerdo con la planificación establecida a continuación, con el objetivo de tener una visión general de los apartados a ejecutar y un control del orden de ejecución y tiempo empleado (en días).

Dicha planificación se conforma a través de un diagrama de Gantt, una herramienta destinada a la gestión temporal y de recursos de los proyectos; en este trabajo, se presentará tabulado en la tabla 1.

Atendiendo a la tabla 1, esta organiza las tareas e hitos según su temática. En caso de querer seguir un orden temporal en ella, se debe atender, por regla general, a la numeración de la tarea o hito a su izquierda, en sentido creciente.

Para saber la siguiente tarea o hito, se debe buscar la numeración de la actual (excluyendo la de las tareas de resumen) en la columna "Núm. de tarea predecesora".

Para una mayor comprensión de la tabla 1, se ha empleado el siguiente código de colores: amarillo para los hitos, y rojo, azul y verde para las tareas, en ese orden según su nivel en el esquema.

Atendiendo a la estructura general de la planificación, este trabajo se constituye de tres tareas principales: la búsqueda de información para las metodologías de diseño, la ejecución de estas, y la recopilación del proceso de rediseño y de sus conclusiones en una memoria, en este orden concreto; a esta última tarea se le añade la comprobación, corrección y diagramación de los múltiples documentos resultantes y planos.

Respecto a las metodologías de diseño, se han dividido en generales, orientadas al análisis de la información recopilada y de sus conclusiones, y específicas, las cuales se centran en la definición de las propuestas y del rediseño final. La primera se compone de una definición estratégica, un estudio de viabilidad y otro de marketing; la segunda establece las especificaciones del producto y define el diseño conceptual.

Núm. tarea	Nombre de tarea, tarea de resumen o hito	Duración	Comienzo de tarea	Final de tarea	Núm. de tarea predecesora	Nivel de esquema
1	Comienzo de trabajo	0 días	07/11/20	07/11/20		1
2	Trabajo de rediseño de afeitadora mecánica en seco	1031 días	07/11/20	03/09/23	1	1
3	Busqueda de información para las metodologías de diseño	191 días	07/11/20	16/05/21		2
4	Finalización de busqueda de información para las metodologías de diseño	0 días	16/05/21	16/05/21	3	2
5	Comienzo de metodologías de diseño	0 días	17/05/21	17/05/21	4	2
6	Metodologías de diseño	625 días	17/05/21	31/01/23	5	2
7	Metodologías generales	274 días	17/05/21	14/02/22		3
8	Definición estratégica	233 días	17/05/21	04/01/22		4
9	Planificación del trabajo	3 días	17/05/21	19/05/21		5
10	Definición de requisitos de diseño	4 días	20/05/21	23/05/21	9	5
11	Definición de legislación aplicable	12 días	01/12/21	12/12/21	15	5
12	Definición de clientes, competencia y canales de distribución	2 días	03/01/22	04/01/22	18	5
13	Estudio de viabilidad	236 días	24/05/21	14/01/22	10	4
14	Viabilidad comercial	74 días	24/05/21	05/08/21		5
15	Viabilidad técnica	117 días	06/08/21	30/11/21	14	5
16	Viabilidad económica	10 días	05/01/22	14/01/22	12	5
17	Estudio de marketing	64 días	13/12/21	14/02/22	11	4
18	Encuesta	21 días	13/12/21	02/01/22		5
19	QFD	31 días	15/01/22	14/02/22	16	5
20	Finalización de metodologías generales	0 días	14/02/22	14/02/22	7	3
21	Comienzo de metodologías específicas	0 días	15/02/22	15/02/22	20	3
22	Metodologías específicas	351 días	15/02/22	31/01/23	21	3
23	Especificaciones	59 días	15/02/22	14/04/22		4
24	Diseño conceptual	292 días	15/04/22	31/01/23	23	4
25	Definición de propuestas de partida	72 días	15/04/22	25/06/22		5
26	Selección de propuestas	96 días	26/06/22	29/09/22	25	5
27	Definición de rediseño conceptual final	124 días	30/09/22	31/01/23	26	5
28	Finalización de metodologías de diseño	0 días	31/01/23	31/01/23	6	2
29	Comienzo de redacción de memoria, corrección y diagramación del trabajo	0 días	01/02/23	01/02/23	28	2
30	Redacción de memoria, corrección y diagramación del trabajo y planos	215 días	01/02/23	03/09/23	29	2
31	Finalización de trabajo	0 días	03/09/23	03/09/23	2	1

Tabla 1. Diagrama de Gantt, ordenando las tareas e hitos según su temática. Fuente: Primaria.

Anexo II

Estudio de viabilidad

Apartado A: Viabilidad comercial

En este apartado, se analizarán las diferentes características y variables que gobiernan el mercado de la higiene personal, concretamente, el sector orientado a los aparatos de afeitado masculino.

En primer lugar, se estudiarán las principales empresas que forman la competencia, al igual que las propuestas de producto que estas han introducido en sus respectivos nichos de mercado.

Posteriormente, se explorará la evolución de las tecnologías de afeitado a lo largo de la historia para, así, poder examinar algunas de las propuestas de afeitadoras mecánicas fabricadas durante el siglo xx.

1. Estudio del mercado actual

1.1. Análisis de empresas

Dentro del mercado de las afeitadoras, se observa como su dinámica la rigen cuatro variables principales: el precio, el perfil del producto, la cuota de mercado de la empresa y el alcance geográfico de la misma.

Relacionando estas variables entre sí mediante mapas de empresas, se obtienen varias cuestiones: la notoria superioridad de empresas con gran cuota de mercado tales como Braun, Philips y Remington debido a su alto alcance y diversidad de productos, la obtención de una mayor competitividad al centrarse en un cliente más profesional, el potencial de las grandes superficies al convertirse en comerciantes de marcas propias y ajenas, la introducción de empresas que invierten en el sector para complementar su actividad ecónómica y empresarial principal, y la capacidad de atracción de las firmas de bajo coste a un público estándar.

A continuación, se comentarán tales cuestiones con tal de definir en mayor detalle los diferentes modelos de negocio empleados actualmente, partiendo de los datos mercadotécnica que las propias empresas proyectan indirectamente al presentar sus productos al mercado (p. ej., a través de catálogos de venta web propios y de terceros, precios de distribuidores y fabricantes, opiniones escritas por los consumidores en portales de venta web...).

El catálogo disponible de marcas tales como Braun, Philips y Remington se caracteriza por la relación calidad-precio, entendiendo esta como el equilibrio entre las exigencias del consumidor objetivo, y la capacidad de satisfacción del producto a través de las variables contempladas en su diseño, como la elección de materiales y acabados concretos, o el nivel de funcionalidad del producto.

Con base en esto, se plantean dos escenarios principales: la alta gama, más cara, y la media y baja gama de productos, más asequibles; mientras que la primera suele tener unos mejores acabados y es altamente competente en sus funciones, dirigiéndose eminentemente a usuarios exigente y profesionales, las configuraciones más modestas se orientan al consumidor estándar, poco riguroso o de pocos recursos.

La alta variedad de productos y de precios que presentan estas empresas conjunto a su notorio alcance geográfico a través de diferentes redes de distribuidores generalistas hacen que obtengan una considerable cuota de mercado.

Por otra parte, se encuentran las compañías que deciden centrarse en un público objetivo concreto con tal de ofrecer productos competitivos en un nicho de mercado regularmente pequeño.

Un ejemplo de ello son las propuestas de Wahl, las cuales están dirigidas a usuarios que buscan una experiencia profesional o desarrollan su actividad laboral con ellas.

Estos productos presentan una alta calidad al mismo tiempo que un alto coste, estando diseñados para la actividad de barbería y peluquería.

Gracias a la visibilidad que obtienen al estar en estos negocios, Wahl también presenta en su catálogo opciones básicas menores que intentan complementar la experiencia del consumidor, sin competir con su negocio principal de venta a barberías.

Un tercer actor de gran notoriedad dentro del mercado del afeitado es el constituido por las cadenas de supermercados y grandes superficies, las cuales aprovechan su mayor alcance geográfico para ganarse la confianza de los consumidores cercanos.

En el caso de las grandes superficies, estas se pueden permitir competir con las marcas importantes (i. e., algunas de las ya mencionadas) que ellas mismas venden en sus establecimientos, generando una opción atractiva de marca blanca que intenta ocupar aquellos espacios en los que otras alternativas son más débiles comercialmente, llegando incluso a introducir nuevas soluciones y visiones en la industria.

Este escenario se suele producir cuando el catálogo a la venta está orientado a un público con mayores exigencias y poder adquisitivo, con lo que la cadena saca al mercado una alternativa sencilla para un usuario esporádico y con menos interés en adquirir un modelo de alta gama.

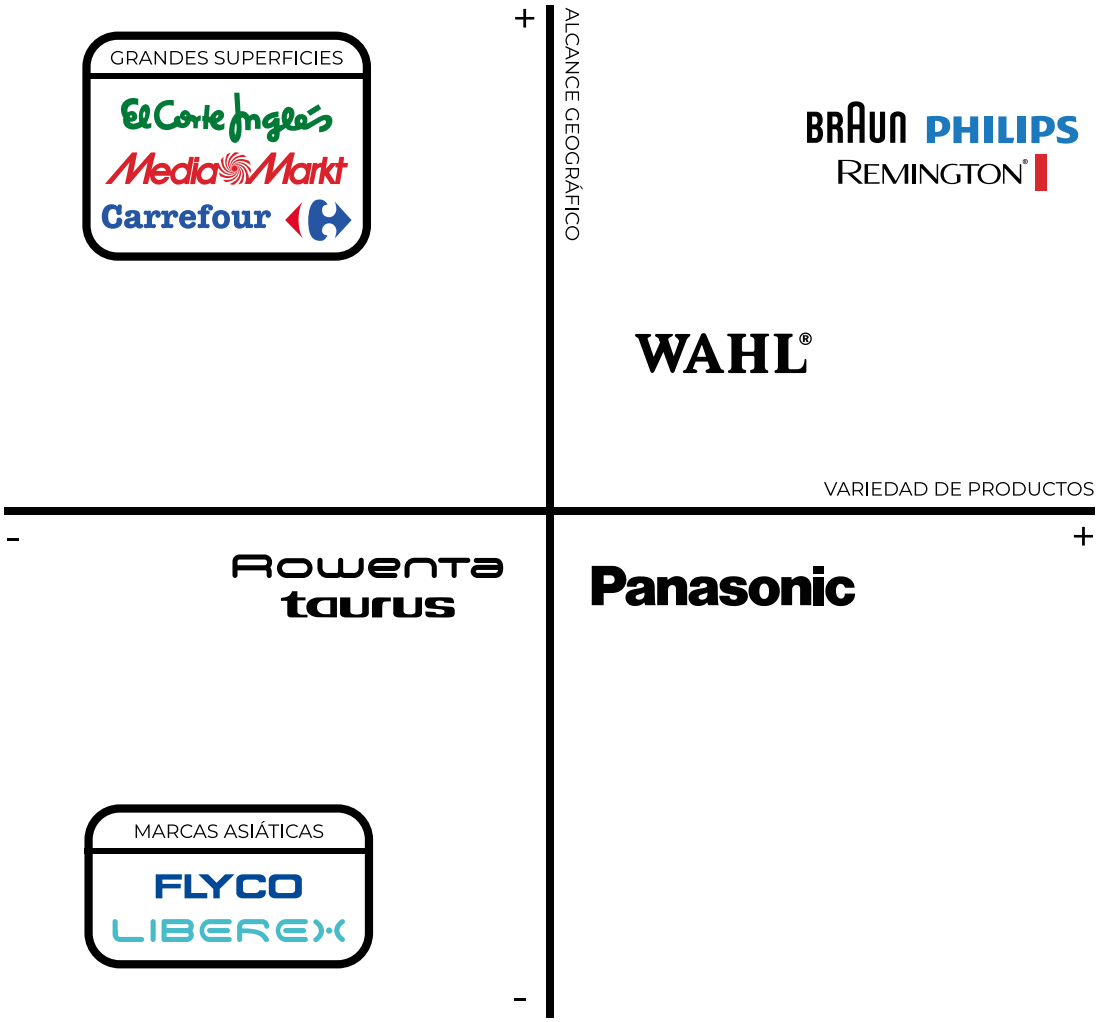


Figura 1. Mapa de empresas del sector del afeitado, relacionando alcance geográfico y variedad de productos. Fuente: Primaria.

Además, al crear ellas mismas su propio catálogo, controlando disponibilidad y precios, consiguen una mayor flexibilidad ante los posibles cambios del mercado al entrar nuevos competidores.

Por último, se encuentran aquellas empresas que invierten en otros mercados ajenos al que principalmente tratan, orientando su actividad empresarial hacia nichos en los que puedan aumentar la oferta ya existente para, así, complementar su actividad principal en términos económico.

Este es el caso de Panasonic, compañía conocida mundialmente por la producción de televisores y cámaras, pero en menor grado por sus dispositivos de cuidado personal.

Debido a la situación actual en la que la actividad se centra alrededor de Braun, Philips y Remington, Panasonic trata de diferenciarse entre las gamas de productos de estas marcas, pero sin competir directamente ya que no es su actividad primaria. En una situación parecida se encuentran Taurus y Rowenta, que destacan en los campos de limpieza del hogar, planchado y climatización, relegando a un segundo plano la venta de maquinillas de afeitar masculinas.

Al mismo tiempo, a este último grupo de empresas se le unen aquellas marcas asiáticas con un escaso reconocimiento internacional, las cuales solo se centran en una producción de reducida calidad a precios mucho menores que los de la competencia.

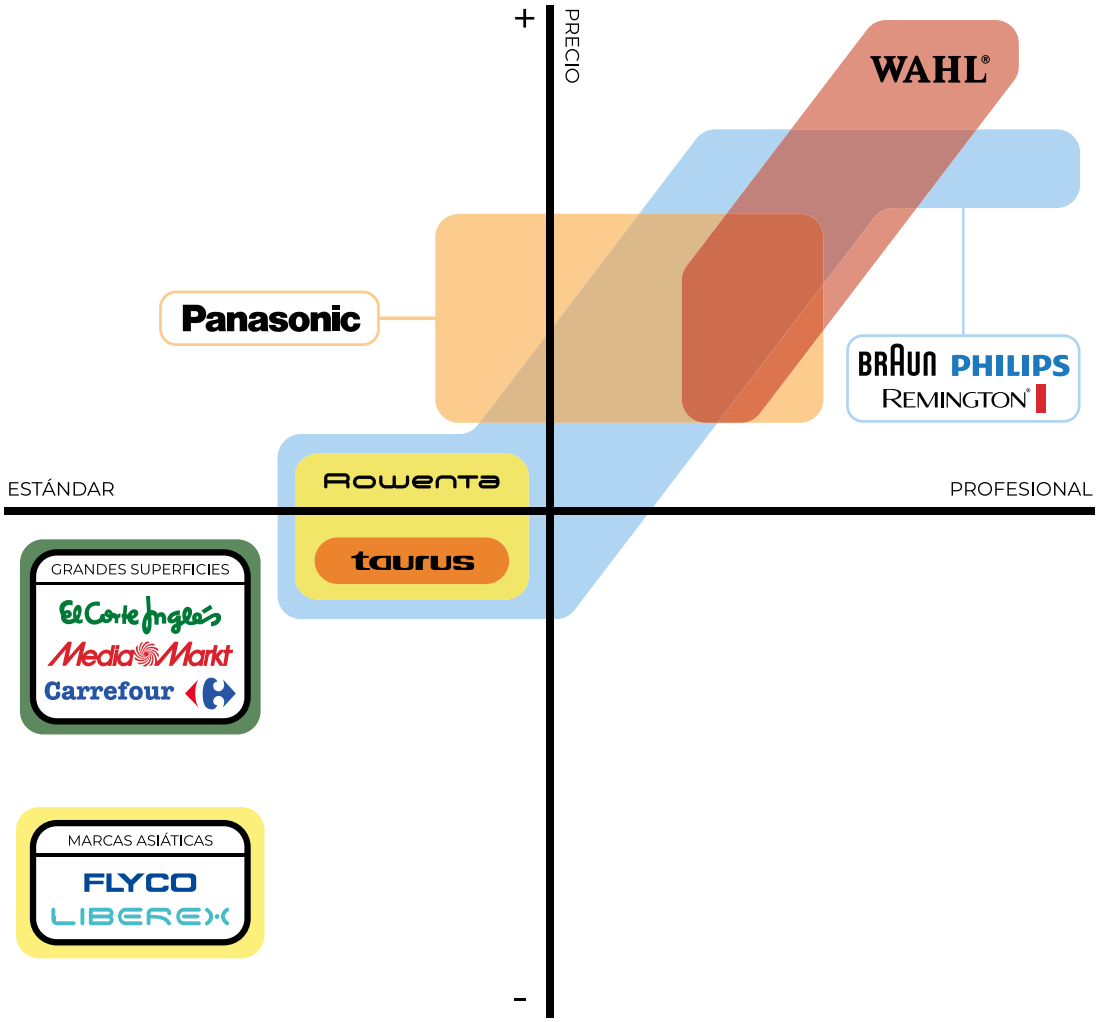


Figura 2. Mapa de empresas del sector del afeitado, relacionando precio (PVP) y tipología de productos. Fuente: Primaria.

Generalmente, su modelo de negocio se basa en copiar los diseños de las marcas líderes ya comentadas, creando una ilusión de falso lujo al ofrecer altas prestaciones a bajo precio, lo cual es una falacia en la mayoría de casos.

Su alcance es limitado geográficamente, aunque ganan cuota de mercado en portales de venta web, donde los costes de gestión son menores que los de una tienda física, atrayendo a un consumidor inexperto que busque un uso esporádico del producto y que, lo más probable, no le importe que este tenga una escasa vida útil.

1.2. Análisis de propuestas

Para una mayor comprensión y visualización del escenario comercial expuesto, se procederá a examinar de manera más pormenorizada algunas de las propuestas que sugieren las empresas del sector del afeitado.

Además de considerar elementos tales como el coste o la calidad del producto, se tendrá en cuenta el grado de integración de los requisitos de diseño planteados para este trabajo, con tal de vislumbrar las fortalezas o debilidades de las propuestas actuales en dichos apartados.

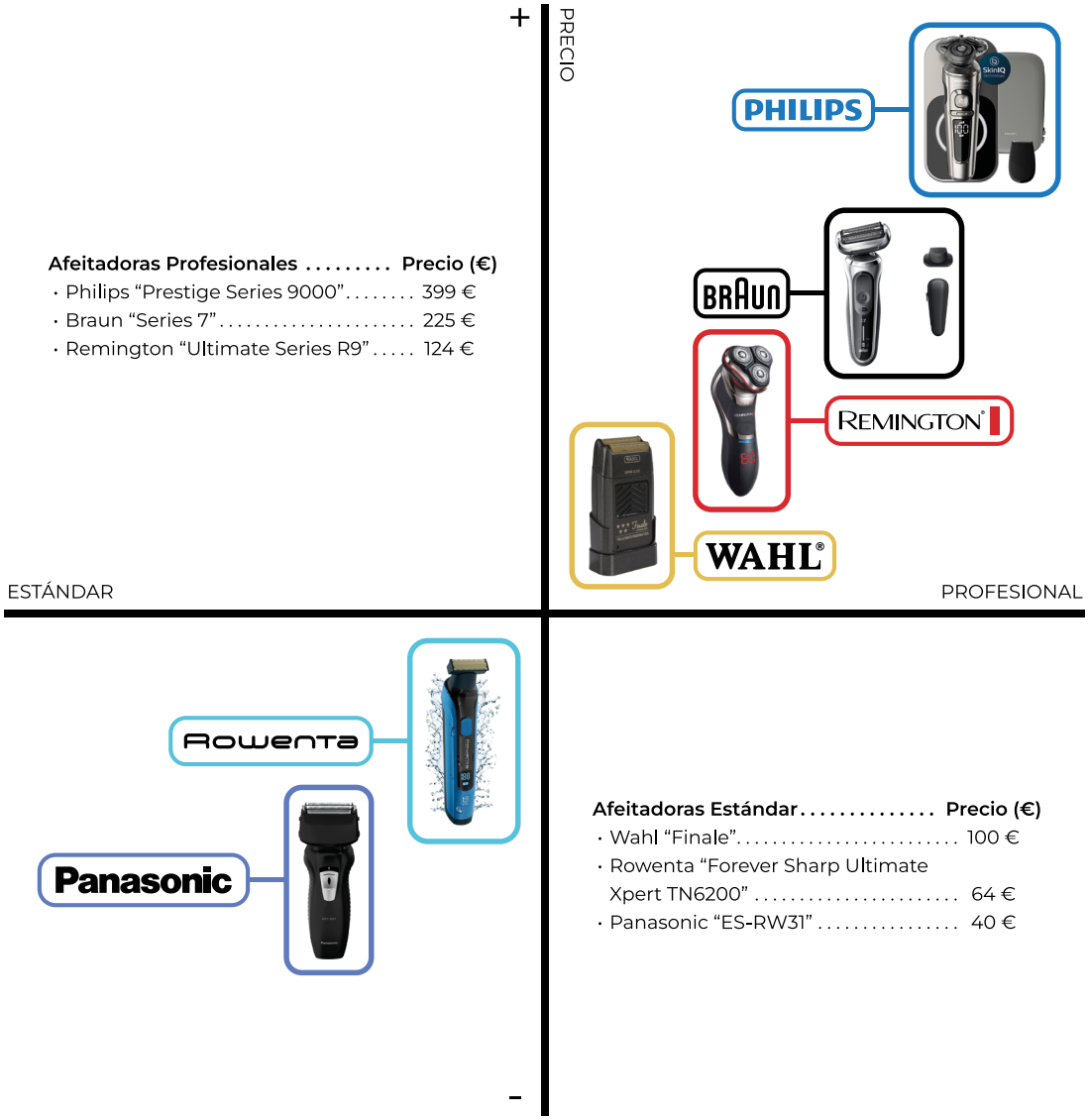


Figura 3. Mapa de afeitadoras eléctricas actuales analizadas, relacionando precio y tipología del producto. Fuente: Primaria.

Los datos y especificaciones aquí presentados han sido extraídos de las diferentes webs de compra (principalmente, las de los fabricantes) en las que se anuncian los productos, al igual que de sus respectivos manuales de usuario. También, se ha tenido en cuenta la publicidad de dichos productos para una mejor clasificación de estos y de sus fabricantes, ya comentados antes.

Estas alternativas se han clasificado según el perfil del producto, de profesional a estándar, y su precio, en orden decreciente, tal como se puede ver en la figura 3.

1.2.1. Afeitadoras profesionales

1.2.1.1. *Philips "Prestige Series 9000"*



Figura 4. Afeitadora Philips "Prestige Series 9000", con cargador inalámbrico, cabezal perfilador y estuche. Fuente: [1].

Esta propuesta forma parte de la alta gama de productos de Philips, con un precio de 399 € [1].

Está compuesta por un cabezal pivotante con tres cuchillas rotativas destinado a cubrir la mayor área posible de superficie facial, una batería de ion-litio con 60 minutos de autonomía y un panel que muestra el estado de la afeitadora, desde el porcentaje de carga en tiempo real y la señal de bloqueo para viajes hasta avisos de limpieza del cabezal y sobrecalentamiento.

También incluye un cabezal adicional para perfilar y un estuche compacto para guardar la afeitadora y el panel de carga inalámbrica.

Respecto a su funcionamiento, se puede utilizar tanto en seco como en húmedo con espuma. Aparte, lleva incorporada la tecnología "SkinIQ", la cual adapta la potencia según la densidad del vello, aunque también se puede regular la velocidad manualmente.

Respecto a su seguridad del producto, las cuchillas presentan un tratamiento especial para deslizarse sin irritación y la carga inalámbrica de la batería elimina las conexiones eléctricas con el exterior, estando la carcasa completamente sellada y pudiéndose mojar.

Sin embargo, esta última característica hace que tarde 18 minutos para una carga rápida y 3 horas para una carga completa, en contraste con los 5 minutos y 1 hora del modelo con cargador estándar. Además, Philips no da una solución para desechar la batería ni un servicio de recambio, solo indicando en el manual cómo extraerla una vez la afeitadora se vaya a desechar.

Tampoco destaca excesivamente en ergonomía, siendo solo la parte trasera la adaptada para un buen agarre, tanto por la forma como por el recubrimiento de goma, omitiéndose este último en la parte de la botonera, aun suponiendo cómo el usuario sujetará el dispositivo al ser utilizado, ergo, con el pulgar apoyado en ella.

1.2.1.2. *Braun "Series 7"*

Este modelo se encuentra en la gama alta de afeitadoras de Braun, destacando por su alta relación calidad-precio con un coste de 225 € [2].

Presenta un cabezal de láminas con capacidad de girar y pivotar tanto él mismo como las tres cuchillas longitudinales de las que dispone, consiguiendo adaptarse a cualquier curva de la cara con cada pasada, en seco o con espuma.



Figura 5. Afeitadora Braun "Series 7", con cabezal de precisión y estuche. Fuente: Adaptada de [2].

Además, dispone de varios cabezales tales como la recortadora de barba y de precisión, una depiladora corporal y un cepillo de limpieza, las cuales son fáciles de intercambiar.

Su funcionalidad se ve incrementada gracias a los sensores que incorpora, los cuales regulan la velocidad de afeitado automáticamente según las condiciones en las que se utilice. Además, la autonomía de la batería de litio es de 50 minutos, con una carga rápida de 5 minutos y una completa de 1 hora.

Por otra parte, aunque presenta un acabado que permite mojarla, la afeitadora se inhabilita automáticamente cuando está enchufada por razones de seguridad.

Una debilidad se encuentra en el manual de funcionamiento, el cual está compuesto mayormente por dibujos ambiguos, en vez de optar por una descripción escrita de las funciones o riesgos del aparato.

En el apartado ambiental, Braun aconseja ponerse en contacto con el servicio técnico para el reemplazo de la batería para evitar que sea desechada indebidamente.

En relación con el diseño, sus formas no generan líneas muy ergonómicas, aunque la presencia de goma en los puntos clave de sujeción incrementa su usabilidad.

1.2.1.3. *Remington "Ultimate Series R9"*



Figura 6. Afeitadora Remington "Ultimate Series R9". Fuente: [3].

Con un precio de 124 €, esta alternativa de Remington es la más austera en lo que respecta a afeitadoras profesionales [3].

Incorpora un cabezal de tres cuchillas rotativas con capacidad de afeitado eficiente, aunque no lleva integrado ningún detector de densidad de vello para un control automático de la velocidad.

Analizando las funciones, solo tiene dos velocidades activables a voluntad, siendo la más potente la "función turbo" para un afeitado más apurado. También, se puede mojar para limpiar el cabezal, ya se haya utilizado con espuma o en seco.

Sin embargo, no posee ningún indicador de mal funcionamiento, ni siquiera en la pantalla, por lo que la seguridad del usuario se puede ver alterada debido a una mala limpieza del aparato o sobrecalentamiento.

El interfaz es escaso debido a una pantalla que solo muestra el porcentaje de batería, teniendo que recordar los patrones que puede mostrar la misma para indicar ciertas funciones tales como el bloqueo de viaje o la "función turbo". La autonomía de la batería de litio es de 1 hora, con una carga rápida de 5 minutos y una completa de 90 minutos.

Por último, su ergonomía sobresale gracias a una gran adaptabilidad a la mano producida por sus curvas y por la adherencia de la superficie gomosa, aunque el acabado de esta es un tanto pobre.

1.2.2. Afeitadoras estándar

1.2.2.1. *Wahl "Finale"*



Figura 7. Afeitadora eléctrica Wahl "Finale", con pedestal. Fuente: Adaptada de [4].

Este modelo del Wahl está orientado tanto a barberos como a usuarios que desean un acabado profesional de barbería, con un precio alrededor de los 100 € [4].

Normalmente, es utilizada como herramienta de acabado, aunque también es posible rasurar áreas con poca longitud de pelo. Sus dos cuchillas de láminas hipoalergénicas permiten cortar el vello hasta una longitud de 0,1 mm sin irritar la piel. Sin embargo, la seguridad del dispositivo se ve comprometida ya que no se puede mojar ni utilizar con espuma de afeitar.

En temas de autonomía, la batería de litio puede durar hasta 90 minutos con una carga normal de 60 minutos, sin carga rápida.

Por último, sus formas rectangulares no se centran mucho en la ergonomía ya que el periodo de uso suele ser reducido, aunque sí lleva una superficie moleteada en el botón de encendido para una mejor tracción.

1.2.2.2. *Rowenta "Forever Sharp Ultimate Xpert TN6200"*



Figura 8. Afeitadora Rowenta "Forever Sharp Ultimate Xpert TN6200". Fuente: Adaptada de [5].

La alternativa que introduce Rowenta en el mercado es una afeitadora multifuncional, utilizable tanto de cortapelos como de rasuradora gracias a sus diferentes cabezales con los que viene integrada. Está dedicada a aquellos consumidores que buscan un producto de calidad que desempeñe más de una función a un precio asequible, en este caso, de 64 € [5].

Respecto a su funcionalidad, destaca una cuchilla de acero inoxidable autoafilable, la posibilidad de utilización tanto en seco como en mojado, una pantalla que muestra el porcentaje de carga y una batería de 2 horas de autonomía, siendo su tiempo de carga de 90 minutos.

Respecto a la seguridad de la afeitadora, no contempla un modo de bloqueo para viaje y el accesorio de precisión no es apto para usarlo debajo del agua, advertencia que puede pasar desapercibida en caso de no atender al manual.

Tampoco utiliza líneas ergonómicas ni emplea materiales que enfaticen estas, siendo todo el cuerpo de plástico pulido. El único elemento ligeramente ergonómico es el botón de encendido de goma.

1.2.2.3. *Panasonic "ES-RW31"*



Figura 9. Afeitadora eléctrica Panasonic "ES-RW31". Fuente: [6].

Esta afeitadora forma parte de la gama más básica de Panasonic, con un accesible precio de 40 € [6].

Cuenta con un cabezal giratorio con dos cuchillas de láminas, al igual que con una recortadora para perfilar en la parte trasera.

Al ser un modelo austero, presenta ciertos inconvenientes. Uno de ellos se encuentra en la autonomía, siendo esta de 30 minutos tras una carga completa de 12 horas.

Estos tiempos de carga y usabilidad se deben a que utiliza una batería de níquel-metal hidruro (Ni-MH), la cual presenta un rendimiento de carga/descarga del 66 % [7], muy bajo en comparación con el 80-90 % de una batería de litio [8]. A esta problemática se le añade la falta de un sistema para monitorizar el porcentaje de batería.

Tampoco cuenta con una protección que le permita poder mojar la afeitadora, solo pudiendo sumergir el cabezal una vez extraído para limpiarlo.

Aun así, destaca especialmente en ergonomía con un mango recubierto de goma texturizada que se adapta a la mano del usuario y le proporciona una adherencia aceptable.

2. Estudio del estado del arte previo

De la misma forma que lo fueron el resto de las invenciones pasadas, la afeitadora mecánica fue una innovación en su momento. Esta pudo desarrollarse gracias a la exploración de nuevas tecnologías en el campo del afeitado, al igual que al análisis de aquellas alternativas ya consolidadas y que podían tener cierto margen de mejora.

De estas razones, se extrae la necesidad de estudiar los hitos presentes en la historia del afeitado, enmarcando la afeitadora mecánica en un contexto concreto para, así, definir el estado del arte que le influyó y al que pudo dar pie posteriormente.

2.1. Evolución y análisis histórico de los métodos de afeitado

2.1.1. El afeitado antes de Cristo

Los medios con los que el ser humano se afeitaba en la era preindustrial eran diversos. Según pinturas rupestres localizadas en cuevas prehistóricas, se solían utilizar conchas, dientes de tiburón y pedernales con el propósito de rasurar la piel [9]. Más recientemente, se encontraron afeitadoras de oro o cobre en tumbas egipcias del año 4000 a. C. [9].

En la Europa romana, el historiador romano Tito Livio documentó que la afeitadora fue introducida en Roma en el siglo VI a. C. por Lucio Tarquinio Prisco, quinto rey de Roma, aunque no fue hasta el siglo V a. C. cuando el rasurado se volvería una costumbre [9].

2.1.2. La navaja y su uso autónomo

La primera referencia hacia la navaja común plegable aparece en 1680 en la ciudad de Sheffield [10], centro de la manufactura de cubertería en Inglaterra a partir de principios del siglo XVII [11].

En 1740, Benjamin Huntsman planteó un nuevo método de fabricación de acero fundido [10], por el cual obtuvo uno más puro y

homogéneo [12], además de una mayor dureza en comparación con la del acero usado en cuchillería en la región bretaña [13].

Sin embargo, a la industria de Sheffield no le interesaban esas nuevas características, por lo que Huntsman le vendió la invención a la competencia francesa [13]. Debido a ello, Francia generó una gran competencia en el sector, por lo que Inglaterra finalmente se vio forzada a cambiar de posición [13].

Al ser más duro, este acero permitió una menor sección de la propia navaja, lo que generó una hoja menos pesada, además de un filo de gran durabilidad incluso tras muchos ciclos de afeitado [10]; sin embargo, dicha esbeltez de la sección hacía al filo más propenso a deformaciones de torsión [10].

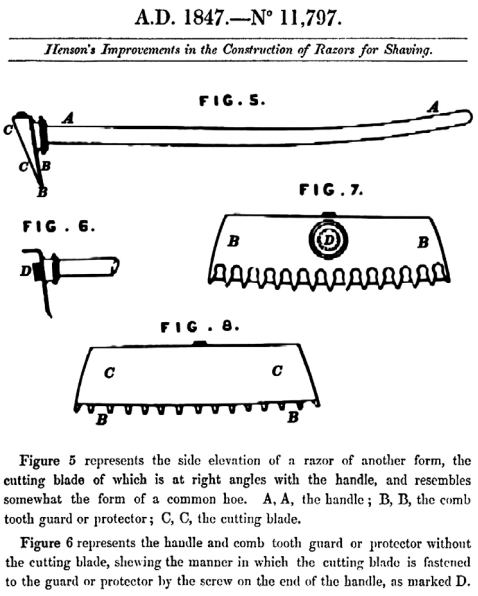
En 1762, Jean-Jacques Perret, un maestro cuchillero de París, publicitó en la revista francesa "Mercure de France" su nuevo invento, una navaja con guarda [14], [15, p. 135]. Basada en una garlopa, consistía en un protector de madera que cubría la mayor parte de la cuchilla, evitando que se produjeran cortes durante el afeitado, sobre todo cuando lo hacía uno mismo y no un barbero [16].



Figura 10. "Plancha 2" adjunta a "La Pogonotomie, au l'art d'apprendre à se raser sol-meme", ilustrando la navaja con guarda de Perret. Fuente: Adaptada de [14].

Con tal propósito, Perret publicó en 1769 el ensayo titulado "La Pogonotomie, au l'art d'apprendre à se raser sol-meme" ("La Pogonotomía, o el arte de afeitarse uno mismo"), en el que, además, describía la navaja con guarda ("Rasoir à rabot", en francés) [16].

En esta obra, también trató la preparación de pieles y tipo de piedras necesarias para afilar las navajas [14]. Durante este tiempo, Perret vendió y enseñó a fabricar la guarda, pero nunca la patentó [16].



A.D. 1847.—N° 11,797.

Henson's Improvements in the Construction of Razors for Shaving.

FIG. 5.

FIG. 6.

FIG. 7.

FIG. 8.

Figure 5 represents the side elevation of a razor of another form, the cutting blade of which is at right angles with the handle, and resembles somewhat the form of a common hoe. A, A, the handle; B, B, the comb tooth guard or protector; C, C, the cutting blade.

Figure 6 represents the handle and comb tooth guard or protector without the cutting blade, shewing the manner in which the cutting blade is fastened to the guard or protector by the screw on the end of the handle, as marked D.

Figura 11. Figuras de la patente de Henson, ilustrando la navaja con guarda y sus componentes. Fuente: Adaptada de [17].

Posteriormente, William Samuel Henson patentó en 1847 una guarda con dientes redondeados, semejante a un peine, que se acoplaba a la navaja; aunque él no acepta que este tipo de protección sea nueva, sí lo hace respecto a la sujeción de la guarda [16].

En esta misma patente, también incluyó el diseño de una cuchilla pequeña, similar a una porción de navaja, con mango roscado en ángulo recto cual azada [16]. Este sería el primer indicio de la futura afeitadora manual. A lo largo de los siglos XVIII y XIX, hubo diversos modelos basados en las navajas con guarda de Perret y Henson [16].

2.1.3. La afeitadora manual y King. C. Gillette

A finales del 1900, los hermanos Kampfe (Frederick, Richard y Otto F.), de Alemania, emigraron a EE. UU. y abrieron un negocio de cuchillería en Nueva York [16].

En 1880, Frederick y Otto patentaron una afeitadora manual con guarda, refiriéndose a ella como "safety razor", expresión no antes vista [16]. A partir de ese momento, este término sería el comúnmente utilizado en inglés para citar a esta nueva configuración.

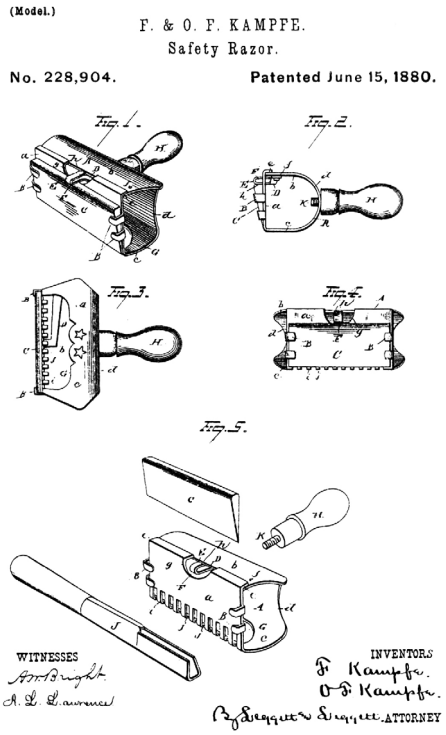

(Model.)
F. & O. F. KAMPFE.
Safety Razor.
No. 228,904. Patented June 15, 1880.
WITNESSES
INVENTORS
ATTORNEY

Figura 12. Figuras de la patente de Frederick y Otto Kampfe, ilustrando su "safety razor". Fuente: Adaptada de [16].

Recibiendo dicho invento el nombre de "Star Safety-Razor", los hermanos Kampfe tomaron la idea de Henson de una hoja con mango que recordaba a una azada [16].

Esta estaba formada por una cuña de un solo filo que se anclaba mediante varios clips, una carcasa cuya forma actuaba como depósito de espuma y un pequeño mango de madera [16].

Al ser la cuchilla esencialmente una navaja en miniatura, esta necesitaba de cierto afilado con piel cada vez que se fuera a utilizar, o con piedra si perdía el filo [16]. Aunque el diseño se registró en 1880, la publicidad de la época demuestra que su producción comenzó cinco años antes [16].

Antes de que la patente expirara en 1897, ya existían copias en Estados Unidos y otros países [16], lo que denotó el éxito rotundo en ventas de este diseño. En este panorama, la empresa de los hermanos Kampfe compitió diversificando su catálogo y vendiendo tanto versiones básicas como premium, las cuales podían llevar hasta un accesorio de afilado [16]. La "Star Safety-Razor" animó a crear nuevos tipos de afeitadoras entre 1880 y 1901 [16], año en el que Gillette entró en escena [18].

Desde la invención de las navajas y las afeitadoras manuales, las hojas se habían fabricado mediante forjado, necesitando un afilado con un asentador de piel cada día antes de usarse [18].

King Camp Gillette, empresario americano, imaginó una afeitadora cuyas cuchillas se pudieran desechar tras ser usadas [18]. Entre sus invenciones, destacan la mejora de las "safety razor" anteriores y la introducción de las hojas de acero al carbono con doble filo, siendo más finas y baratas [18] que las cuchillas forjadas.

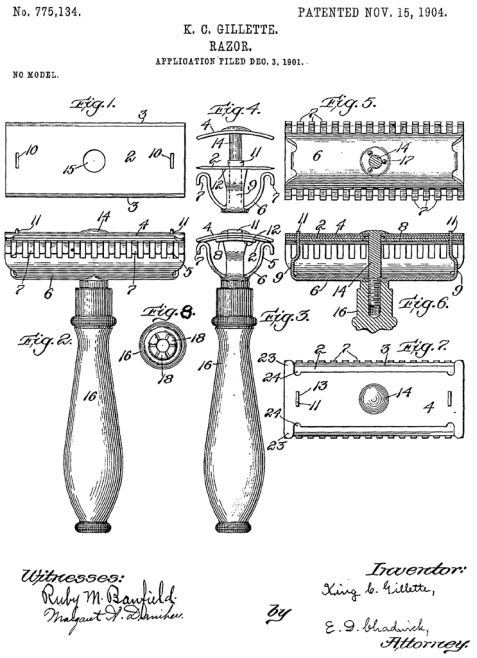

No. 775,134. PATENTED NOV. 15, 1904.
K. C. GILLETTE.
RAZOR.
APPLICATION FILED DEC. 3, 1901.
NO MODEL.
Witnesses:
Inventor:
by
Attorney

Figura 13. Figuras de la patente de Gillette, ilustrando la afeitadora manual de doble filo. Fuente: Adaptada de [18].

En 1901, Gillette fundó la American Safety Razor Company, renombrada Gillette Safety Razor Company tres años después, para vender sus productos [18].

En la Primera Guerra Mundial, la compañía proporcionó al ejército estadounidense sets de afeitadoras, formando parte del kit de campaña de cada soldado [18], [19]. Esto era debido a la necesidad de utilizar máscaras antigás en las trincheras, requiriendo el rasurado diario para un buen sellado [20].

Al terminar el conflicto, los soldados pudieron quedarse con los sets, manteniendo el hábito de afeitarse asiduamente; el posterior aumento en la demanda de hojas desechables situó a Gillette en una posición dominante dentro de la industria del afeitado [19].

2.1.4. La afeitadora manual monofilo y Jacob Schick

Durante ese tiempo, hubo empresas que se centraron en la fabricación de cuchillas de un solo filo en vez de dos [20], siendo la más notoria la American Safety Razor Company [19], fundada en 1906 [21], la cual supuestamente aprovechó el anterior nombre de la compañía de Gillette, que simplemente se quedó disponible a partir de 1904, para beneficiarse de su fama, aunque no hubiera relación entre ambas entidades [21].

Dentro de este nicho de mercado, en 1921, el teniente coronel del Ejército de los Estados Unidos, Jacob Schick, inventó la "Magazine Repeating Razor" (o "Type A") [22], una afeitadora manual con guarda, cuyas hojas de un solo filo se podían intercambiar sin necesidad de tocarlas [19].

Inspirada en los rifles de repetición del ejército, su funcionamiento se basaba en un cartucho con varias hojas situado dentro del mango, una de las cuales, tras girar noventa grados el cabezal de la afeitadora, se introducía mediante el desplazamiento de un cerrojo, liberando al mismo tiempo la cuchilla gastada [20], [22].



Figura 14. Afeitadora manual modelo "Type A", de Jacob Schick. Fuente: Adaptada de [23].

Su producción comenzó a partir de 1926 por la Magazine Repeating Razor Company [22]. En 1927, Jacob Schick vendió la compañía a la American Chain and Cable Company para conseguir fondos para su siguiente proyecto, una afeitadora eléctrica en seco [22], [24].

La compañía seguiría fabricando su peculiar producto sacando nuevas versiones ("Type B" y "Type C") hasta la introducción de la Schick "Inyector Razor" (o "Type D") en 1935, modelo a partir del cual se optó por un inyector de hojas externo [22], [24].

Curiosamente, este había sido patentado por Jacob Schick en 1931, cuatro años después de vender la firma [24]. En 1947, Gillette desarrolló el mismo concepto para sus cuchillas de doble filo [19]. Estas propuestas serían los precedentes de los cartuchos de plástico intercambiables [19].

2.1.5. Las innovaciones posteriores de Wilkinson y BIC

En 1962, las hojas de afeitar sufrieron una considerable mejora técnica a nivel de seguridad, al introducir los británicos de Wilkinson Sword las primeras hojas de acero inoxidable, las cuales duraban más tiempo en relación con las de acero al carbono, que se oxidaban fácilmente [25]. Ganando rápidamente una gran cuota de mercado, el resto de las marcas del momento adoptaron esta nueva tecnología [25].

Sin embargo, Wilkinson Sword no fue el primero en desarrollarla, sino Gillette, la cual recibió cánones por una patente sobre hojas de acero inoxidable previamente registrada [26].

Según un artículo de la revista Time, el presidente de Gillette, Carl J. Gilbert, mostraba su malestar sobre estas cuchillas ya que sabía que podían afectar a los ingresos de su modelo actual de negocio de hojas de acero al carbono [27], menos duraderas, lo que indica por qué no utilizaron la patente anteriormente.

Otro hito reseñable fue el lanzamiento por parte de Wilkinson en 1970 de cartuchos de plástico desechables, formados por una hoja embebida en un marco de polímero, evitando la manipulación directa de las cuchillas [19].

Conforme pasaron los años, los competidores fueron añadiendo hasta siete hojas dentro de una misma moldura, lo que generó cierta parodia publicitaria [19]. Algunas compañías optaron por vender además modelos con mangos desechables [19].

Estas políticas darían lugar a un aumento del "freebie marketing", un modelo de negocio basado en la venta barata del producto para aumentar la compra de su consumible [28]. Esta práctica fue puesta de moda por Gillette con su negocio de afeitadoras y cuchillas desechables, aunque no fueron los primeros que la utilizaron [26], [28].

Este nuevo panorama, definido por el consumismo de productos de usar y tirar, se consolidó tras la salida al mercado en 1974 de las afeitadoras manuales desechables de BIC, cuyas cuchillas no se podían cambiar, teniendo que deshacerse de todo el objeto una vez las hojas se gastaban tras varios usos [19].

Antes de que pudieran vender su producto en Estados Unidos, Gillette sacó su propio modelo en este país en 1976; poco después, esta incluyó una barra de aloe para reducir las molestias durante el afeitado [19].



Figura 15. Afeitadora manual desechable, de BIC. Fuente: Adaptada de [29].

2.1.6. Las propuestas de afeitadora automática iniciales

A principios del siglo xx, con afán de automatizar el afeitado, multitud de empresas apostaron por diseños que aprovecharan las ventajas del progreso tecnológico. Se intuye que el desarrollo de la red eléctrica y de los procesos de fabricación generó diversidad de soluciones, sobre todo en lo que respecta a la fuente de energía a utilizar.

A partir de aquí, el diseño de una afeitadora automática contemplaría usar un motor eléctrico como generador de fuerza motriz o, por el contrario, componentes mecánicos de almacenaje y transmisión, como un reloj.

La primera persona en registrar una patente sobre una afeitadora eléctrica fue el ingeniero civil John Francis O'Rourke en 1898 [30]. En esta, O'Rourke describió un motor eléctrico, situado dentro del aparato, el cual generaría el movimiento de corte de la cuchilla [31]. También afirmó que, en caso de que esta estuviera protegida por una guarda, el dispositivo se convertiría en una "safety razor" automática [31].

En 1913, el inventor John Bruecker inscribió el concepto de la primera afeitadora automática en seco [32].

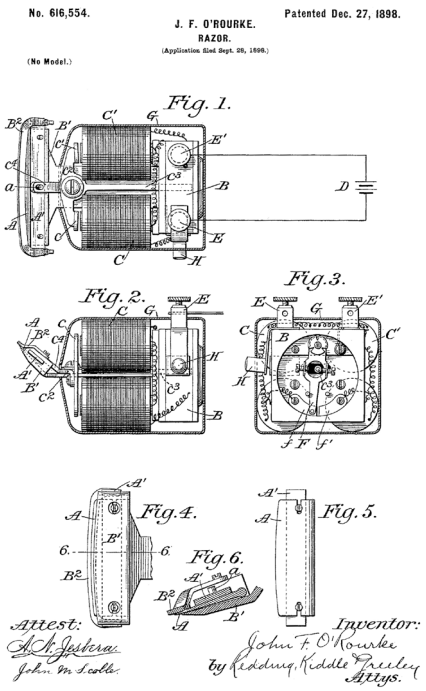


Figura 16. Figuras de la patente US616554A, ilustrando la afeitadora eléctrica de John Francis O'Rourke. Fuente: Adaptada de [31].

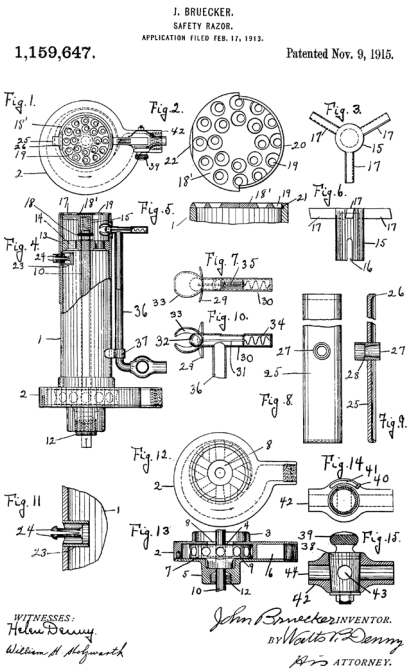


Figura 17. Figuras de la patente US1159647A, ilustrando la afeitadora automática "en seco" de John Bruecker. Fuente: Adaptada de [32].

Su funcionamiento consistía en una bomba de agua que, generando una presión negativa dentro de la afeitadora, succionaba la piel y permitía que las hojas rotativas cortaran el vello [32]. Este diseño originaba una circunstancia singular ya que se utilizaba agua para alimentar la bomba mencionada y, así, poder rasurar en seco [32].

Durante los años posteriores, él fue mejorando y patentando sus diseños hasta que, en 1937, Bruecker vio la oportunidad de producir un prototipo y presentárselo a Ivar Jepson, ingeniero jefe de Chicago Flexible Shaft Co., empresa dedicada a la venta de electrodomésticos; tras ciertas modificaciones, la nueva rasuradora eléctrica en seco "Sunbeam Shavemaster" salió a la venta ese mismo año [33], [34].

Aunque a John Bruecker se le atribuye ser uno de los artífices de este tipo de producto, no sería el primero en sacarle un beneficio comercial, puesto que ya ostentaba Jacob Schick previamente [34].

2.1.7. Las afeitadoras eléctricas de Schick, Remington y Philips

Tras vender en 1927 los intereses de su afeitadora manual de cartuchos y, así, conseguir capital para su nuevo proyecto [22], [24], Jacob Schick patentaría en 1928 la que posteriormente sería la primera afeitadora eléctrica en seco del mercado [34], [35], estando a la venta al año siguiente [36], [37].

El primer modelo no funcionó muy bien al ser un producto muy aparatoso; el motor era externo a la máquina por lo que había que utilizar las dos manos a la hora de usarlo [36], [37].

En su siguiente modelo, se introdujo el motor en el interior de la afeitadora, cosechando un gran triunfo a su salida en 1931 [36].

Hasta la fecha, Remington se había dedicado a la fabricación de armas de fuego, junto a la de máquinas de coser y de escribir, entre otros negocios [38].

En 1937, la compañía se introdujo en el negocio de las afeitadoras eléctricas [39], en ese momento muy pujante [34]. Ese año sacaron la Remington "Model E 'Close-Shaver'" [39], cuya principal innovación era el uso de un cabezal de láminas.

Este empleaba una rejilla para proteger a la piel de las hojas, en vez de la típica guarda en forma de peine.

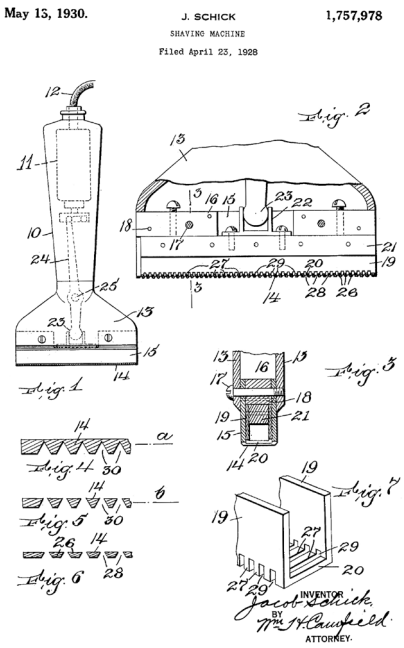


Figura 18. Figuras de la patente US1757978A, ilustrando la afeitadora eléctrica en seco de John Bruecker. Fuente: Adaptada de [35].

A partir de 1940, irían apareciendo modelos con dos, tres o cuatro cabezales, de diferentes tipos, para mejorar la experiencia de afeitado [39].

Destacan los modelos Remington "Tripleheader" y "Foursome", los cuales incluían un perfilador lateral para recortar las patillas, tal como puede observar en la figura 19.

Tal diversidad de funciones afianzó la configuración actual de las afeitadoras eléctricas, en las que se incluyen, junto a los elementos principales, complementos dedicados a tareas específicas.



Figura 19. Publicidad de afeitadoras eléctricas de láminas, de Remington (años 40). Fuente: Adaptada de [40].

Con la misma estrategia que Remington, la compañía Philips se introdujo en 1939 en el mercado con su propuesta de afeitadora eléctrica rotativa, la "Philishave Type 7730 'Cigar'" de una sola cuchilla [41], [42], la cual se puede observar en la figura 20 conjunto a su estuche.

Conforme pasó el tiempo, fueron perfeccionando su catálogo, pasando de cabezales con dos hojas en 1951, a tener tres en 1966 [41]. Esta última combinación al final sería la que se convertiría en el estándar dentro de la industria de afeitadoras rotativas.



Figura 20. Afeitadora eléctrica "Philishave Type 77 30 'Cigar'", de Philips. Fuente: Adaptada de [43].

2.1.8. La afeitadora inalámbrica

Hasta la fecha, todas las marcas importantes de la industria del afeitado vendían modelos con cable. Desde finales de la década de los 40, empezaron a aparecer en el mercado afeitadoras inalámbricas con baterías integradas [30], [44].



Figura 21. Publicidad de afeitadora inalámbrica Remington "Lektronic", con base de carga (años 60). Fuente: Adaptada de [45].

Fue a partir de los 60 cuando se consolidó esta tendencia al emplear baterías recargables, con tal de enfatizar la portabilidad [30], [44], en muchos casos publicitada con la idea de poder afeitarse en el coche.

Un ejemplo de este tipo de afeitadora fue la Remington "Lektronic" de 1960, seguramente con batería de níquel-cadmio, la cual venía con una base de carga, como se puede observar en la figura 21.

Las baterías fueron evolucionando con el tiempo, pasando de níquel-cadmio a metal hidruro y, posteriormente, a iones de litio [30].

Actualmente, solo las dos últimas se utilizan ampliamente ya que las celdas de níquel-cadmio sufren de efecto memoria, además de ser más contaminantes debido a la presencia del cadmio en ellas [46].

Las baterías de litio se suelen reservar para modelos de alta gama, mientras que las alternativas más asequibles usan pilas de metal-hidruro, las cuales presentan un rendimiento mucho menor [7], pero son más asequibles.

2.1.9. La afeitadora ergonómica de la actualidad y Braun

Una vez asentada la técnica ya mencionada a mediados del siglo XX, se observa que las marcas se centraron en mejorar aspectos como la ergonomía o la impermeabilidad de sus propuestas para una mayor seguridad y limpieza [30].

En las alternativas de mayor gama, como las vistas en el epígrafe "1. Estudio del mercado actual" de este "Apartado A: Viabilidad comercial", los fabricantes introdujeron diferentes tecnologías electrónicas en miniatura, enfatizando la personalización del afeitado para cada usuario mediante la integración de múltiples sensores tales como, por ejemplo, uno que detectara la dureza de la barba para regular la velocidad de corte en tiempo real.

Esta nueva tendencia por lo tecnológico se pudo apreciar en compañías como Braun, la cual introdujo en 2001 la primera base de autolimpieza para sus afeitadoras inalámbricas de gama alta, concretamente, para su línea Braun "Syncro" [47], tal como muestra la publicidad televisada de la época [48].

El resto de las compañías extrapolaron esta idea a sus productos poco después, como es habitual en nichos de mercado tan diversos y competitivos.

Mención especial cabe de esta empresa, la cual consiguió hacerse un hueco en un mercado ya muy competitivo al destacar su calidad, tanto técnica como estética. Braun comenzó su andadura en 1950 con la afeitadora eléctrica "S50", cuyo cabezal hecho a partir de una fina lámina perforada, de agujeros circulares, permitía obtener un mejor rasurado que el de la competencia [47].



Figura 22. Afeitadora eléctrica "S50" con tapón, de Braun. Fuente: Adaptada de [49].

En sus siguientes modelos, optaron por una estética racional sin dejar atrás la innovación tecnológica. Abandonaron el "styling" americano predominante del momento en sus propuestas, eligiendo colores neutros y formas rectangulares simples, lo que desembocó, en ciertos casos, en una atemporalidad de los diseños.

A principios de siglo XXI, sus modelos tomaron formas más orgánicas, sin dejar atrás la simplicidad en la que destacan [47].



Figura 23. Afeitadora inalámbrica "Sixtant SM3", de Braun (1962) [47]. Fuente: Adaptada de [50].

2.2. Análisis de afeitadoras mecánicas del siglo XX

Ya que este trabajo versa sobre el rediseño de una afeitadora mecánica en seco, es necesario examinar los diferentes tipos de máquinas que se diseñaron y fabricaron a lo largo de la historia, principalmente, a lo largo del siglo XX, sobre todo a principios y mediados de este.

En este análisis, se enunciarán las bondades y desventajas de cada producto, al igual que sus aspectos técnicos destacables.

Para llevar a cabo este examen, se tendrán en cuenta múltiples fuentes de información, como son las patentes disponibles, productos similares y la publicidad de la época, con tal de definir el periodo histórico al que pertenecía cada afeitadora y el recorrido de las compañías fabricantes.

Estos elementos son de gran importancia ya que permiten establecer las condiciones en las que se vendió el producto, pudiendo discernir, entre otras cosas, el éxito o el fracaso de este.

2.2.1. Afeitadora "Collins"

Vista como una "safety razor" o maquinilla de afeitar con guarda, la afeitadora "Collins" fue la primera de su categoría en integrar una cuchilla circular, disponiendo el filo de esta por toda su circunferencia exterior; además, integraba un muelle como fuente de energía, el cual hacía girar la cuchilla para mayor efectividad en el corte [34], [51].

Un primer diseño fue patentado por Cap Bertrand Collins en Estados Unidos en 1915 [52]. Este modelo se fue mejorando [34] durante los siguientes años con la participación de Hugo S. Hasselquist, centrado en el desarrollo del cabezal y guarda anticortes [53], [54], mientras que C. B. Collins proyectaba el mecanismo de funcionamiento [55], [56].

A finales de la década de los 10, se funda la Collins Rotary Safety Razor Co. en Chicago, Illinois, tal como figura en los anuncios de la época [57], para llevar a cabo la producción de la afeitadora circular [34].

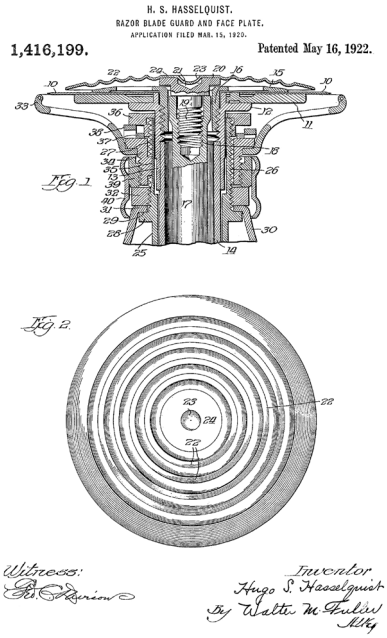


Figura 25. Figuras de la patente US1416199A, ilustrando el cabezal de la afeitadora "Collins" mecánica. Fuente: Adaptada de [54].

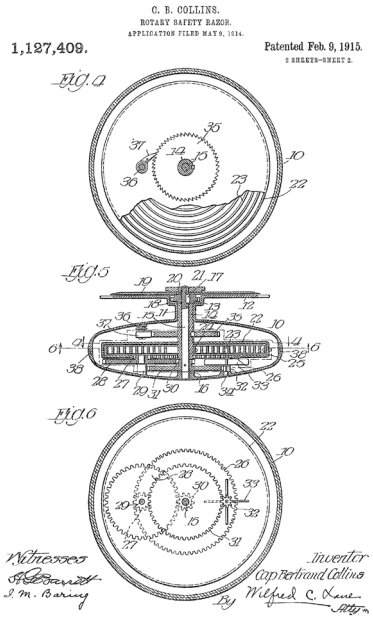


Figura 24. Figuras de la patente US1127409A, ilustrando la afeitadora circular mecánica de C. B. Collins. Fuente: Adaptada de [52].

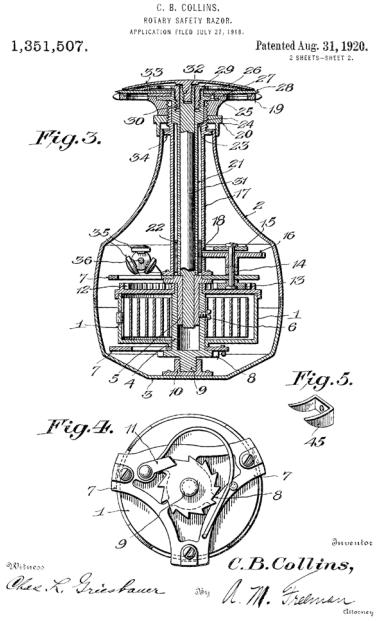


Figura 26. Figuras de la patente US1351507A, ilustrando el mecanismo interno de la afeitadora "Collins" mecánica. Fuente: Adaptada de [55].

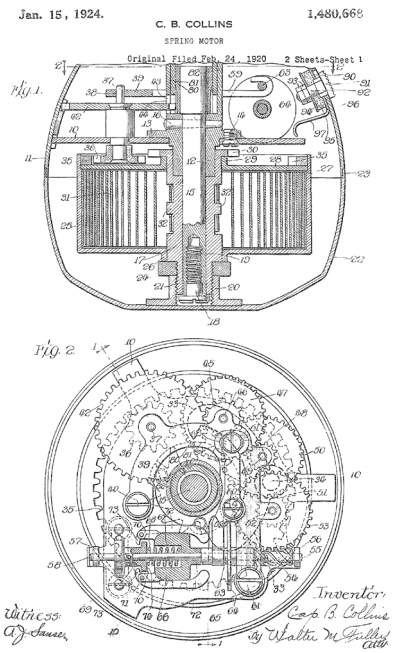


Figura 27. Figuras de la patente US1480668A, ilustrando el mecanismo interno de la afeitadora "Collins" mecánica. Fuente: Adaptada de [56].



Figura 28. Anuncio parcial de afeitadora "Collins" mecánica (1919). Fuente: Adaptada de [57].

Estaba compuesta por un cuerpo de metal plateado con forma de jarrón, en cuya parte inferior se situaba el muelle, la transmisión, un regulador de velocidad por fuerza centrífuga y un botón para seleccionar altas o bajas velocidades [55], [56].

A la hora de cargar el muelle, se procedía a girar la carcasa inferior solidaria a este; la potencia se transmitía a través del cuello del aparato hasta la parte superior en forma de hongo, donde se encontraban la guarda y la hoja, conjunto a una placa retenedora [55], [56].

Esta última pieza tenía una superficie ligeramente convexa, cuya textura circular corrugada dejaba pasar el aire a través de sus huecos, lo que permitía un deslizamiento fluido con la piel [54].



Figura 29. Afeitadora "Collins" mecánica. Fuente: Adaptada de [58].

Al contrario que en la mayoría de los modelos de la época, que llevaban una protección compuesta por dientes redondeados, la "Collins" incluía una guarda continua alrededor de todo el cabezal para evitar el corte de la piel en todo momento, en cualquier dirección [53], [54].

Aun con esa medida de seguridad, la principal desventaja de este modelo era la propia configuración de sistema de corte, el cual transmitía cierto escepticismo al asemejarse a una cortadora de fiambre [51].

Tampoco ayudaba la falta de un botón de encendido o apagado, iniciándose el mecanismo justo al darle cuerda y solo deteniéndose tras agotarse completamente el muelle motor [51].

En su época, la empresa también fabricó una versión sin mecanismo, la cual solo integraba una hoja redonda fija [34].

Dicho modelo manual se vendía a 5 $, indicándose su precio en un cartel que siempre le acompañaba, según el patrón detectado en el mercado de antigüedades actual.



Figura 30. Afeitadora "Collins" manual, con estuche. Fuente: Adaptada de [59].

2.2.2. Afeitadoras Stahly "Live-Blade" y "Automatic Vibro-Shaver"

Tras el invento de King Camp Gillette de una afeitadora manual con cuchilla desechable en 1901 [18], el mercado de las llamadas "safety razors" comenzaría a desarrollarse paulatinamente.

Durante las primeras décadas del siglo xx, se observa que multitud de empresas invirtieron en este producto al mismo tiempo que intentaban integrar nuevas tecnologías, tales como la vibración del cabezal cortante durante el afeitado.

Esta función consistía en hacer que la hoja de la afeitadora vibrase, eliminando la tensión superficial generada por la fricción del cabezal con la piel, según publicidad y patentes; de esta forma, se conseguía, según afirma la publicidad de la época, un afeitado más apurado y sin tirones.

Para lograr esta característica, se diseñaron tanto afeitadoras eléctricas como mecánicas, siendo la Stahly "Live-Blade" el modelo más conocida de esta última categoría.

El concepto de "safety razor" con función vibratoria aparece supuestamente por primera vez en una patente del inventor Russel E. Wakeley, presentada en 1915 [60], aunque el concepto de una cuchilla vibratoria ya se había registrado de diferentes formas previamente [34].

Dicho año, otro inventor, Russel Pelton Harshbenger, desarrolló su versión eléctrica propia [61]. A finales de la década de 1910, Harshbenger trabajó en una variante mecánica [62], cuyas posteriores mejoras, como las presentes en [63], derivarían en acuerdos con la compañía Stahly, Inc. para su fabricación [34]. Aun así, hubo problemas legales entre ambas partes, relacionados con el pago de cánones y la licencia exclusiva de producción [34].

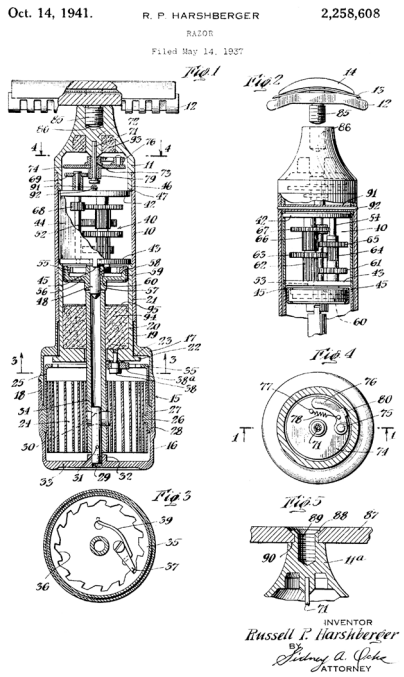


Figura 31. Figuras de la patente US2258608A, ilustrando el mecanismo interno de la afeitadora mecánica vibratoria de R. P. Harshbenger. Fuente: Adaptada de [63].

La Stahly "Live-Blade" fue el resultado de esta cooperación, produciéndose desde los años 40 hasta los 70 [34]. Anunciada como "la afeitadora más refinada del mundo", fue considerada como un producto de lujo debido a su mecanismo y acabados [34].

Estaban disponibles tres variantes principales, pudiendo escoger entre la estándar cromada, la plateada o la chapada en oro; esta última opción estaba sujeta al impuesto de productos de lujo de la época, el cual podía alcanzar el 20 % [34].

El precio de venta al público se situaba entre los 19,95 $ y 24,25 $, sin el impuesto de lujo aplicado [34].

Exteriormente, su diseño se asemejaba a una "safety razor" convencional, con la salvedad de que el mango era notablemente más ancho al tener que albergar todo el mecanismo [63].

En la parte inferior del aparato, se situaba el muelle, cuya carcasa permitía cargarlo de energía mecánica al ser girada [63].



Figura 32. Afeitadora mecánica Stahly "Live-Blade", con estuche. Fuente: Adaptada de [64].



Figura 33. Anuncio de afeitadora mecánica Stahly "Live-Blade" (1954). Fuente: Adaptada de [65].

El resorte estaba conectado directamente con el tren de engranajes y volante de inercia de la empuñadura, convirtiendo y regulando la velocidad de giro de una leva descentrada, que hacía vibrar el cuerpo del aparato [63].

Según anunciaba su publicidad, se lograban entre 3000 y 6000 vibraciones por minuto (según el anuncio) con un par de vueltas del muelle [34].

Otra propuesta similar a la Stahly fue la "Automatic Vibro-Shaver", vendida por Seajay Company [66] y Tarrson Company [67] a un precio de 5 $ en los años 30, según el anuncio mostrada en la figura 34 y la documentación con la que venía [67].

Estaba compuesta por un cuerpo de baquelita ovalado, que albergaba al mecanismo interno, una pequeña llave para dar cuerda al muelle y un botón de activado [67].

Se estima que fue producida antes que la Stahly debido a su bajo precio, solo explicable por la inflación futura, y a su similitud con un reloj de cuerda de principios.



Figura 34. Anuncio de afeitadora mecánica "Automatic Vibro-Shaver" (1937). Fuente: Adaptada de [66].

Tales modelos mencionados podían utilizarse sin problema sin la vibración activada, por lo que no dejaban de ser artículos de lujo con funciones opcionales.

Sin embargo, esta característica secundaria podría tornarse peligrosa en los modelos eléctricos con poco aislamiento, como en el caso de la afeitadora "Vibro-Shave", con un nombre similar a la ya expuesta.

Este modelo fue patentado por el inventor Saul Shaler en los años 20 y fabricado por la Electric Razor Corporation en adelante [34]. A pesar de ser anunciada como impermeable [68], el hecho de que tuviera que utilizarse siempre con espuma y agua, por ser clasificada como "safety razor", genera cierto escepticismo.

Aunque, según las patentes del momento [34], se desarrollaron diferentes formas para conseguir que la hoja vibrase, se observa que estas invenciones no se materializaron más allá de en los modelos mencionados.

Con lo comentado hasta ahora, se entiende que la tecnología necesaria para conseguir esta función era compleja, pesada y, en algunos casos, peligrosa, además de costosa.

Al respecto de esto último, considerando la situación geopolítica de principios del siglo xx, se intuye que el consumidor general del momento no estaba dispuesto a pagar tales precios, con un salario de entreguerras, solo por un elemento opcional del producto, por lo que escogería las alternativas manuales más asequibles.

Esta tendencia explicaría que las empresas centraran al final su atención en otros horizontes de inversión, con un usuario objetivo y propuestas mejor definidas.



Figura 35. Afeitadora eléctrica con cable "Vibro-Shave", de Electric Razor Corp. Fuente: Adaptada de [69].

2.2.3. Afeitadoras "Viceroy" y "Rolls Razor"

A finales de los años 30, se observa que las afeitadoras eléctricas fueron ganando popularidad frente a las navajas tradicionales o "safety razors" convencionales, por lo que ninguna empresa querría perder su oportunidad en tal mercado emergente.

Una de ellas, Rolls Razor, Inc., ubicada en Londres, optó por diversificarse a tres bandas, vendiendo afeitadoras manuales, eléctricas y mecánicas [34]. Su primer producto, de igual nombre que la empresa, se fabricó desde su fundación en 1916 [70].

Se fundamentaba en una hoja, similar a una navaja pequeña, que podía separarse del mango y acoplarse al sistema de afilado incluido en su estuche; a la cuchilla de acero le rodeaba una barra a modo de guarda de protección [70], [71].

Existían múltiples versiones, dependiendo del acabado, en aluminio pulido o bañadas en plata u oro [70]. Su precio inicial era de £4 en 1949, según su publicidad [72].

Este diseño de "safety razor" se le atribuye a Helier Alexander Vincent por registrar la patente en 1916 [70], [73], siendo posteriormente mejorado y patentado por Piero Mariano Salerni [34].

Junto a su afeitadora eléctrica "Viceroy", presente en la figura 37, su modelo mecánico se anunciaba como una opción para aquellos consumidores que quisieran afeitarse en seco en cualquier lugar, sin necesidad de electricidad [72], [74].

Funcionaba mediante una palanca situada en el lateral del producto, la cual estaba conectada a una transmisión y a un volante de inercia; al ganar velocidad, una leva unida al volante empujaba cíclicamente una biela que la rodeaba, transformando el movimiento rotativo en traslacional y haciendo que las cuchillas cortaran [75], [76].



Figura 37. Anuncio de afeitadoras manual, eléctrica y mecánica, de Rolls Razor (1949). Fuente: Adaptada de [72].

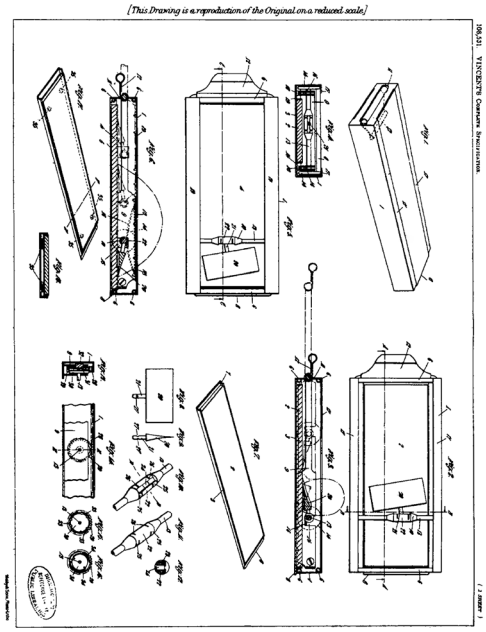


Figura 36. Figuras de la patente GB108531A, ilustrando el estuche con sistema de afilado de la "safety razor" de Helier Alexander Vincent. Fuente: Adaptada de [73].

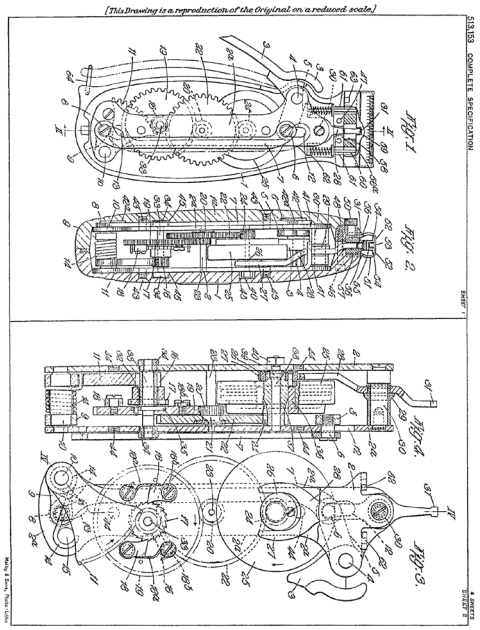


Figura 38. Figuras de la patente GB513153A, ilustrando el mecanismo interno de la afeitadora mecánica de palanca "Viceroy Non-Electric". Fuente: Adaptada de [76].



Figura 39. Afeitadora mecánica "Viceroy Non-Electric", de Rolls Razor. Fuente: Adaptada de [78].

Su cabezal estaba constituido por dos placas, una fija y otra móvil, cuyo deslizamiento entre ellas permitía cizallar el pelo al pasar por sus orificios [77].

Además, destaca la forma de su carcasa, la cual permitiría un cómodo agarre al mismo tiempo que una correcta interacción con la palanca del lateral.

En 1949, la "Viceroy" eléctrica costaba £7. 7s. (7 libras con 7 chelines), mientras que la variante mecánica se comercializaba a £6. 10s., un precio de venta al público que la haría marginalmente más atractiva para ciertos consumidores [72].

Aunque dicha propuesta diversificaría el catálogo de la compañía, se supone que el hecho de tener que pulsar repetidamente la palanca para activar la afeitadora finalmente resultaría fatigoso.

Siguiendo el rastro de la publicidad de la época y los datos extraídos de las patentes, la "Viceroy Non-Electric" estuvo presente desde finales de los años 30 hasta principios de la década de 1950, periodo tras el cual Rolls Razor, Inc. ya solo comercializó su "safety razor" y la versión eléctrica, hasta el cese de la producción en 1959 [34].

Ese mismo año, la empresa fue comprada por John Bloom, empresario británico, para fabricar lavadoras de bajo coste, entre otros productos; tras un éxito rotundo de su modelo de negocio, la compañía se declararía en bancarrota en 1964 [34], [79].

2.2.4. Afeitadoras Thorens "Riviera", "Sputnik" y "Monaco"

Diseñada a principios de la década de los 50, esta configuración fue la más popular y proyectada a lo largo de los siguientes 30 años.

Fue creada por el inventor Paul Tournier en 1951, tal como se enuncia en la patente FR1098006A [80], en la que describía sus componentes y su funcionamiento, los materiales empleados y algunos procesos de fabricación.

Entre 1952 y 1953, según las fechas de las patentes, perfeccionó y registró el diseño del cabezal cortante [81], [82], [83].

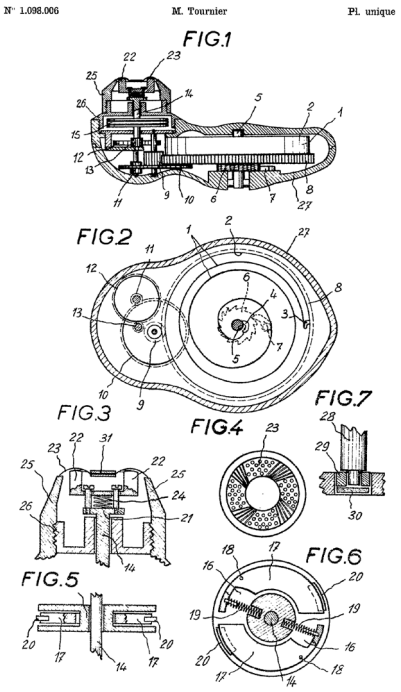


Figura 40. Figuras de la patente FR1098006A, ilustrando el mecanismo interno de la afeitadora mecánica de Paul Tournier. Fuente: Adaptada de [80].

Por el contrario, fue René-François-Marie Peltereau-Villeneuve en 1953 quien diseñó el modelo de cabezal que finalmente se convertiría en estándar para este tipo de máquinas, según muestra la patente FR1091761A [84].

Posteriormente, Robert Thorens registraría el diseño de una afeitadora mecánica similar a la de proyectada por Paul Tournier, en Suiza en 1955 [85].

El primer modelo producido masivamente fue la afeitadora "Riviera", fabricada por Thorens, entre 1954 y 1960 [86], en Suiza (indicado en su embalaje).

Además de a las patentes ya mencionadas, se ha tenido acceso en este trabajo a una unidad original funcional, con envase y embalaje primario en estado aceptable, lo cual ha permitido determinar con una mayor exactitud y criterio las características comerciales y técnicas del producto, comentándose estas a continuación.

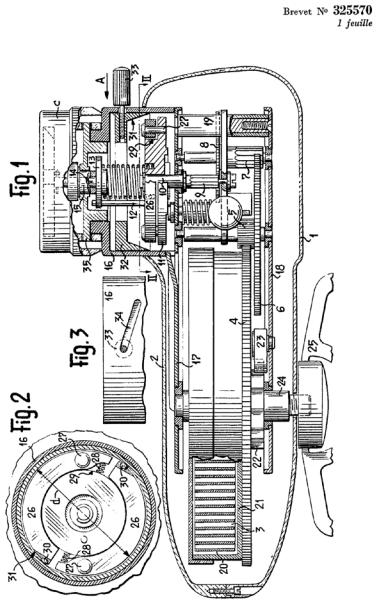


Figura 42. Figuras de la patente CH325570A, ilustrando el mecanismo interno de la afeitadora mecánica de Robert Thorens. Fuente: Adaptada de [85].

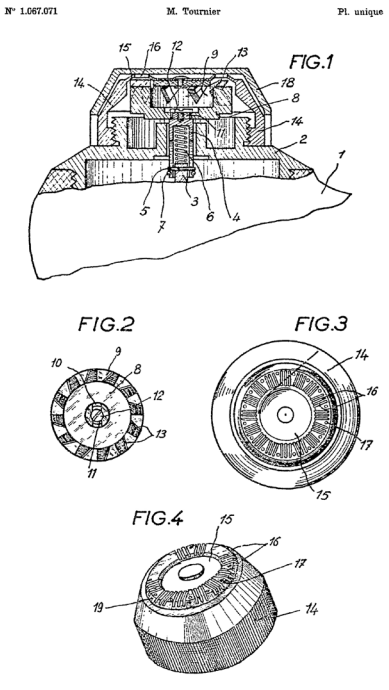


Figura 41. Figuras de la patente FR1067071A, ilustrando el cabezal cortante de Paul Tournier. Fuente: Adaptada de [82].

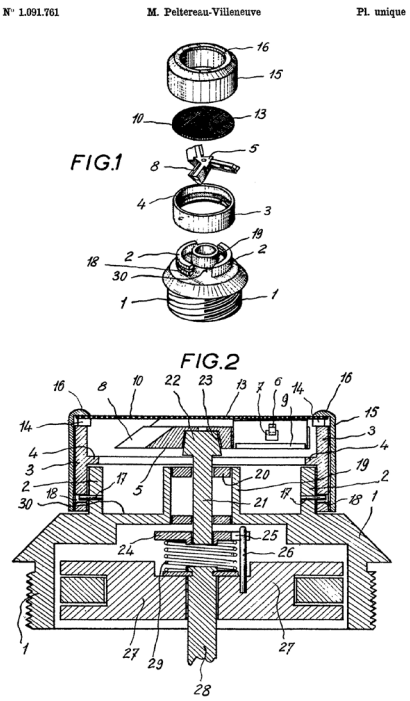


Figura 43. Figuras de la patente FR1091761A, ilustrando el cabezal cortante de Peltereau-Villeneuve. Fuente: Adaptada de [84].

Dicha afeitadora mecánica estaba formada por dos carcasas que encerraban en su interior un barrilete con un muelle, una pequeña transmisión, un volante de inercia y un sistema de control de encendido [85].

En la parte exterior, se encontraba el cabezal (disponiendo de un rasurador o cortapelos) una llave plegable para cargar el muelle y la botonera para activar la máquina [85].

Dentro de ambos cabezales, se hallaba un soporte con tres cuchillas dispuestas radialmente, el cual era asegurado por un muelle para darle mayor estabilidad al girar [84].



Figura 44. Afeitadora mecánica Thorens "Riviera". Fuente: Adaptada de Google Imágenes (URL no disponible).



Figura 45. Afeitadora mecánica Thorens "Riviera", con estuche y manuales. Fuente: Adaptada de Google Imágenes (URL no disponible).



Figura 46. Anuncio de afeitadora mecánica "Riviera" (1955). Fuente: Primaria; adaptada de [87].

Conjunto a la afeitadora, se incluían los dos cabezales, con tapones de plástico para proteger su acabado cromado, un pincel para limpiar la rejilla de estos e instrucciones de uso, todo ello dentro de un estuche de cuero ojo y cremallera dorada.

Esta configuración se supone como la más común, ya que tanto la unidad propia como las publicadas en el mercado de segunda mano siguen este patrón.

Tal como anuncia la publicidad de la época, la Thorens "Riviera" estaba disponible a un precio de 6500 ₣ (franco francés) y £6. 19s. 6d. (6 libras, 19 chelines y 6 peniques; 1 libra = 20 chelines; 1 chelín = 12 peniques) [34].

Tenía una autonomía de 3 minutos aproximadamente, con 8 vueltas completas de la llave, tal como indica el manual de uso [88].

Según el diseño de Tournier, con esa carga la cuchilla giraría a una velocidad de 900 revoluciones por minuto, "tiempo suficiente para afeitar una barba normal sin tener que volver a cargarla" [80].

Además, la silueta redondeada de la carcasa, supuestamente basada en las medidas de una mano, dotaría al aparato de una sujeción ergonómica.

Desgraciadamente, el material usado para ella fue urea-formaldehído [89], un polímero termoestable no reciclable [90], [91] y que puede expulsar formaldehído [91], compuesto químico altamente volátil y tóxico para la salud, en caso de combustión del material principalmente [92].

Tras el modelo Thorens "Riviera", salió al mercado la afeitadora mecánica "Monaco", fabricada en el país homónimo por Haverhill's Retail Stores Corporation, una empresa de San Francisco, durante la primera mitad de los 70 [93], [94].



Figura 47. Afeitadora mecánica "Monaco". Fuente: Adaptada de [95].

Sería a partir de la misión Apolo 14 (31/1/1971 – 9/2/1971) [96], en la que se incluyó este tipo de dispositivo [97], cuando ganaría popularidad en el mercado estadounidense.

En el archivo audiovisual de la NASA [98], se puede ver a los astronautas Stuart Roosa, Alan Shepard y Edgar Mitchell, estos dos últimos afeitándose con ella dentro de la cabina ya en el espacio. Debido a este acontecimiento, el producto se anunció con el eslogan: "la afeitadora que fue a la Luna" ("The shaver that went to the moon") [99].

En las figuras 48 a la 51 se puede ver a los astronautas de la misión Apolo 14 rasurarse con una afeitadora tipo "riviera".



Figura 48. Grabación del Apolo 14. Alan Shepard rasurándose con una afeitadora mecánica (1' 31''). Fuente: [98].



Figura 49. Grabación del Apolo 14. Alan Shepard dejando en suspensión una afeitadora mecánica tras limpiarla (2' 06''). Fuente: [98].



Figura 50. Grabación del Apolo 14. Edgar Mitchell rasurándose con una afeitadora mecánica (2' 33''). Fuente: [98].



Figura 51. Grabación del Apolo 14. Edgar Mitchell cediendo una afeitadora mecánica al cámara tras rasurarse (2' 47''). Fuente: [98].



Figura 52. Anuncio de afeitadora mecánica "Monaco" (1971). Fuente: Adaptada de [99].

En esencia, la "Monaco" era igual que la Thorens "Riviera", con la salvedad de que la carcasa era de plástico acrílico transparente [97], material más seguro al no producir ningún gas tóxico al arder [100], en contraste con la urea-formaldehído de la "Riviera". Además, optó por un sistema de activado más sencillo, cambiando los botones de encendido por un disco regulador en su costado, apreciable en [101, tpo. 0' 30''].

El precio se situaba entre los 20,95 $ y los 22,95 $, pudiendo incluir un cabezal cortapelos por 4,95 $ [99]. Aunque se intuye que Haverhill's vendió la "Monaco" desde 1971 hasta 1974, año en el que se disuelve la empresa según su registro mercantil [94], esta había vendido previamente la "Riviera" en Estados Unidos a finales de los 60, tal como se publicita en [102, p. 55].

Mientras que estos modelos se vendían en los mercados occidentales, empresas de la URSS producían su afeitadoa propia, llamada "Sputnik" (en ruso, спутник).

Los principales fabricantes fueron la Planta de Gramófonos de Leningrado (en ruso, Ленинградский патефонный завод), "Moscú" (en ruso, Москва), y la Fábrica de Relojes de Cheliábinsk (en ruso, Челябинский часовой завод).

Aunque no hay registros claros de cuándo empezaron sus producciones, los manuales que acompañaban a las afeitadoras normalmente se sellaban con la fecha de fabricación y venta, además de indicar el precio, tal como muestra la oferta en el mercado de segunda mano, por lo que un estudio de esta permitirá estimar los años aproximados en los que estuvieron disponibles los múltiples modelos, su fabricante y su coste.

La Planta de Gramófonos de Leningrado se supone como la primera en comenzar su producción, importando íntegramente el diseño de Thorens a finales de los 50 [103], como muestran la figura 53 y [104], este último desensamblando el aparato.

La afeitadora disponía de los mismos añadidos que la "Riviera" (dos cabezales, cepillo y estuche) [105], con la única diferencia de que el cabezal rasurador no presentaba un patrón uniforme por toda la rejilla, dejando el centro sin agujerear. Supuestamente, esto evitaría tirones de pelo por la baja velocidad de la cuchilla rotativa en esa parte central.

En 1963, la Planta de Gramófonos pasó a llamarse Planta Electromecánica "Sputnik" (Электромеханический завод "Спутник") [106], la cual se observa que produjo tanto modelos activables mediante botonera como a través de un disco regulador en el lateral, este visible en [104], al igual que en la afeitadora "Monaco", presente en su lado derecho en la figura 47.



Figura 53. Afeitadora mecánica "Sputnik", con caja (años 50). Fuente: Adaptada de [105].

En 1969, pasó a formar parte de la Asociación de Constructores de Máquinas de Leningrado (ЛМО "Ленмашэлектроприбор"; a partir de 1972, ЛМО "Спутник") [107], abandonando la versión clásica de la afeitadora y optando por un estilo constructivista.

Existían dos versiones principalmente: "Sputnik-2" y "Sputnik-3". Ambas eran idénticas, incluyendo la segunda una caja con espejo en vez de un estuche de cuero. Según la documentación que solía acompañar al aparato, este estaba disponible a un precio de 6 a 8 руб (rublos soviéticos) en 1973 [108].

En estos modelo figuraba dentro del cabezal el año de fabricación, por lo que se estima que la producción finalizó a finales de los 80, siendo en 1988 la empresa absorbida por la Asociación Central de Producción Científica "Leninets" (ЦНПО "Ленинец") [106], [107].



Figura 54. Afeitadora mecánica "Sputnik-2", con estuche y espejo. Fuente: Adaptada de [109].



Figura 55. Afeitadora mecánica "Sputnik-3". Fuente: Adaptada de [110].



Figura 56. Afeitadora mecánica "Sputnik-67". Fuente: Adaptada de imagen procedente de Google Imágenes (URL no disponible).

Por su parte, la Fábrica de Relojes de Cheliábinsk llevaría a cabo el modelo europeo de "Riviera" durante los años 60 aproximadamente, vendiéndolo a un precio de 12 руб 50 Коп [111] (12 rublos soviéticos con 50 kopeks; 1 rublo son 100 kopeks [112]).

Por último, se estima que la marca rusa "Moscú" ejecutó la misma inversión a finales de la misma década, sacando al mercado la "Sputnik-67"; por el nombre, se puede extraer que se fabricó a partir de 1967.

El diseño exterior de esta abandonaba las curvas para centrarse únicamente en rectas constructivistas. Su coste ascendía a 15 руб 50 Коп, según figuraba en el embalaje [113], siendo en teoría el modelo más caro de todas las marcas disponibles en Rusia a finales de los 60.

2.2.5. Afeitadoras "Ohnestrom Volks Shaver" y "Gyr 100" Sufam

En 1954, la compañía alemana O.H. Meier K.G. registró un modelo de ventilador mecánico portátil, el cual tomaba la energía de un volante de inercia [114]. Este se cargaba tirando de una correa retráctil, iniciando así el movimiento al instante [114].

Aunque parece que este concepto no vio la luz, sí se planteó reutilizar el mecanismo y cambiar las aspas por un cabezal cortante para crear una afeitadora, tal como muestra la patente DE1695185U, de 1955 [115].

Se supone que dicho diseño se introdujo en el mercado por esa época, recibiendo el nombre de "Ohnestrom Volks Shaver" (o simplemente "Volks Shaver"), escrito o grabado en el reverso del aparato conjunto al isologo.

Como se ve en las figuras 57 y 59, estaba formada por un cuerpo de plástico, un gran cabezal cortante convexo y una correa para cargarla, en algunos casos, con un cepillo en el extremo para poder limpiar el cabezal. Además, contaba con un pulsador para frenar parcial o totalmente el volante de inercia y, así, regular la velocidad de corte [115].

Sin embargo, este sistema se intuye bastante deficiente, ya que la velocidad del volante (y, por ende, de corte) depende de la fuerza con la que se tire de la correa, de cuántas veces se haga, de la precisión a la hora de presionar el botón de freno y de la dureza del vello facial, el cual también puede frenar la máquina; un ejemplo visual de estas consideraciones se observa en [116].

Con base en esto, la principal desventaja se encuentra en una posible irritación de la piel al cortar con velocidades muy altas, solo pudiendo utilizar la afeitadora convenientemente durante unos segundos una vez disminuyera la energía del volante por rozamiento, ya con una velocidad estandar de corte.

Tampoco sería conveniente utilizar velocidades bajas de giro ya que podrían provocar tirones, sobre todo, en vello grueso, al no ser capaz de cortarlo.

Exteriormente, su estilo se recuerda al racionalismo funcional, común en Europa durante la primera mitad del siglo xx.

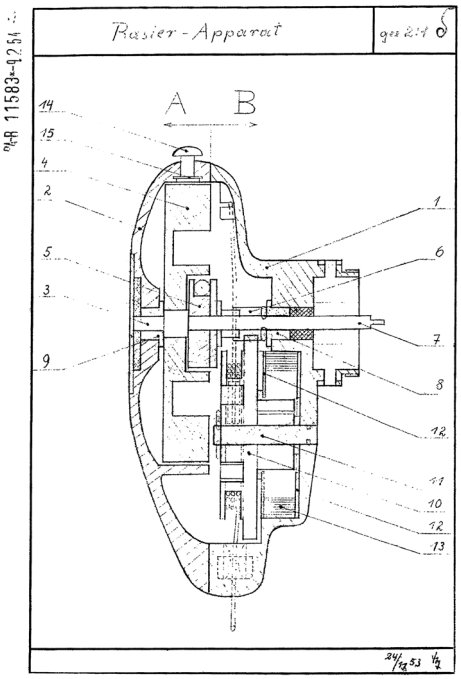


Figura 58. Figuras de la patente DE1695185U, ilustrando el mecanismo interno de la afeitadora mecánica de O.H. Meier. Fuente: Adaptada de [115].



Figura 57. Afeitadora mecánica en seco "Ohnestrom Volks Shaver". Fuente: Adaptada de [117].



Figura 59. Afeitadora mecánica en seco "Volks Shaver". Fuente: Adaptada de [118].

Debido a ello, su forma no transmitía una sensación ergonómica, independientemente de que cupiera en la palma de la mano y se pudiera utilizar sin problema.

Se conserva muy poca información de este modelo y de la empresa, solo estando disponible en el mercado de colección.

Dos décadas más tarde, en 1976, Auguste Paul Durand registró la patente de un modelo muy similar al anterior, enunciándolo como afeitadora giroscópica [119], aunque no tuviera un giroscopio en su interior.

Considerando la oferta encontrada en el mercado de segunda mano, este diseño sería producido poco después por la empresa francesa Sufam con el nombre de "Gyr 100".

Con un precio en España de 3500 pesetas [120], era una versión más compacta que su antecesora, con un cabezal cortante más grande y una cubierta de plástico que simulaba al cuero, haciéndola más estética.

Según su anuncio publicado en la revista francesa Lui [121], la afeitadora "gira 4 veces más rápido que una afeitadora eléctrica normal" (en francés, "Tourne 4 fois plus vite qu'un rasoir électrique ordinaire").

Aun con esto, es esperable que siguiera sufriendo de unas velocidades de corte poco cómodas para un uso continuado, como la "Ohnestrom Volks Shaver" anterior.



Figura 60. Afeitadora mecánica "Gyr 100" Sufam. Fuente: Adaptada de [122].

3. Referencias de apartado A (anexo II)

[1] Philips. "Afeitadora 'S-9000 Prestige'." Philips.es. Accedido: mar. 8, 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.philips.es/c-p/SP9861_13/shaver-s9000-prestige-apura-como-una-cuchilla-y-cuida-tu-piel

[2] Braun. "Afeitadora 'Series 7'." Braun.es. Accedido: mar. 8, 2023. [En línea]. Disponible en: https://es.braun.com/es-es/male-grooming/shavers-for-men/series-7

[3] Remington. "Afeitadora 'Ultimate S-R9'." Remington.es. Accedido: mar. 8, 2023. [En línea]. Disponible en: https://es.remington-europe.com/productos/afeitadora-rotativa-ultimate-series-r9-xr1570

[4] Wahl. "Afeitadora 'Finale'." Wahl.com. Accedido: mar. 8, 2023. [En línea]. Disponible en: https://es.wahl.com/Products/Professional-Hairdressing/Finale%E2%84%A2.aspx

[5] Rowenta. "Afeitadora 'Forever Sharp Ultimate Xpert TN6200'." Rowenta.es. Accedido: mar. 8, 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.rowenta.es/p/1830008122

[6] Panasonic. "Afeitadora 'ES-RW31'." Panasonic.com. Accedido: mar. 8, 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.panasonic.com/es/consumer/cuidado-personal/afeitadoras/es-rw31.html

[7] PowerStream Technology. "NiMH Battery Charging Basics." Powerstream.com. Accedido: mar. 8, 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.powerstream.com/NiMH.htm

[8] Wikipedia. "Batería de ion de litio." Wikipedia.org. Accedido: mar. 8, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_wVsU

[9] Encyclopaedia Britannica. "Razor, shaving implement." Britannica.com. Accedido: mar. 8, 2023. [En línea]. Disponible en: https://britannica.com/technology/razor

[10] Wikipedia. "Straight razor." Wikipedia.org. Accedido: mar. 8, 2023. [En línea]. Disponible en: https://en.wikipedia.org/wiki/Straight_razor

[11] Wikipedia. "Sheffield." Wikipedia.org. Accedido: mar. 8, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_zHPm

[12] Wikipedia. "Crucible steel." Wikipedia.org. Accedido: mar. 8, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_wVsE

[13] Wikipedia. "Benjamon Huntsman." Wikipedia.org. Accedido: mar. 8, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_wVsD

[14] Wikipedia. "Jean-Jacques Perret." Wikipedia.org. Accedido: mar. 8, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_wVsC

[15] "Rasoirs à rabot," (en francés), *Mercure de France*, vol. 1, p. 135, abr. 1762. Accedido: mar. 8, 2023. [En línea]. Disponible en: https://books.google.es/books?i d=zHBBAAAAcAAJ&pg=PAPA135

[16] R. K. Waits. "From Perret to Kampfe: Origins of the Safety Razor." Shaveworld.org. Accedido: mar. 8, 2023. [En línea]. Disponible en: http://www.shaveworld.org/images/PerrettKampfe-rev2.html

[17] Hanson Shaving. "While best known for his work in aviation, William S. Henson invented the modern form of the razor, the 'T' shaped safety razor, and patented it in 1847. [...] he would be proud of how far his original design has come." Twitter.com. Accedido: mar. 8, 2023. [En línea]. Disponible en: https://twitter.com/HensonShaving/status/1455572912610627589

[18] Wikipedia. "King C. Gillette." Wikipedia.org. Accedido: mar. 9, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_wVs7

[19] Wikipedia. "Safety razor." Wikipedia.org. Accedido: mar. 9, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_wV$7

[20] Wikipedia. "Rasierhobel." Wikipedia.org. Accedido: mar. 9, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_wVs6

[21] Wikipedia. "American Safety Razor Company." Wikipedia.org. Accedido: mar. 9, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_wVs5

[22] The Razor Company. "Schick razors: A brief history." Therazorcompany.com. Accedido: mar. 9, 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.therazorcompany.com/blogs/history-of-wet-shaving/schick-razors-a-brief-history

[23] Razor Emporium. "How to Load a Schick Repeating Razor Types A, B, C." Razoremporium.com. Accedido: mar. 9, 2023. [En línea]. Disponible en: https://razoremporium.com/bloghow-to-load-a-schick-repeating-razor-types-a-b-c

[24] Safety Razors. "The Schick injector razor history." Safetyrazors.net. Accedido: mar. 9, 2023. [En línea]. Disponible en: safetyrazors.net/schick/schicktech.htm

[25] Wikipedia. "Wilkinson Sword." Wikipedia.org. Accedido: mar. 9, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_wV$6

[26] Wikipedia. "Gillette." Wikipedia.org. Accedido: mar. 9, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_wVrs

[27] Time. "Competition: Beastly Blades." Time.com. Accedido: mar. 9, 2023. [En línea]. Disponible en: http://content.time.com/time/subscriber/article/0,33009,829515,00.html

[28] Wikipedia. "Freebie marketing." Wikipedia.org. Accedido: mar. 9, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_wV$5

[29] Amazon. "BiC 1 Sensitive; cuchillas de afeitar desechables." Amazon.es. Accedido: mar. 9, 2023. [En línea]. Disponible en: https://amazon.es//dp/B000M4464K

[30] Wikipedia. "Electric shaver." Wikipedia.org. Accedido: mar. 11, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_wV$4

[31] Espacenet. "US616554A." Espacenet.com. Accedido: mar. 11, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DUS616554A

[32] Espacenet. "US1159647A." Espacenet.com. Accedido: mar. 11, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DUS1159647A

[33] Kulturstiftung der deutschen vertriebenen. "Bibliografía de Johann Brücker," Kulturstiftung.org. Accedido: mar. 11, 2023. [En línea]. Disponible en: https://kulturstiftung.org/biographien/bruecker-johann

[34] Electric Shaver Museum. "Enciclopedia de patentes y marcas de afeitadoras." Pedewei.home.xs4all.nl. Accedido: mar. 11, 2023. [En línea]. Disponible en: https://pedewei.home.xs4all.nl

[35] Espacenet. "US1757978A." Espacenet.com. Accedido: mar. 11, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DUS1757978A

[36] Wired. "March 18, 1931: The Schick Hits the Fans." Wired.com. Accedido: mar. 11, 2023. [En línea]. Disponible en: https://wired.com/2011/03/0318electric-shavers-go-on-sale

[37] Internet Archive Wayback Machine. "Col. Jacob Schick (1878-1937)." (Blog sobre vida, trayectoria profesional e invenciones de Jacob Schick). Web.archive.org. Accedido: mar. 11, 2023. [En línea]. Disponible en: https://web.archive.org/web/20120815173722/http://iavbbs.com/gflinn/schick.htm

[38] Wikipedia. "Remington (personal care brand)." Wikipedia.org. Accedido: mar. 11, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_wVr4

[39] Remington. "Evolution of shaving." Eu.remington-europe.com. Accedido: mar. 11, 2023. [En línea]. Disponible en: https://eu.remington-europe.com/timeline/2017/evolution-of-shaving

[40] Etsy. "Venta de anuncio de Remington de los años 40." Etsy.com. Accedido: mar. 11, 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.etsy.com/listing/843561493

[41] Wikipedia. "Philishave." Wikipedia.org. Accedido: mar. 11, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_wVq$

[42] First Versions. "Afeitadora eléctrica 'Philishave Type 7730', de Philips." Firstversions.com. Accedido: mar. 11, 2023. [En línea]. Disponible en: https://firstversions.com/2015/08/philips-electric-razor.html

[43] Pinterest. "Afeitadora eléctrica 'Philishave Type 7730', de Philips." Pinterest.es. Accedido: mar. 11, 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.pinterest.es/pin/eerste-philishave-type-7730-1939--460844974343365555

[44] Askmen. "History of Electric Shavers." Askmen.com. Accedido: mar. 11, 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.askmen.com/grooming/appearance/history-of-electric-shavers.html

[45] Columbia University. "Anuncio de Remington 'Lektronic'." Columbia.edu. Accedido: mar. 11, 2023. [En línea]. Disponible en: http://columbia.edu/~fdc/family/fhsyearbook1961/Focus_1961_p130.html

[46] Wikipedia. "Nickel–cadmium battery." Wikipedia.org. Accedido: mar. 11, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_wV$3

[47] Core77. "A History of Braun Design, Part 1: Electric Shavers." Core77.com. Accedido: mar. 11, 2023. [En línea]. Disponible en: https://core77.com/posts/24437/A-History-of-Braun-Design-Part-1-Electric-Shavers

[48] YouTube. "Anuncio Braun Syncro System (2000)." Youtube.com. Accedido: mar. 11, 2023. [En línea]. Disponible en: https://youtu.be/h0ERJLfuH5s

[49] Etsy. "Venta de afeitadora eléctrica Braun 'S50'." Etsy.com. Accedido: mar. 11, 2023. [En línea]. Disponible en: https://etsy.com/es/listing/814968294

[50] Wikipedia. "Afeitadora inalámbrica Braun 'Sixtant SM3'." Wikipedia.org. Accedido: mar. 11, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_wV$2

[51] YouTube. "Vintage Antique Unique Collins "Self Shaving" Wind Up Safety Razor." (Comentario de afeitadora "Collins" mecánica). Youtube.com. Accedido: mar. 13, 2023. [En línea]. Disponible en: https://youtu.be/XeK_DrhwZS0

[52] Espacenet. "US1127409A." Espacenet.com. Accedido: mar. 13, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DUS1127409A

[53] Espacenet. "US1334534A." Espacenet.com. Accedido: mar. 13, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DUS1334534A

[54] Espacenet. "US1416199A." Espacenet.com. Accedido: mar. 13, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DUS1416199A

[55] Espacenet. "US1351507A." Espacenet.com. Accedido: mar. 13, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DUS1351507A

[56] Espacenet. "US1480668A." Espacenet.com. Accedido: mar. 13, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DUS1480668A

[57] Flickr. "Advertising for a stock offering in the Collins Rotary Safety Razor in The Quad City Times Newspaper (Davenport, Iowa), May 25, 1919." (Anuncio de afeitadora "Collins") Flickr.com. Accedido: mar. 13, 2023. [En línea]. Disponible en: https://flickr.com/photos/51764518@N02/27205695939

[58] Worthpoint. "Venta de 'Collins' mecánica." Worthpoint.com. Accedido: mar. 13, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worthpoint.com/worthopedia/scarce-early-collins-wind-rotary-1808619512

[59] Worthpoint. "Venta de 'Collins' manual, con estuche, manuales y embalaje de cartón." Worthpoint.com. Accedido: mar. 13, 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.worthpoint.com/worthopedia/vintage-stock-round-collins-safety-1938176144

[60] Espacenet. "US1199132A." Espacenet.com. Accedido: mar. 14, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DUS1199132A

[61] Espacenet. "US1200493A." Espacenet.com. Accedido: mar. 14, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DUS1200493A

[62] Espacenet. "US1404693A." Espacenet.com. Accedido: mar. 14, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DUS1404693A

[63] Espacenet. "US2258608A." Espacenet.com. Accedido: mar. 14, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DUS2258608A

[64] Flickr. "Vintage Stahly Live-Action Double Edge Safety Razor." Flickr.com. Accedido: mar. 14, 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.flickr.com/photos/51764518@N02/48273316497

[65] "Anuncio de Stahly 'Live-Blade'," (en inglés), *The Rotarian*, p. 60, abr. 1954. Accedido: mar. 14, 2023. [En línea]. Disponible en: https://books.google.com.bo/books?id=3j8EAAAAMBAJ&printsec=frontcover

[66] "Anuncio de afeitadora 'Automatic Vibro-Shaver'," (en inglés), *Popular Mechanics*, p. 149 A, oct. 1937. Accedido: mar. 14, 2023. [En línea]. Disponible en: https://books.google.es/books?id=u9oDAAAAMBAJ&printsec=frontcover

[67] YouTube. "Automatic Vibro Shaver обзор Т-образного вибро-станка." (Comentario y desmontaje de afeitadora mecánica "Automatic Vibro Shaver"). Youtube.com. Accedido: mar. 14, 2023. [En línea]. Disponible en: https://youtu.be/18N0DkkXJ_A

[68] Wegian Wetshaving. "A possible shocking shave." (Blog sobre afeitadora eléctrica vibratoria "Vibro-Shave"). Wegianwetshaving.com. Accedido: mar. 14, 2023. [En línea]. Disponible en: https://wegianwetshaving.com/2015/11/a-possible-shocking-shave

[69] Etsy. "Venta de afeitadora eléctrica 'Vibro-Shave'." Etsy.com. Accedido: mar. 14, 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.etsy.com/es/listing/264197995

[70] R. K. Waits. "The Rolls Razor." (Blog sobre la historia y modelos de la afeitadora manual "Rolls Razor") Shaveworld.org. Accedido: mar. 17, 2023. [En línea]. Disponible en: http://shaveworld.org/images/RollsPage3.html

[71] YouTube. "How To Use, Hone & Strop a Vintage Rolls Razor." Youtube.com. Accedido: mar. 13, 2023. [En línea]. Disponible en: https://youtu.be/hchDYxuWy6o

[72] "Anuncio publicitario de Rolls Razor," (anuncio en inglés), *The Bulletin*, p. 28, sept. 7, 1949. Accedido: mar. 17, 2023. [En línea]. Disponible en: https://nla.gov.au/nla.obj-551135690

[73] Espacenet. "GB108531A." Espacenet.com. Accedido: mar. 17, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DGB108531A

[74] "Anuncio publicitario de Rolls Razor," (anuncio en inglés), *The Bulletin*, p. 17, mar. 6, 1949. Accedido: mar. 17, 2023. [En línea]. Disponible en: https://nla.gov.au/nla.obj-550491620

[75] Espacenet. "GB502081A." Espacenet.com. Accedido: mar. 17, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DGB502081A

[76] Espacenet. "GB513153A." Espacenet.com. Accedido: mar. 17, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DGB513153A

[77] Espacenet. "GB522426A." Espacenet.com. Accedido: mar. 17, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DGB522426A

[78] RobertG. "Blog sobre afeitadora 'Viceroy Non-Electric'." Badonoer.blogspot.com. Accedido: mar. 17, 2023. [En línea]. Disponible en: http://badonoer.blogspot.com/2016/03/rolls-viceroy-non-electric.html

[79] The Guardian. "John Bloom obituary." (Necrológica de John Bloom, empresario británico de los 60 y presidente de Rolls Razor) Theguardian.com. Accedido: mar. 17, 2023. [En línea]. Disponible en: https://theguardian.com/business/2019/mar/06/john-bloom-obituary

[80] Espacenet. "FR1098006A." Espacenet.com. Accedido: mar. 18, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DFR1098006A

[81] Espacenet. "FR1052570A." Espacenet.com. Accedido: mar. 18, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DFR1052570A

[82] Espacenet. "FR1067071A." Espacenet.com. Accedido: mar. 18, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DFR1067071A

[83] Espacenet. "FR64334E." Espacenet.com. Accedido: mar. 18, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DFR64334E

[84] Espacenet. "FR1091761A." Espacenet.com. Accedido: mar. 18, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DFR1091761A

[85] Espacenet. "CH325570A." Espacenet.com. Accedido: mar. 18, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DCH325570A

[86] The Analog Dept. "Thorens: A brief summary of the company's history, developments and product line." Theanalogdept.com. Accedido: mar. 18, 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.theanalogdept.com/thorens_history.htm

[87] "Anuncio de afeitadora mecánica 'Riviera'," (en francés), *L'Action Automobile et Touristique*, p. 6, jul. 1955.

[88] DigitaltMuseum (Kystmuseet i Øygarden). "Barbermaskin med etui." (Blog sobre afeitadora mecánica Thorens "Riviera"). Digitaltmuseum.no. Accedido: mar. 18, 2023. [En línea]. Disponible en: https://digitaltmuseum.no/021028255904

[89] Science Museum Group. "Thorens 'Riviera' clockwork dry shaver (razor)." (Blog sobre afeitadora en seco Thorens "Riviera"). Sciencemuseumgroup.org.uk. Accedido: mar. 18, 2023. [En línea]. Disponible en: https://collection.sciencemuseumgroup.org.uk/objects/co46167

[90] Wikipedia. "Plástico termoestable." Wikipedia.org. Accedido: mar. 18, 2023. [En línea]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Pl%C3%A1stico_termoestable

[91] Wikipedia. "Urea-formaldehído." Wikipedia.org. Accedido: mar. 18, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_wVzw

[92] Wikipedia. "Formaldehído." Wikipedia.org. Accedido: mar. 18, 2023. [En línea]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Urea_formaldeh%C3%ADdo

[93] Heroic Relics. "Apollo Monaco Shaver." (Blog sobre afeitadora mecánica "Monaco") Heroicrelics.org. Accedido: mar. 20, 2023. [En línea]. Disponible en: http://heroicrelics.org/celebrating-apollo/apollo-monaco-shaver

[94] OpenCorporates. "Registro mercantil de Haverhill's Retail Stores Corporation." Opencorporates.com. Accedido: mar. 20, 2023. [En línea]. Disponible en: https://opencorporates.com/companies/us_ca/0634840

[95] Etsy. "Venta de afeitadora mecánica 'Monaco' de los años 60." Etsy.com. Accedido: mar. 20, 2023. [En línea]. Disponible en: https://etsy.com/es/listing/615031567

[96] Wikipedia. "Apollo 14." Wikipedia.org. Accedido: mar. 20, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_wVqK

[97] Heritage Auctions. "Venta de afeitadora mecánica de Walt Cunningham, piloto de la primera misión tripulada del Programa Apolo (Apolo 7)." Historical.ha.com. Accedido: mar. 20, 2023. [En línea]. Disponible en: https://historical.ha.com/itm/explorers/space-exploration/a/6033-41177.s

[98] YouTube. "Apollo 14 - 16-mm magazine 1202-H." (Grabación dentro del Apolo 14). Youtube.com. Accedido: mar. 20, 2023. [En línea]. Disponible en: https://youtu.be/snMk28Ul3R4

[99] Heroic Relics. "Monaco Shaver Magazine Advertisement." Heroicrelics.org. Accedido: mar. 20, 2023. [En línea]. Disponible en: http://heroicrelics.org/info/monaco-shaver/monaco-shaver-ad.html

[100] Wikipedia. "Polimetilmetacrilato." Wikipedia.org. Accedido: mar. 20, 2023. [En línea]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Polimetilmetacrilato

[101] YouTube. "Monaco Rasierer." (Comentario y desmontaje de afeitadora mecánica "Monaco"). Youtube.com. Accedido: mar. 20, 2023. [En línea]. Disponible en: https://youtu.be/NrPTrJyrluM

[102] "Anuncio de afeitadora mecánica 'Riviera'," (en inglés), *The Rotarian*, p. 55, mar. 1967. Accedido: mar. 20, 2023. [En línea]. Disponible en: https://books.google.es/books?id=5jMEAAAAMBAJ

[103] Internet Archive Wayback Machine. "Blog sobre afeitadora mecánica 'Sputnik' de los años 50." Web.archive.org. Accedido: mar. 20, 2023. [En línea]. Disponible en: https://web.archive.org/web/20211201004456/http://mirvremeni.ru/exhibits/britva-sputnik2.html#.YabFjnbP2Uk

[104] YouTube. "Заводная механическая бритва "Спутник" Ленинградского патефонного завода, 1959 год)." (Comentario y desmontaje de afeitadora mecánica "Sputnik"). Youtube.com. Accedido: mar. 20, 2023. [En línea]. Disponible en: https://youtu.be/XqGUj-IFyWw

[105] Fajans Auction House. "Venta de afeitadora mecánica 'Sputnik' de los años 50." Fajans.lv. Accedido: mar. 20, 2023. [En línea]. Disponible en: https://fajans.lv/ru/auction/8391

[106] GradPetra. "Historia de calle Volkovsky, nº 6, San Petersburgo." History.gradpetra.net. Accedido: mar. 20, 2023. [En línea]. Disponible en: https://history.gradpetra.net/prospekt/35/632-6.html

[107] CityWalls. "Historia de la Planta electromecánica de Leningrado 'Sputnik'. Producción No. 6." CityWalls.ru. Accedido: mar. 20, 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.citywalls.ru/house6606.html

[108] Youla. "Venta de afeitadora mecánica 'Sputnik-3'." youla.ru. Accedido: mar. 20, 2023. [En línea]. Disponible en: https://youla.ru/penza/krasota-i-zdorove/strizhka-brite/5ee284dcdfd8bc4ad264442f

[109] Ebay. "Venta de afeitadora mecánica 'Sputnik-2'." Ebay.com. Accedido: mar. 20, 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.ebay.com/itm/255650612190

[110] Bonanza. "Venta de afeitadora rusa 'Sputnik-3'." Bonanza.com. Accedido: mar. 20, 2023. [En línea]. Disponible en: https://bonanza.com/items/like/391555138

[111] Vintagetorg. "Blog sobre afeitadora mecánica 'Sputnik' de los años 60." Vintagetorg.com. Accedido: mar. 20, 2023. [En línea]. Disponible en: https://doc.vintagetorg.com/byt-tekhnika/732

[112] Wikipedia. "Rublo soviético." Wikipedia.org. Accedido: mar. 20, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_wVpn

[113] Avito. "Venta de afeitadora mecánica 'Sputnik-67'." Avito.ru. Accedido: mar. 20, 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.avito.ru/sevastopol/kollektsionirovanie/mehanicheskaya_britva_sputnik-67moskovskiy_zavod_1124743538

[114] Espacenet. "DE1680399U." Espacenet.com. Accedido: mar. 22, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DDE1680399U

[115] Espacenet. "DE1695185U." Espacenet.com. Accedido: mar. 22, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DDE1695185U

[116] YouTube. "Vintage Volks Shaver Hand Powered Shaving Razor." (Desmontaje de afeitadora mecánica "Volks Shaver"). Youtube.com. Accedido: mar. 22, 2023. [En línea]. Disponible en: https://youtu.be/f6gXr_7Chz4

[117] AuctionZip. "Venta de afeitadora mecánica 'Ohnestrom Volks Shaver'." Auctionzip.com. Accedido: mar. 22, 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.auctionzip.com/auction-lot/Volks-Shaver_17D16F6F85

[118] Lot-tissimo. "Venta de afeitadora mecánica 'Ohnestrom Volks Shaver'." Lot-tissimo.com. Accedido: mar. 22, 2023. [En línea]. Disponible en: https://lot-tissimo.com/de-de/auction-catalogues/auktionshaus-bloss/catalogue-id-bloss10017/lot-a0bbb015-5f1e-42aa-88a5-a9b600f214ca

[119] Espacenet. "FR2371276A1." Espacenet.com. Accedido: mar. 22, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DFR2371276A1

[120] Wallapop. "Venta de afeitadora mecánica 'Gyr 100' Sufam." Museen-sh.de. Accedido: mar. 22, 2023. [En línea]. Disponible en: https://es.wallapop.com/item/maquina-afeitar-vintage-giroscopica-341771588

[121] "Anuncio de afeitadora mecánica 'Gyr 100' Sufam," (en francés), *Lui*, no. 203, p. 50, dic. 1980. Accedido: mar. 22, 2023. [En línea]. Disponible en: http://fr.1001mags.com/parution/lui/numero-203-decembre-1980/page-50-51-texte-integral

[122] Worthpoint. "Venta de afeitadora mecánica 'Gyr 100' Sufam." Worthpoint.com. Accedido: mar. 22, 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.worthpoint.com/worthopedia/vtg-french-gyr-100-sufam-razor-manual-1918925348

Anexo II

Estudio de viabilidad

Apartado B: Viabilidad técnica

En este apartado, se discutirá la capacidad de llevar a cabo el rediseño de una afeitadora mecánica en seco mediante el actual estado del arte industrial.

Para determinar la viabilidad técnica de dicha propuesta, a continuación, se tratarán las aspectos que condicionen el desarrollo del producto a nivel tecnológico, agrupándose en dos categorías principales: factores de diseño y factores de proceso.

Mientras que en la primera categoría se versará sobre la influencia técnica de los requisitos de diseño (ya expuestos en el "Anexo I: Definición estratégica") en la materialización física de la propuesta, en la segunda se plantearán las características de aquellos procesos de fabricación susceptibles de ser empleados para conseguir los múltiples rasgos del producto final.

1. Factores de diseño

En este epígrafe, se procederá a comentar de forma somera los aspectos técnicos que se desprenden de los requisitos de diseño, con tal de conocer cómo influirán estos en el conformado del producto.

Los aspectos de diseño que condicionan en mayor grado la viabilidad técnica del producto y que deberán tenerse en cuenta durante su rediseño son los siguientes: producción y aspectos ambientales, seguridad del producto, ergonomía, y normalización.

- **Producción y aspectos ambientales:** Se deberá considerar la normativa medioambiental correspondiente para conseguir el menor impacto respecto a contaminación del entorno y emisiones durante todas las fases de la vida útil del producto.

Ciertas áreas de la legislación a contemplar podrían ser: contaminación de suelos, calidad del aire, gestión de los residuos y ruido ambiental.

Además, las posibles alternativas de diseño deberán ir orientadas hacia la reparabilidad y reciclabilidad del producto y de los componentes desechados. Esto se lograría mediante el estudio de materiales correspondiente junto a un análisis del ciclo de vida del producto, herramientas que aportarían datos relevantes sobre la huella generada en el ecosistema y la durabilidad general del dispositivo.

- **Seguridad del producto:** La propuesta recogerá características y elementos seguros para la integridad del operador encargado de su fabricación o transporte y para el usuario final que lo utilice.

Algunas alterantivas serían: esquinas y cantos redondeados en artículo y embalaje, piezas móviles exteriores con acabados romos, diseño robusto que permita una correcta manipulación de las cuchillas, presencia de elementos no tóxicos en el producto y seguimiento de la normativa correspondiente sobre seguridad industrial, especialmente aquella que verse sobre la prevención de riesgos laborales y la gestión de residuos del proceso de fabricación.

- **Ergonomía:** La forma y dimensiones del producto serán acordes a la fisonomía de una mano humana, la cual se establecerá siguiendo un percentil alto.

El peso total del aparato deberá permitir un uso prolongado de este sin provocar fatiga al usuario, al mismo tiempo que se sienta tangible al sujetarlo.

Además, los acabados y texturas de las superficies de agarre deberán proporcionar un sólido manejo del dispositivo aplicando poca fuerza y sin temor a poder soltarlo inesperadamente, aspectos también fuertemente relacionados con su seguridad.

Las consideraciones ergonómicas también deberán estar presentes en el envase y embalaje del producto, lo que se traduce en una mayor manejabilidad en el transporte mercantil y para el usuario.

- **Normalización:** Se deberá establecer un marco de normas a utilizar, ya sean armonizadas para cumplir con la legalidad vigente o aquellas sólidamente integradas en el estado del arte de la industria.

Con esto, se conseguirá una mayor facilidad en la fabricación, pudiendo integrar materiales con mayor maquinabilidad y elementos estandarizados que aceleren el proceso productivo. Además, esto aumentará la capacidad de reparación del producto, permitiendo duplicar la pieza defectuosa en un futuro.

2. Factores de proceso

A la hora de determinar cómo se podrán materializar los diferentes rasgos de la propuesta final, son las variables relativas a los procesos de fabricación las de mayor influencia e importancia.

Con el proposito de alcanzar dicho objetivo, se procederá a describir las múltiples peculiaridades de las posibles operaciones de manufactura a emplear en este rediseño.

Los procesos que se pueden utilizar para la producción de las múltiples piezas de las que se compone el aparato a nivel general son variados. Debido a que los componentes principales del aparato serían de metal (sobre todo, los internos) y polímero, se deberá centrar la atención en aquellos procesos que trabajen estos tipos de material con la mayor eficiencia, como es el caso del conformado.

El conformado de metales es un término genérico referido a todos aquellos procesos de manufactura en los cuales se utiliza la deformación plástica para cambiar la forma y, con ello, las propiedades mecánicas del material a trabajar [1, c. 18, p. 378].

Dicha deformación se consigue generalmente mediante un troquel, el cual aplica unos esfuerzos que exceden la resistencia a la fluencia del metal, dotando a la pieza trabajada de una forma concreta [1, c. 18, p. 378].

Por lo general, los esfuerzos aplicados son de compresión para deformar plásticamente el metal, aunque otros procesos de conformado optan por el estirado, doblado o cizallado del material [1, c. 18, p. 378].

Los procesos de conformado de metal pueden ser ordenados en base a la relación área-volumen que presenta el material inicial [1, c. 18, p. 380]. Los procesos de deformación volumétrica del material, caracterizados por deformaciones notables y grandes cambios de forma, tienen una relación muy baja [1, c. 18, p. 379]. Sin embargo, aquellos encargados del trabajo de láminas metálicas consiguen una razón alta [1, c. 18, p. 380].

Las operaciones básicas de deformación volumétrica son: laminado (reducción del espesor de una plancha mediante esfuerzos de compresión ejercidos por rodillos), forjado (compresión del material entre dos troqueles para adoptar la forma de estos), extrusión (forzado del material a fluir por una abertura con un contorno determinado) y trefilado (reducción del diámetro de un alambre mediante su estirado a través de un troquel) [1, c. 18, p. 380].

Los procesos fundamentales de los que se compone el trabajo de láminas metálicas son: doblado (deformación del metal para que adopte un ángulo concreto), embutido (estirado de una lámina mediante un punzón hacia la cavidad de un troquel) y corte (cizallado de la pieza de trabajo a través de una prensa) [1, c. 18, p. 380].

Respecto al conformado de polímeros, los diferentes procesos de manufactura situados dentro de esta categoría se pueden clasificar según la forma geométrica del producto resultante o el grado de reversibilidad del material [1, c. 13, p. 258].

Esta última clasificación agrupa los polímeros en termoplásticos y termofijos; mientras que los primeros se pueden calentar y conformar repetidamente, los segundos experimentan un proceso de curado durante su primer calentamiento y conformado, quedando tras ello en un estado químico permanente en el que no se pueden volver a fundir [1, c. 13, p. 258].

Considerando los aspectos medioambientales de los requisitos de diseño, los componentes probablemente estarán constituidos de un polímero termoplástico reutilizable, como el ABS.

Atendiendo a la forma de las piezas, las de este rediseño probablemente presentarán una fisonomía heterogénea concreta, por lo que se necesitará un proceso capaz de reproducir todos los detalles fácilmente, siendo el moldeo por inyección el más adecuado y comúnmente utilizado para dichas especificaciones, tanto formales como materiales [1, c. 13, p. 276].

A continuación, se especificarán los diferentes procesos que son más susceptibles de ser usados para la fabricación del diseño final, siguiendo la tipología y clasificación ya comentadas.

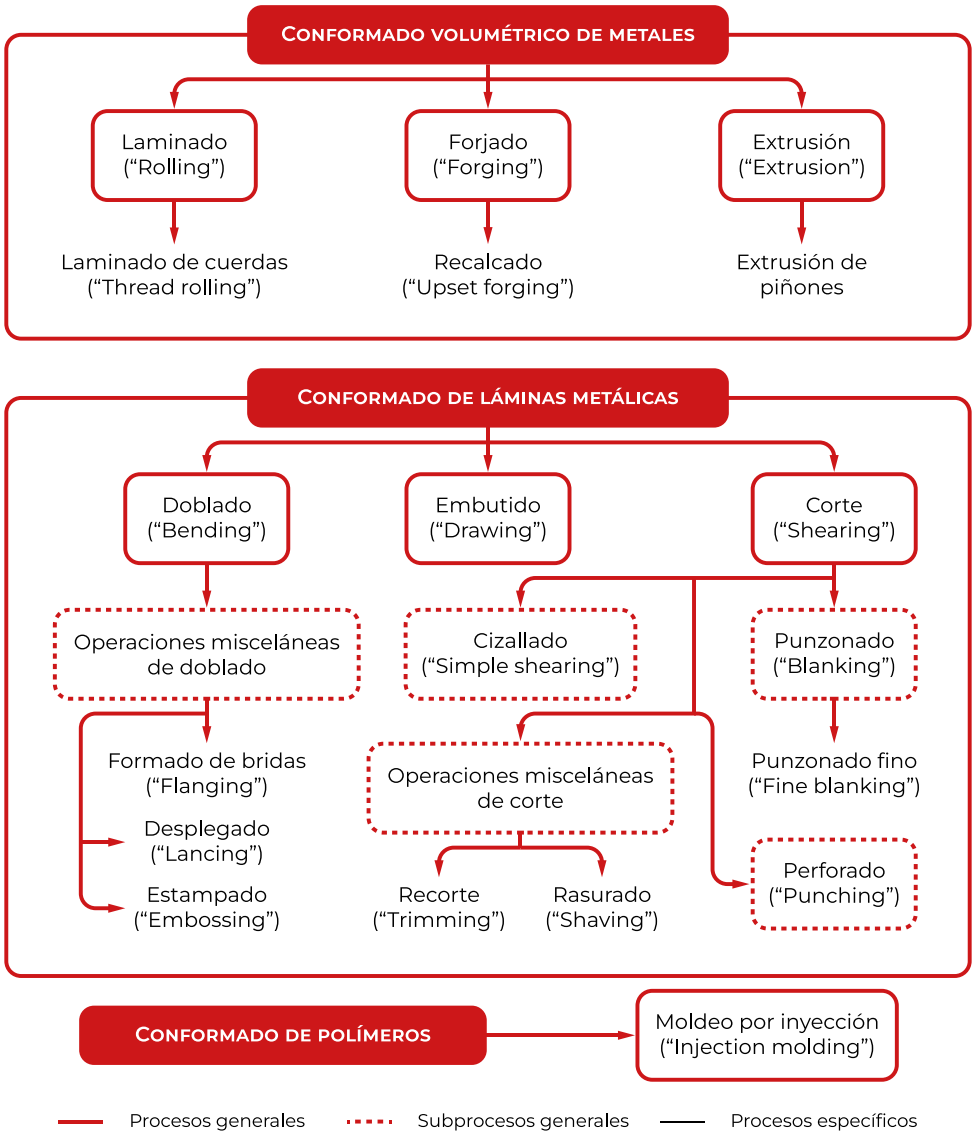


Figura 1. Diagrama de los procesos de fabricación comentados, susceptibles de ser empleados en el rediseño. Fuente: Primaria.

Respecto a la terminología utilizada para citar dichos métodos, se ha incluido tanto el nombre en español como en inglés, estos últimos extraídos en su mayoría de [2], la versión original de [1] en dicho idioma.

2.1. Conformado volumétrico de los metales

2.1.1. Laminado ("Rolling")

El laminado es un proceso industrial de deformación en el cual dos rodillos opuestos ejercen una fuerza de compresión sobre la pieza a trabajar para reducir su espesor [1, c. 19, p. 391]. Los rodillos giran de manera sincronizada, lo que les permite tirar de la pieza y deformar su superficie al mismo tiempo [1, c. 19, p. 391].

Las operaciones más comunes de este proceso son la laminación plana y de perfiles [1, c. 19, p. 391], aunque también existen otros procesos tales como el laminado de cuerdas (o de roscas), de anillos, de engranajes o el perforado de rodillos ("Roll piercing") [1, c. 19, p. 398].

2.1.1.1. *Laminado de cuerdas ("Thread rolling")*

El laminado de cuerdas consiste en la creación de roscas (o cuerdas) exteriores en la superficie de piezas cilíndricas mediante dos troqueles, los cuales presentan características y medidas concretas para cada tipo de perfil generado; normalmente, esta operación se realiza en frío [1, c. 19, p. 399].

Este es el método de fabricación más extendido en la industria junto al maquinado debido a su alta tasa de producción, principalemente en la fabricación de tornillería [1, c. 19, p. 399].

Otras ventajas de este proceso son: un mejor aprovechamiento del material, filetes más duros (debido al trabajo en frío), mayor resistencia a la fatiga (debido a los esfuerzos de compresión introducidos en el material) y un acabado superficial aun más liso en comparación con el proceso de maquinado [1, c. 19, p. 399].

Los troqueles utilizados en las máquinas de laminado de cuerdas pueden ser planos (se mueven recíprocamente entre sí), cilíndricos (giran relativamente entre sí) o planetarios (un segmento gira alrededor de un segundo troquel cilíndrico) [1, c. 19, p. 399], [3, pp. 12-14].

La configuración con troqueles planos es la más recomendada para fabricar roscas que partan de un cilindro de menos de una pulgada de diámetro, según [3, Tabla IV], valor más que suficiente contemplando las supuestas medidas reducidas de los componentes y tornillería del futuro producto.

Usualmente, las empresas del sector que ofrecen estas operaciones distribuyen manuales donde expresan su capacidad de manufactura, tolerancias y sus propios procesos de cálculo, siendo difícil establecer cierta normalización entre las medidas en plano y el proceso productivo de otros fabricantes.

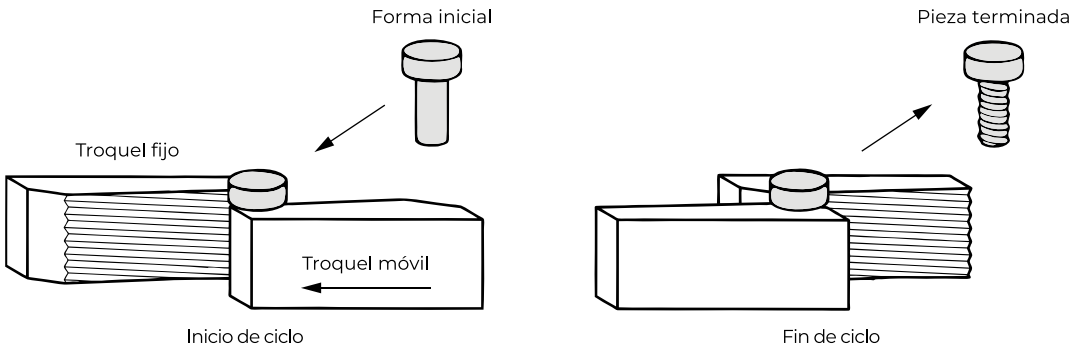


Figura 2. Etapas del laminado de cuerdas con troqueles planos. Fuente: Adaptada de [1, Fig. 19.6, p. 399].

Por ello, a continuación, se presentarán aquellos rasgos generales a contemplar en todo proceso de laminado de roscas con troqueles planos.

El laminado de roscas con troqueles planos se lleva a cabo mediante dos troqueles rectos instalados en una máquina generadora de un movimiento recíproco, los cuales presentan en una de sus caras los grabados para roscar [3, p. 12]. Uno de los módulos se mantiene estacionario, mientras que el otro se desplaza alternativamente paralelo al primero [3, p. 12]. Los grabados de roscar se sitúan enfrentados, de manera que se genera la rosca al pasar el cilindro a trabajar entre los troqueles [3, p. 12].

Atendiendo a las características de los troqueles, cada par está fabricado para un diámetro y un paso de rosca específico [4, p. 8]. El ancho de estos dependerá del tipo de rosca y diseño del troquel, entre otros factores, aunque siempre deberá ser mayor al largo de la pieza a roscar [4, p. 12].

Según el ancho restante, los troqueles se pueden configurar para uso individual o múltiple; en caso de configuración doble, se rosca en cada extremo de los troqueles para aprovechar mejor la herramienta [4, p. 12].

Para reducir el utillaje, se pueden grabar ambas caras de los módulos, solo siendo necesario girarlos para fabricar otro tipo de rosca; este es uno de los arreglos que suelen ser más utilizados [4, p. 12].

El diámetro de la pieza final roscada depende del diámetro de partida y de la distancia más corta entre los dos troqueles, situada en el extremo final de su recorrido [3 p. 12].

El número de revoluciones que debe dar el cilindro de partida para tener la rosca depende de la longitud de los troqueles, mientras que el grado de penetración lo determina la forma del grabado de roscar; generalmente, este es más acusado al principio del proceso de laminado [3, p. 12].

Las mejores condiciones de laminado y máxima vida de la herramienta se consiguen con unos adecuados valores de velocidad de troquel y número de revoluciones del cilindro de partida [4, p. 8].

Estas variables cobran una mayor importancia al trabajar pequeñas tolerancias con materiales duros; demasiadas revoluciones endurecerían ciertos materiales, reduciendo la vida de los troqueles [4, p. 8].

Por otra parte, roscas muy largas de materiales duros (cuyos diámetros sean el máximo permitido por la máquina) necesitarían mayores revoluciones que las cortas, pudiendo requerir de una máquina superior para realizar la operación [4, pp. 8-9].

En caso de laminar un material tratado térmicamente (proceso que genera gran cantidad de calor), se debe reducir la velocidad de laminado para minimizar este efecto; la utilización de refrigerante durante el proceso atenúa las temperaturas alcanzadas por la pieza y troqueles [4, p. 9].

Por último, la tasa de producción varía según el tipo de pieza a producir, la dureza del material y la calidad del equipo empleado; esta tasa tiende a ser menor cuanto más duro es el material [4, p. 8].

2.1.2. Forjado ("Forging")

El forjado es un proceso de conformado en el que dos troqueles se encargan de comprimir el material de partida para darle la forma deseada [1, c. 19, p. 400].

Las distintas operaciones que forman parte del forjado se pueden clasificar según la temperatura de trabajo o el grado de restricción del flujo del metal [1, c. 19, p. 401].

En base a la temperatura, el proceso se divide en forjado en caliente (por encima o no de la temperatura de recristalización), el cual reduce la resistencia y aumenta la ductilidad del material para conseguir grandes

deformaciones, y forjado en frío, que aumenta la resistencia de la pieza gracias al endurecimiento por deformación del componente [1, c. 19, p. 401].

Contemplando el grado de restricción del flujo del metal, se distinguen el forjado en troquel abierto (el material es comprimido por dos troqueles planos que permiten que fluya lateralmente), el forjado en troquel impresor (el material rellena las cavidades grabadas en los troqueles, dejando una rebaba de material sobrante posteriormente retirable) y el forjado sin rebaba (restringe completamente el material a la forma del troquel sin obtener una rebaba de material sobrante) [1, c. 19, p. 401].

2.1.2.1. *Recalcado ("Upset forging")*

El recalcado es una operación de forjado en la cual se reduce la longitud del material de partida (normalmente, una barra) para aumentar el diámetro de alguna de sus secciones [1, c. 19, p. 412].

Se puede ejecutar el trabajo en caliente o en frío, al igual que con forjado abierto o sin rebaba ("flashless forging") [1, c. 19, p. 412].

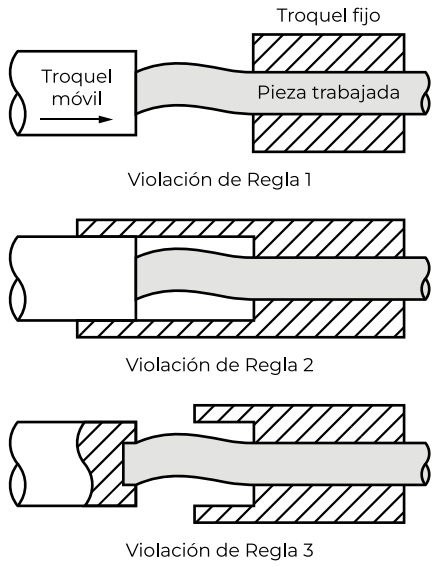


Figura 3. Ejemplos de violación de las reglas del recalcado. Fuente: Primaria; adaptada de [5, Fig. 16-18, p. 414].

Este proceso tiene una gran relevancia en la manufactura de tornillería, sobre todo en las tareas de encabezado ("heading") de los tornillos o clavos [1, c. 19, p. 412], lo que le convierte en el tipo de forja más empleado debido al gran número de piezas producidas [5, c. 16, p. 413].

Las máquinas que ejecutan el proceso de recalcado suelen tener una orientación horizontal, además de varias estaciones de trabajo para un recalcado por fases, produciendo una pieza al menos por cada ciclo [5, c. 16, pp. 413-414].

Atendiendo a las propiedades del proceso, el recalcado se puede realizar tanto en los extremos ("heading" o "flanging" [6]) como en la parte central ("gathering" [6]) de la pieza a trabajar, pudiendo conseguir un diámetro recalcado tres veces mayor al original [5, c. 16, p. 414].

Sin embargo, existen una serie de reglas para evitar que el material cilíndrico pandee y, por lo tanto, conseguir llenar la cavidad de los troqueles [5, c. 16, p. 414], [7]:

1. La longitud del material no sujetado que se puede recalcar sin obtener efecto de pandeo en un solo ciclo debe ser menor que tres veces el diámetro de la barra de partida.

2. Si la longitud del material no sujeto supera en tres veces su diámetro, el proceso de recalcado se podrá realizar en un solo ciclo en tanto que el nuevo diámetro no supere en 1,5 veces el diámetro de partida.

3. Si la longitud del material no sujetado supera en tres veces su diámetro y el nuevo diámetro no supera en 1,5 veces el diámetro de partida, el proceso de recalcado se podrá realizar en un solo ciclo mientras que la longitud del material no sujetado que sobresalga del troquel no exceda en 1,5 veces el diámetro de la barra.

2.1.3. Extrusión ("Extrusion")

La extrusión es un proceso de conformado en el que el material utilizado se hace fluir a través de la abertura de un troquel para conseguir una sección transversal concreta [1, c. 19, p. 416].

Gracias a ello, se pueden extruir multitud de formas diferentes (sólidas o huecas), solo teniendo como limitación que la sección será constante a lo largo de toda la pieza [1, c. 19, p. 416].

Otras ventajas son la mejora de la resistencia y estructura cristalina del material, la obtención de tolerancias muy pequeñas (principalmente en frío) y la casi nula generación de material malgastado [1, c. 19, p. 416].

La extrusión se puede clasificar según la configuración física del proceso (directa o indirecta), la temperatura de trabajo (en caliente o en frío) o el procesamiento del material (continuo o discreto) [1, c. 19, p. 417].

En la extrusión directa, el material es comprimido dentro de un contenedor por un pisón, haciéndolo fluir hacia las aberturas del troquel [1, c. 19, p. 417]. En el caso de la extrusión indirecta, el troquel forma parte del pisón, por lo que la dirección de extrusión es opuesta a la de compresión [1, c. 19, p. 418].

Mientras que el método indirecto requiere menos potencia del pisón debido a la quietud del material (no generando fricción con el contenedor), existen inconvenientes a la hora de formar piezas de gran longitud [1, c. 19, pp. 418-419].

Según la temperatura de trabajo, el tipo de extrusión se elige en base al material a trabajar y a la complejidad de la forma que adopte [1, c. 19, p. 419].

En la extrusión en caliente (por encima de la temperatura de recristalización del metal), al material se le aumenta la ductilidad para poder generar secciones más complejas, mientras que la extrusión en frío se utiliza principalmente para la producción de piezas discretas y tolerancia pequeñas [1, c. 19, p. 419].

Los metales comúnmente utilizados son el aluminio, magnesio, cobre, plomo y sus aleaciones debido al reducido límite elástico y bajas temperaturas de trabajo en caliente [5, c. 16, p. 419].

Por último, dependiendo del procesamiento del material, el proceso puede ser continuo, en donde el periodo de trabajo es indefinido, o discreto, produciendo una sola pieza por cada ciclo de formado [1, c. 19, p. 419].

2.1.3.1. *Extrusión de piñones*

En el caso de bajas cargas de transmisión y tolerancias poco exigentes, la extrusión se convierte en uno de los procesos más rentables económicamente a la hora de producir engranajes en masa, debido al alto número de piezas fabricadas por cada barra extruida (solo hay que seccionarla) y al acabado superficial endurecido y suave que posibilita omitir operaciones posteriores [8, c. 6, p. 132].

La extrusión de una barra con perfil de piñón se debe realizar en caliente, solo pudiendo utilizar materiales blandos no ferrosos tales como latón, aluminio o bronce [9, c. 7, p. 489].

Los criterios de diseño que limitan este proceso son los siguientes [9, c. 7, p. 489]:

1. Solo se pueden generar piñones con diámetro primitivo de entre 3 y 25 mm (entre un octavo y una pulgada, respectivamente).

2. El núm. de dientes debe estar entre 15 y 24.

3. La medida del diente debe situarse entre 0,25 y 1 de módulo (entre 100 y 24 de paso diametral, respectivamente).

4. El diente debe proyectarse con un ángulo de presión igual o superior a 20° y con suficiente addendum para evitar interferencias.

5. Debe evitarse diseñar esquinas agudas.

2.2. Conformado de láminas metálicas

2.2.1. Doblado ("Bending")

El doblado se define como la deformación plástica del metal respecto de un eje recto e independiente de otros ejes de doblado; si este no es recto o independiente, el proceso recibiría el nombre de embutido ("drawing"), y si se realizan dobleces múltiples, formado ("forming") [5, c. 17, p. 449].

El trabajo se ejecuta mediante punzones y troqueles, los cuales pueden estar orientados a generar dobleces simples en voladizo con un troquel deslizante ("edge bending") o imprimir la forma que tienen en el material (p. ej., doblado en V) [1, c. 20, p. 448].

A la hora de diseñar una pieza a doblar, se deben considerar una serie de factores [5, c. 17, pp. 451-453]:

1. **Determinación del mínimo radio de doblado:** Depende de la ductilidad y del grosor del material. A mayor grosor, más dúctil debe ser la pieza para un radio mínimo deseado. Cuanto menos severo sea el doblez, el desdoblamiento por la liberación de esfuerzos elásticos será más acusado, no obteniendo la deformación plástica requerida; por regla general, cuando el radio es mayor que cuatro veces el espesor, la pieza sufre de este efecto.

2. **Dirección de doblado:** Si el material empleado ha sufrido un trabajo en frío o tiene propiedades direccionales, el eje de doblado debe situarse perpendicularmente a tales direcciones, nunca paralelamente a ellas. Si varios ejes de doblado se intersecan, ambos deberán encontrarse a un ángulo de dicha dirección de trabajo.

3. **Dimensiones de la chapa de partida:** Durante el proceso de doblado, ambas superficies del material sufren una variación de longitud, la cual se debe considerar previamente para obtener las medidas exactas de la pieza proyectada.

   Tal variación depende del espesor y del radio de doblado, habiendo diferentes métodos que relacionan ambas variables según la situación de doblado; como ejemplo, la longitud de un saliente de la lámina debe ser al menos igual al radio de doblado más 1,5 veces el espesor del metal.

4. **Morfología y manufactura de la pieza:** Con el objetivo de reducir utillaje, es recomendable que todos los dobleces de la pieza tengan el mismo radio de doblado.

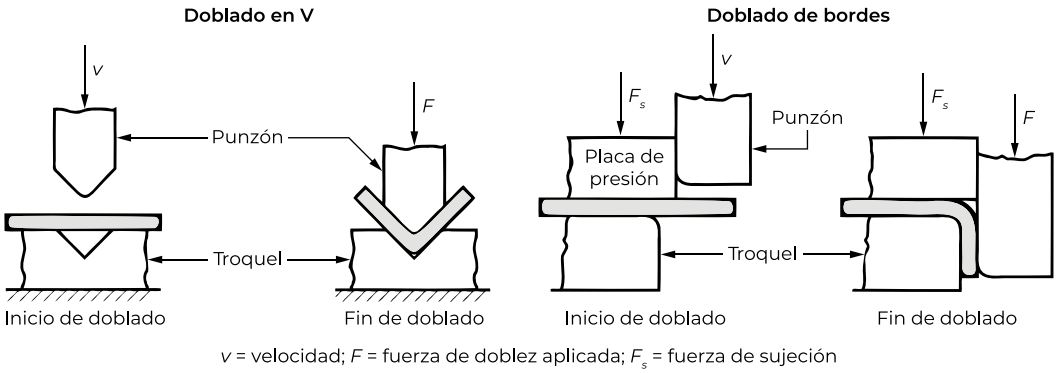


Figura 4. Etapas del doblado, en V y en voladizo, de láminas metálicas. Fuente: Adaptada de [1, Fig. 20.12, p. 448].

El doblado cerca de los bordes del material hará que estos se distorsionen, por lo que se deberá añadir más material y recortar el filo tras el doblado para conseguir un acabado sin defectos.

2.2.1.1. *Operaciones anexas al doblado*

A la hora de fabricar ciertos elementos específicos de las piezas, existen procesos singulares en los cuales se ejecuta un doblado o formado concreto del metal conjunto a otras acciones, en un mismo ciclo de manufactura.

Algunas de estas operaciones misceláneas planteadas en este punto son el formado de bridas ("flanging"), desplegado ("lancing") y estampado ("embossing").

El formado de bridas consiste en doblar el filo de la lámina de metal en un ángulo de 90° para generar el borde, dando rigidez a la pieza. Este doblez se puede realizar sobre un eje recto o curvo [1, c. 20, p. 451].

El desplegado ("lancing") es una combinación de corte con doblado o formado en el que se generan pestañas en la pieza, ya sean como elementos de sujeción o de ventilación [1, c. 20, p. 460]. Debido a que no se produce el corte de un contorno cerrado, no se malgasta material.

Por último, el estampado o repujado ("embossing") se basa en el formado de una serie de relieves o costillas de refuerzo en la superficie del metal; al contrario que en el acuñado, el estampado se genera con punzones y troqueles que coinciden, por lo que en la cara opuesta se consigue el negativo [1, c. 20, p. 460].

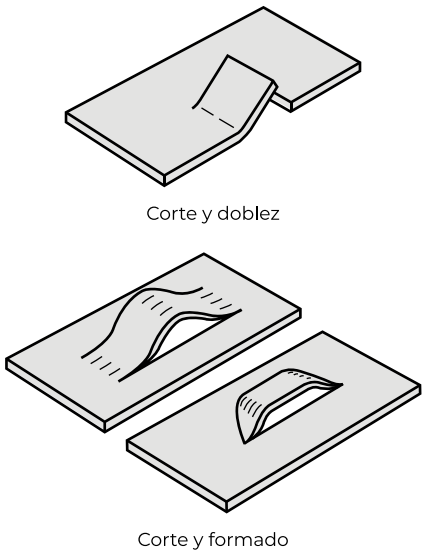


Figura 6. Múltiples formas de desplegado. Fuente: Adaptada de [1, Fig. 20.27, p. 461].

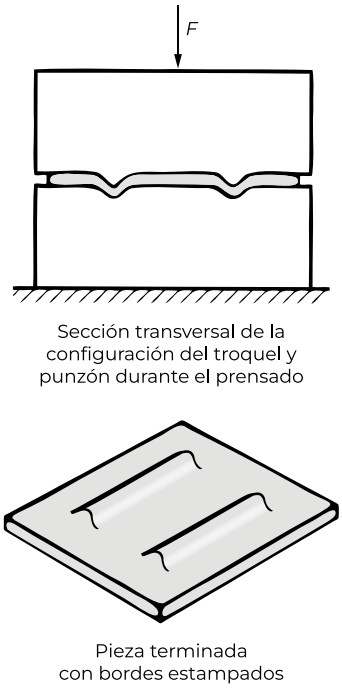


Figura 7. Ejemplo de estampado. Fuente: Adaptada de [1, Fig. 20.26, p. 460].

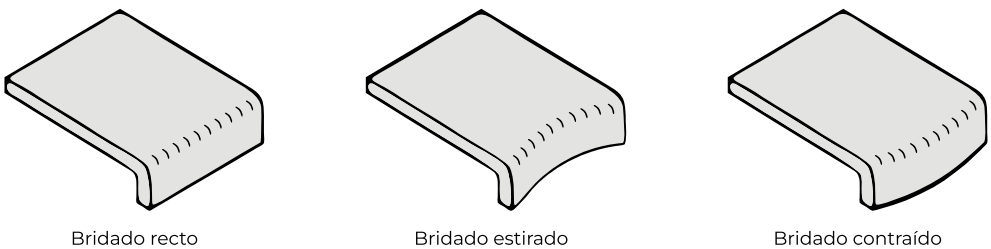


Figura 5. Variantes del formado de bridas. Fuente: Adaptada de [1, Fig. 20.16, p. 451].

2.2.2. Embutido ("Drawing")

El embutido se refiere a la creación de piezas huecas a partir del formado de láminas metálicas [1, c. 20, p. 452]. Para ello, la lámina se coloca sobre la cavidad de un troquel y un punzón hace fluir el metal hacia ella [1, c. 20, p. 452].

A lo largo del proceso, el material que rodea al punzón es asegurado por un sujetador ("blackholder"), el cual comprime la lámina sobre el troquel en su justa medida con tal de evitar defectos de arrugado, estirado o desgarrado del metal conforme entra a este [1, c. 20, p. 452 y 454].

Se pueden embutir desde formas cilíndricas o cuadradas, fáciles de realizar, hasta piezas con una morfología compleja [1, c. 20, p. 452]. Dependiendo de si la profundidad es superior o no al diámetro (o a la dimensión más pequeña de las aberturas) de la pieza deseada, el proceso puede recibir el nombre de embutición profunda ("deep drawing") o embutición superficial ("shallow drawing"), respectivamente [5, c. 17, p. 459].

Las variables del embutido dependerán del tipo de forma que queramos conseguir; en el caso de piezas cilíndricas (copas), los parámetros principales son: diámetro de la lámina y del punzón (determinan la relación de embutido y la altura de las paredes de la pieza), radio de los bordes del troquel y punzón, espacio entre troquel y punzón, grosor de la lámina, acabado superficial del troquel y sujetador, lubricación, y presión de sujeción [5, c. 17, pp. 459-461].

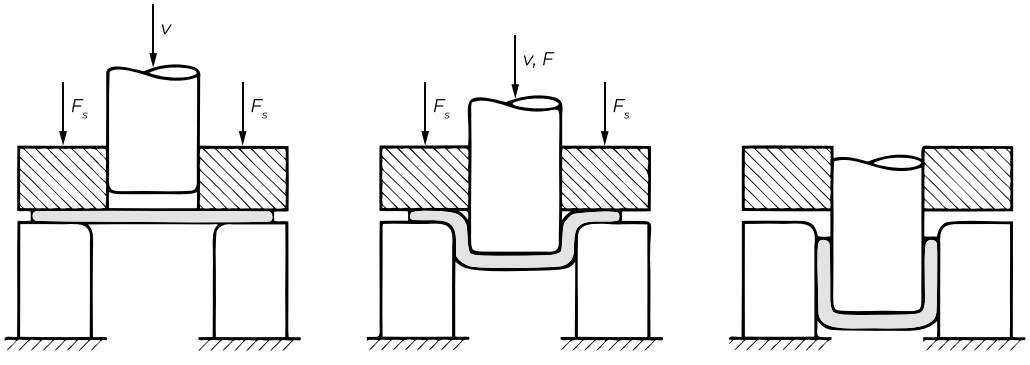
A la hora de fabricar piezas irregulares, estos parámetros se deben adaptar y ajustar experimentalmente para corregir los esfuerzos no predichos [10, c. 9, pp. 115-116].

Los aspectos y variables a contemplar para la formación de copas son las siguientes [5, c. 17, p. 461]:

1. Si el radio de los bordes del punzón es muy pequeño, se podría cortar o perforar la lámina; si es demasiado grande, el material se estiraría y adelgazaría en esta zona en vez de embutirse desde el filo.

2. Si el radio de los bordes del troquel es muy pequeño, se generarían fracturas conforme el material entra al troquel; en caso de ser muy grande, se produciría un arrugado de la lámina en la zona no sujeta entre el punzón y el troquel.

3. Si la presión de sujeción es muy baja, existiría arrugado al comenzar la operación. Si es muy alta, la lámina se estiraría y adelgazaría al haber demasiada restricción de movimiento, pudiendo degenerar en la ruptura de la pieza ya formada.



v = velocidad; F = fuerza de embutición aplicada; F_s = fuerza de sujeción

Figura 8. Etapas de la embutición profunda. Fuente: Adaptada de [1, Fig. 20.20, p. 454].

4. Conforme aumenta la profundidad del embutido, también lo hace la posibilidad de obtener arrugado o fractura del metal. Ocurre lo mismo cuando se trabajan espesores pequeños. Para producir un producto sin defectos, la relación de embutido se limita a valores menores que 2,2 aproximadamente.

   En la circunstancia más desfavorable, el proceso se tendría que realizar en varias etapas (reembutido), permitiendo evitar los defectos y limitaciones mencionados.

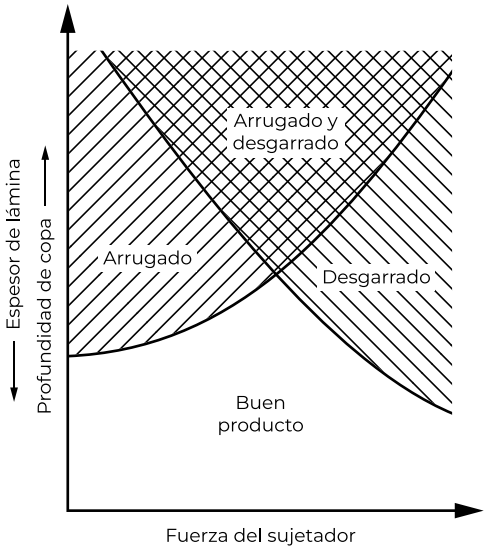


Figura 9. Gráfica mostrando los defectos generables en embutición profunda, en función de la fuerza del sujetador, el grosor de la lámina y la profundidad de copa embutida. Fuente: Primaria; adaptada de [5, Fig. 17-41, p. 461].

Cuando la geometría de la pieza trabajada es compleja, se recomienda que la superficie y el grosor del material se mantengan lo más constantes posibles; para lograr dicho escenario, cada una de las regiones de la pieza se deberán someter a limitaciones diferentes [5, c. 17, p. 462].

Una forma de conseguir restricciones variables es mediante la incorporación de una serie de muescas ("draw beads") en el sujetador, las cuales, al encajar en sus negativos tallados en el troquel, restringen el flujo del material.

El grado de restricción depende de las medidas y forma de las muescas y cavidades negativas [5, c. 17, p. 462].

Otro método es aplicar presiones desiguales del sujetador en distintos lugares de la lámina [5, c. 17, p. 462].

Para asegurar el formado de la pieza, se deberá añadir un exceso de material; posteriormente, se deberá someter a un proceso de recortado para conseguir las medidas deseadas, lo que incrementará el coste de producción [5, c. 17, p. 462].

2.2.3. Corte ("Shearing")

Una operación de corte (normalmente, de una lámina) se define como el cizallamiento mecánico del material, sin formación de virutas, mediante la utilización de punzón y troquel con bordes afilados [1, c. 20, p. 441], [5, c. 17, p. 440]. Se suele emplear para preparar planchas de entre 0,025 y 20 mm de espesor para posteriores procesos [5, c. 17, p. 440].

Las operaciones de corte se pueden clasificar en base a si generan un contorno recto (cizallado) o cerrado; en este último, se encuentran procesos tales como el punzonado, perforado, recortado, entre otros [5, c. 17, p. 440].

Los parámetros principales al realizar el corte de láminas metálicas son el espacio entre punzón y troquel, el ángulo y longitud de corte, el espesor del material y las características resistivas de este [1, c. 20, p. 443]. A continuación, se tratarán las dos primeras variables al ser el resto definidas por el propio diseño de la pieza.

Respecto al espacio entre punzón y troquel, este dependerá del tipo de lámina y su espesor; según la cantidad de espacio existente, podrían crearse elementos no deseados tales como una rebaba excesiva al utilizar márgenes muy holgados o, en caso contrario, un doble bruñido, el cual requeriría fuerzas de corte excesivas [1, c. 20, p. 443].

La distancia típica al prensar está entre el 4 y 8 % del espesor de la lámina, pudiendo llegar al 1 % en casos donde se exijan bordes muy rectos, como en el rasurado ("shaving") o perforado múltiple ("perforating") [1, c. 20, p. 443].

Otro elemento a valorar es la operación de corte que se vaya a ejecutar, pudiendo clasificarse esta según si se produce el punzonado de formas o el perforado de agujeros sobre la lámina.

Para generar una silueta redondeada con las medidas finales deseadas, partiendo de que el troquel debe ser siempre mayor que el punzón y que, por ello, las dimensiones de la pieza cortada serán más grandes que las del propio agujero, se tomará la medida nominal de la pieza o agujero (en este caso, un diámetro) como la dimensión del troquel o punzón, respectivamente, sumándole (al troquel para agujeros) o restándole (al punzón para formas) el doble del espacio entre punzón y troquel [1, c. 20, pp. 443-444].

Aparte de esto, para que las piezas o restos caigan a través del troquel, sus paredes deberán tener una angulación (espacio angular) de entre 0,25° y 1,5° en cada lado [1, c. 20, p. 444].

Respecto al ángulo de corte, este influye en gran medida en la cantidad de fuerza instantánea aplicada durante el ciclo de corte y en la duración de este.

Aumentando la inclinación del borde del punzón o troquel, la fuerza necesaria para cizallar el material se reducirá a cambio de un ciclo de trabajo más largo en el tiempo [1, c. 20, p. 445].

Al consumir la misma energía que un corte rápido con fuerza máxima [1, c. 20, p. 445], es una variable de gran interés cuando se quieren ejecutar cortes rectos de mucha longitud, evitando que la lámina quede atrapada entre las cuchillas de la maquina de corte [5, c. 17, p. 443].

2.2.3.1. *Cizallado ("Simple shearing")*

El cizallado es una operación de corte que se realiza siguiendo una línea recta, la cual emplea dos cuchillas (una móvil y otra estacionaria) en vez de punzón y troquel [1, c. 20, p. 442], [5, c. 17, p. 443].

Por lo general, esta operación se utiliza en el troceado de grandes láminas para su posterior procesado [1, c. 20, p. 442].

Durante el ciclo de trabajo, la cuchilla superior suele descender paulatinamente con un ángulo de corte de entre 0,5° y 2,5°, reduciendo la fuerza instantánea de corte, como ya se ha explicado al tratar esta variable [5, c. 17, p. 443].

Existen procesos relacionados tales como el cizallado en trozos ("cutoff") o la partición ("parting"), en los cuales se separan las piezas, una a una o varias a la vez en un mismo ciclo de trabajo, de una tira de material formada por multitud de ellas [1, c. 20, p. 446].

Las diferencias principales de ambos con el cizallado convencional son el perfil recortado, que no tiene por qué ser recto, y el desperdicio de material, el cual es nulo al cizallar a trozos ya que los perfiles opuestos de la pieza se pueden empalmar; en el caso de la partición, sí se produce pedacería debido a la falta de coincidencia de dichos perfiles [1, c. 20, p. 446].

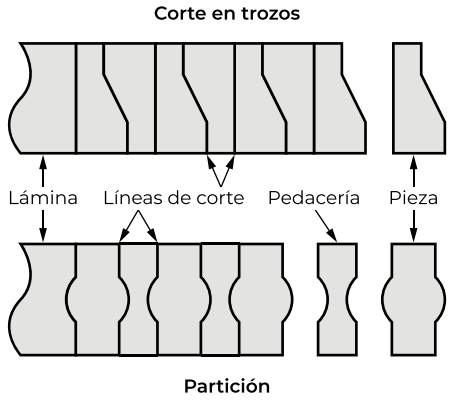


Figura 10. Ejemplos de corte en trozos y partición.
Fuente: Primaria; adaptada de [1, Fig. 20.8, p. 446].

2.2.3.2. *Punzonado ("Blanking") y perforado ("Punching")*

El punzonado y perforado son dos operaciones de corte similares en las cuales se corta un contorno cerrado, siendo la pieza a conservar la lámina de partida perforada o el material extraído (punzonado) de esta [1, c. 20, p. 442].

Al contrario que el punzonado, el perforado (también llamado "piercing") puede realizarse sin generar pedacería mediante el uso de un punzón en punta en vez de plano [5, c. 17, p. 444].

A lo largo de ambos procesos, se crean diferentes tipos de distorsiones en los bordes de ambas caras de la pieza [5, c. 17, p. 444].

Como en toda operación de corte, el punzón al empujar genera una deformación plástica, lo que conlleva un redondeo del perfil que toca al troquel; conforme se penetra el material, se crea una bruñido junto a la zona redondeada [1, c. 20, pp. 441-442].

Al fracturar, se obtiene un perfil relativamente tosco junto al bruñido, además de una rebaba en los flancos de la nueva pieza, esta debida a la elongación del metal durante su separación [1, c. 20, p. 442].

Algunas operaciones inspiradas en el perforado son el ranurado ("slotting"), en el cual se crea un agujero rectangular, y el muescado ("notching"), en el que se corta una porción del metal en un lado de la lámina [1, c. 20, p. 446].

Para una correcta ejecución del proceso y mantenimiento de las herramientas, tanto de perforado como de punzonado, se recomiendan las siguiente reglas a seguir durante el diseñado de la pieza a manufacturar [5, c. 17, p. 449]:

1. Los agujeros perforados no deben tener un diámetro menor que el espesor del material, con un mínimo de 0,3 mm; agujeros menores se pueden realizar, pero con dificultad.

2. La distancia mínima entre agujeros o con respecto al borde de la chapa debe ser mayor o igual a su espesor.

3. La anchura de cualquier saliente o ranura debe ser igual o mayor al grosor del metal y nunca inferior a 2,5 mm.

4. Las tolerancias deben mantenerse lo más grandes posibles para evitar operaciones añadidas.

   Tolerancias por debajo de 0,075 mm aproximadamente requerirán un rasurado posterior.

5. Para minimizar la pedacería, se debe organizar en la lámina la silueta a cortar de manera eficiente.

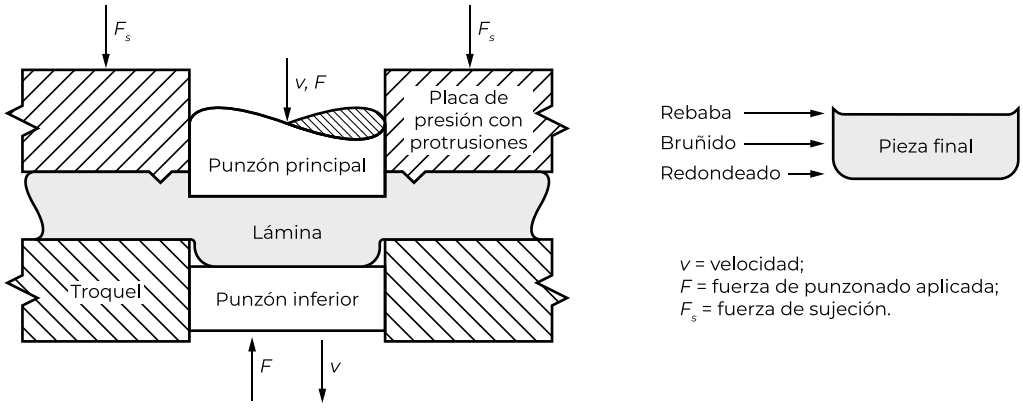


Figura 11. Elementos y distribución del punzonado fino. Fuente: Primaria; adaptada de [5, Fig. 17-3, p. 442].

2.2.3.2.1. *Punzonado fino ("Fine blanking")*

El punzonado fino es una variación del proceso original utilizada para conseguir perfiles rectos y lisos con tolerancias muy estrechas, todo en un solo ciclo de trabajo [1, c. 20, p. 447]. Al contrario que en la operación convencional, el material se restringe superior e inferiormente para obtener dichos acabados [5, c. 17, p. 442].

Los elementos añadidos son una placa de presión con protrusiones cerca del perfil a punzonar, las cuales comprimen la lámina metálica contra el troquel para concentrar las tensiones en los bordes y, así, crear un corte sin distorsiones (solo con deformación), y un punzón solidario al principal, el cual sujeta la pieza por debajo [1, c. 20, p. 447], [5, c. 17, p. 442]. Este proceso se lleva a cabo a velocidades bajas y se reserva usualmente para espesores pequeños [1, c. 20, p. 447].

Algunos atributos propios a destacar de esta operación son [5, c. 17, pp. 442-443]:

1. Obtención de excelente planitud en la pieza tras haber sido comprimida por ambas caras.
2. Capacidad de generación de agujeros y rejillas de menor medida que el espesor del material.
3. Tolerancias de entre 0,05 mm.
4. Posibilidad de eliminar acciones de endurecimiento posteriores y de acabado de bordes final.

Debido a los atributos del proceso, se deben consideran los siguientes limites [11]:

1. **Límite geométrico de esquinas redondeadas:** Depende del grosor del material, el radio y el ángulo de la esquina (interior o exterior).

   En la figura 12, se muestran algunos valores recomendados, agrupados en cuatro categorías según la dificultad de ejecución y la vida de la herramienta utilizada, respectivamente:

   a) Sencilla; excelente vida del útil.
   b) Intermedia; buena vida del útil.
   c) Difícil; satisfactoria vida del útil (la tensión de rotura no puede superar los 600 N/mm^2).

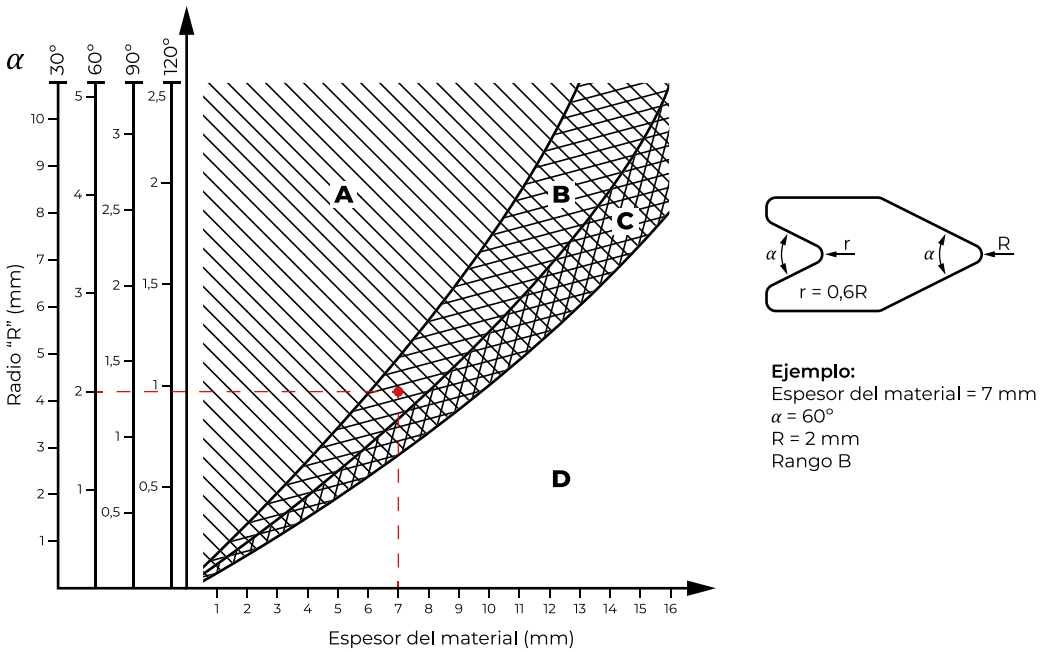


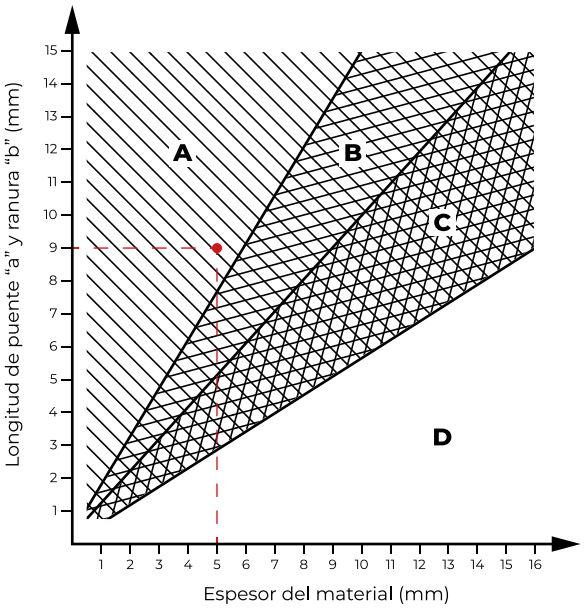
Figura 12. Gráfica mostrando el límite geométrico de esquinas redondeadas en punzonado fino, en función del grosor del material, el radio y el ángulo de la esquina. Fuente: Primaria; adaptada de [11].

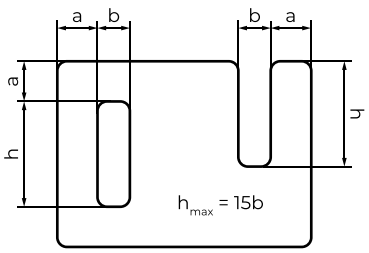
d) Fuera del área C, la operación no se puede realizar o la vida del útil de la herramienta empleada disminuye considerablemente.

2. **Límite geométrico de ranuras, puentes y agujeros:** Dependen del grosor del material, de la dimensión del elemento y de su cercanía entre ellos y con el borde de la lámina. Se pueden producir elementos más reducidos que en el punzonado convencional visto.

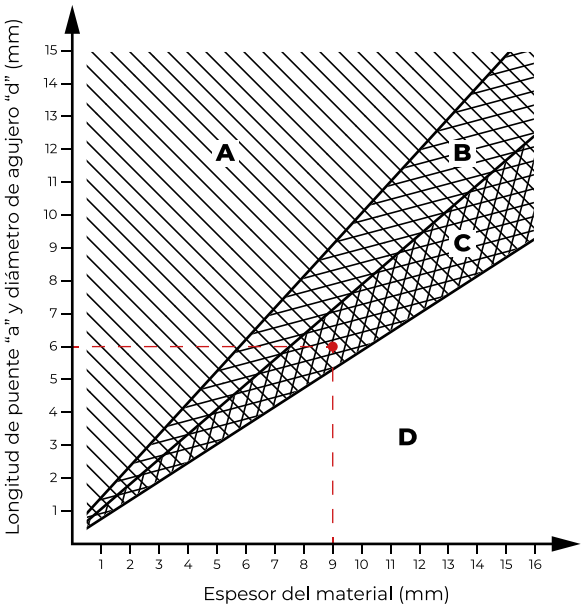
En la figura 13, se muestran los valores recomendados, agrupados según las categorías del punto 1.

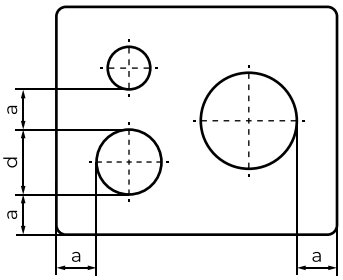
3. **Límite geométrico de dientes de engranaje:** Depende del grosor del material y del módulo del diente. La pieza debe tener medidas precisas, con un perfil perpendicular a las caras y liso. De la misma forma, en la figura 13, se muestran los valores recomendados, agrupados como en el punto 1.





Ejemplo:
Espesor del material = 5 mm
"a" o "b" = 9 mm
Rango A





Ejemplo:
Espesor del material = 9 mm
"a" o "d" = 6 mm
Rango C

Figura 13. Gráficas mostrando el límite geométrico de ranuras, puentes y agujeros en punzonado fino, en función del grosor del material, de la dimensión de los elementos y de su cercanía entre ellos y con el borde de la lámina. Fuente: Primaria; adaptada de [11].

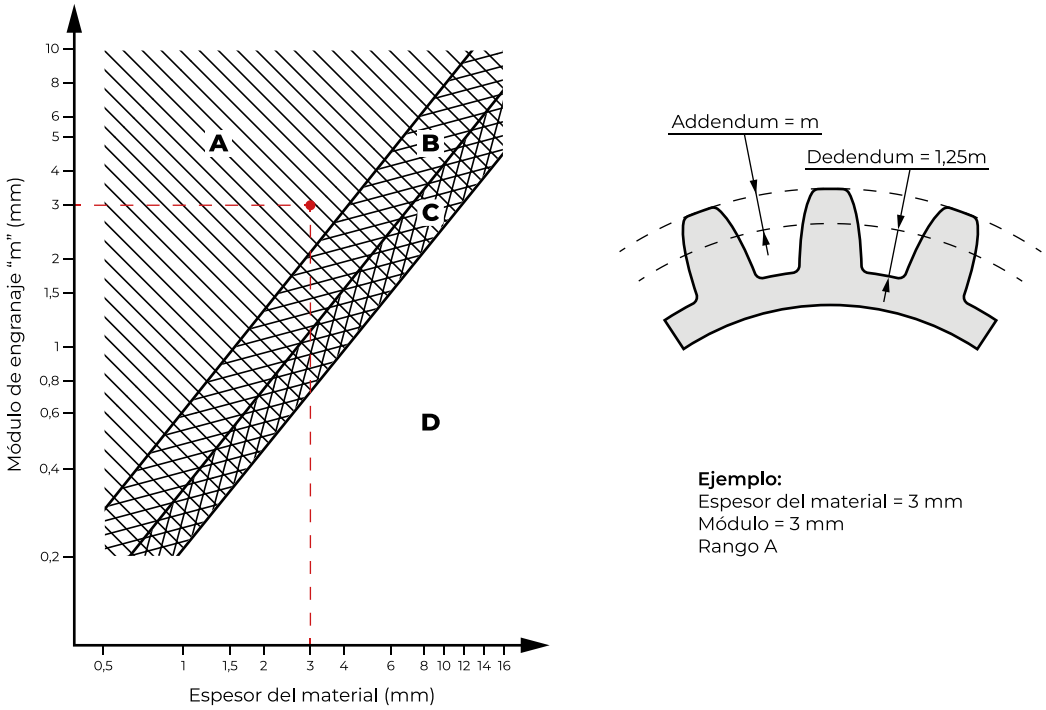


Figura 14. Gráfica mostrando el límite geométrico de dientes de engranaje en punzonado fino, en función del grosor del material y del módulo del diente. Fuente: Primaria; adaptada de [11].

2.2.3.3. *Operaciones anexas al corte*

Tras cualquiera de los procesos de conformado presentados, son necesarias acciones posteriores que completen la definición de las medidas de la pieza. Las más comunes son el recorte ("trimming"), el cual sirve para eliminar el material sobrante de una pieza ya formada, y el rasurado ("shaving"), cuyo objetivo es obtener dimensiones precisas conjunto a bordes lisos y rectos mediante la retirada de una pequeña cantidad de metal del borde de la pieza [1, c. 20, p. 447].

2.3. Conformado de polímeros

2.3.1. Moldeo por inyección ("Injection molding")

El moldeo por inyección consiste en introducir a presión un polímero precalentado en estado plástico dentro de las cavidades de un molde cerrado, donde se solidifica; tras ello, la pieza (o piezas, si el molde contiene más de una cavidad) es extraída, consiguiendo, por lo general, la forma neta final [1, c. 13, pp. 275-276].

El ciclo de moldeo suele durar entre 10 y 30 seg., aunque puede requerir más tiempo según la circunstancia [1, c. 13, p. 276].

Con este proceso, se pueden generar piezas de morfología compleja a cambio de un mayor coste de manufactura, debido sobre todo a la dificultad de fabricar el molde; es por ello por lo que, con tal de reducir el precio unitario por pieza, el moldeo se reserva para grandes lotes de producción, ya que se pueden obtener múltiples elementos en un mismo ciclo de trabajo [1, c. 13, p. 276].

Otro aspecto destacable es la capacidad de moldear tanto termoplásticos como termofijos, pudiendo generar piezas de entre 50 gramos hasta varios kilos [1, c. 13, p. 276].

El equipo de moldeo está constituido por una unidad de inyección del plástico y otra de sujeción del molde.

Mientras que la primera se encarga de fundir, homogeneizar e inyectar el polímero en el molde empleando un tornillo recíproco dentro de un barril, la segunda unidad ejecuta

el apertura del molde, además de mantener alineadas y cerradas a presión sus dos mitades (una fija y otra móvil), todo ello mediante la utilización de una prensa de potencia [1, c. 13, p. 276].

Respecto a la morfología de los moldes, existen múltiples tipos, siendo el molde de dos placas el más normal [1, c. 13, p. 278].

En esencia, este componente siempre estará constituido por los siguientes elementos: una o más cavidades que determinen la forma del moldeo, canales de distribución del polímero fundido hacia dichas cavidades, un sistema de eyección para extraer la pieza, un sistema de enfriamiento para eliminar el calor del plástico caliente, y conductos para la evacuación del aire de las cavidades [1, c. 13, pp. 278-279].

A la hora de diseñar alguna pieza que vaya a ser moldeada por inyección, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones y limitaciones [1, c. 13, pp. 301-302]:

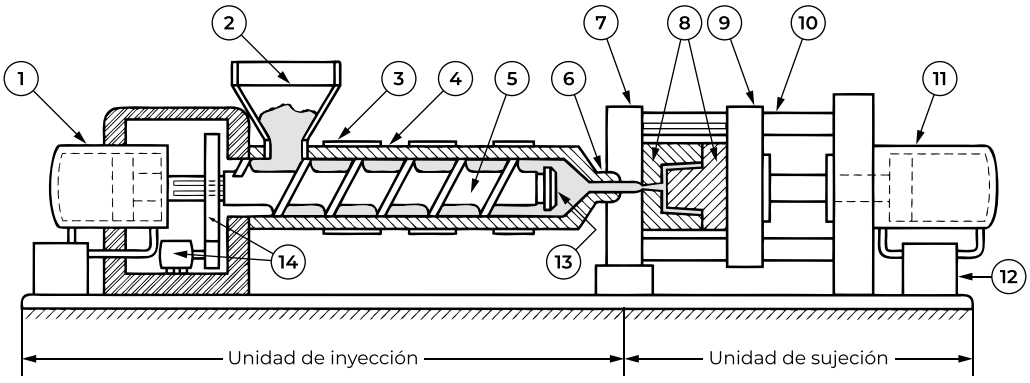
1. Ya que cada diseño requiere de un molde único, hecho que incrementa su coste, se debe dimensionar correctamente el número de unidades de la pieza que se quiere moldear; la cantidad mínima se sitúa en alrededor 10000 piezas.

2. Debido a que la complejidad de la pieza aumenta el coste del molde, se debe evaluar el diseño de esta en su conjunto, de tal forma que prime el ensamblado de componentes individuales, más sencillo morfológicamente, con tal de abaratar el proceso.

3. Se deben evitar las secciones transversales gruesas en la pieza final; en ellas se desperdicia material, es más probable que generen pandeos por contracción y tardan más tiempo en endurecer.

4. Para mayor rigidez sin aumentar en exceso el espesor de la pieza, se pueden emplear costillas de refuerzo; estas deben ser más delgadas que las paredes que refuerzan para reducir las marcas de hundimiento en la pared exterior.

5. Deben evitarse las esquinas agudas; interrumpen el flujo del material, pueden generar defectos superficiales y generan concentraciones de esfuerzos.



1 - Cilindro para el tornillo-martinete
2 - Tolva de alimentación
3 - Calentadores
4 - Barril
5 - Tornillo recíproco
6 - Boquilla
7 - Placa estacionaria
8 - Molde
9 - Placa móvil
10 - Rodillos de sujetación
11 - Cilindro sujetador
12 - Cilindro hidráulico
13 - Válvula de retención de vapor
14 - Motor y engranes para rotar el tornillo

Figura 15. Diagrama simplificado de una máquina de moldeo por inyección, con tornillo recíproco. Fuente: Adaptada de [1, Fig. 13.21, p. 277].

6. Se debe evaluar el uso de agujeros en la pieza, ya que complican el diseño del molde y la extracción del moldeo, y dificultan el flujo del material.

7. Las paredes de la pieza final que tocan el molde deben tener cierta angulación para una fácil extracción, sobre todo, evitando los efectos de la contracción del material; para los termofijos, dicho ángulo se sitúa entre 0,5° y 1°, y para los termoplásticos, entre los 0,125° y 0,5°.

8. Debido a la diversidad de formas posibles en una pieza y a la variación de variables que afectan a la contracción, se deben establecer tolerancias generosas con tal de controlar en la medida de lo posible la contracción del material en la pieza al endurecerse (p. ej., las tolerancias comunes para piezas moldeadas en ABS son de ± 0,2 mm para dimensiones de 50 mm, y de ± 0,08 mm para agujeros de 10 mm, ambos valores extraídos de [1, Fig. 13.2, p. 302].

3. Referencias de apartado B (anexo II)

[1] M. P. Groover, *Fundamentos de manufactura moderna*, 3ª ed. Ciudad de México, México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2007.

[2] M. P. Groover, *Fundamentals of modern manufacturing: materials, processes and systems*, 4ª ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2010.

[3] *Thread and Form Rolling*, Reed Machinery, Inc., Worcester, MA, USA. Accedido: abr. 9, 2023. [En línea]. Disponible en: http://reed-machinery.com/wp-content/uploads/2019/04/thread-and-form-rolling-tech-data-master.pdf

[4] *Thread Rolling with Flat Dies*, Reed Machinery, Inc., Worcester, MA, USA. Accedido: abr. 9, 2023. [En línea]. Disponible en: http://www.reed-machinery.com/wp-content/uploads/2019/04/thread-rolling-with-flat-dies-tech-data-master.pdf

[5] J. T. Black y R. A. Kohser, *DeGarmo's materials and processes in manufacturing*, 11ª ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2012.

[6] Forging Industry Association. "5.2.4.2 Cold forging processes." Forging.org. Accedido: abr. 11, 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.forging.org/forging/design/5242-cold-forging-processes.html

[7] Forging Industry Association. "3.5.4.2 Design rules for parts made from upset forgings." Forging.org. Accedido: abr. 11, 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.forging.org/forging/design/3542-design-rules-parts-made-upset-forgings.html

[8] *Gear materials, properties, and manufacture*, J.R. David, Ed., Materials Park, OH, USA: ASM International, 2005.

[9] S. P. Radzevich, *Dudley's handbook of practical gear design and manufacture*, 2ª ed. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2012.

[10] D. F. Eary y E. A. Reed, *Techniques of pressworking sheet metal: an engineering approach to die design*, Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice-Hall, 1958. Accedido: abr. 13, 2023. [En línea]. Disponible en: https://archive.org/details/techniquesofpres00eary?

[11] FLIPHTML5. "Fineblanking handbook." (Manual resumido de punzonado fino, compuesto por imágenes y literatura de las empresas "Schmid" y "Feintool"). Fliphtml5.com. Accedido: abr. 16, 2023. [En línea]. Disponible en: https://fliphtml5.com/zroi/jxbi/basic

Anexo II

Estudio de viabilidad

Apartado C: Viabilidad económica

En este apartado, se tratarán las variables económicas que determinarán la rentabilidad del producto antes de salir al mercado. Aspectos tales como el número de unidades producidas y vendidas, el precio de venta o los costes de fabricación y distribución son de vital importancia al estimar los beneficios obtenidos y el éxito en ventas del producto.

Primeramente, se dimensionarán una serie de variables iniciales propias de este escenario mercantil para, acto seguido, poder estimar el nivel de ingresos y gastos de tal contexto; tras ello, dichos datos serán valorados a través de un análisis del BAII resultante (Beneficio Antes de Intereses e Impuestos) para, así, determinar el rango de viabilidad económica de este rediseño.

Con tal de definir claramente los diferentes razonamientos y resultados aquí expuestos, este estudio de viabilidad económica se ha basado tanto en la información de las referencias citadas, como en las conclusiones obtenidas en los múltiples apartados de este trabajo.

1. Estimación de variables iniciales

1.1. Nivel de producción (Nprod)

El nivel de producción de este producto está condicionado por las características del mercado actual y por la aceptación de propuestas innovadoras por parte de los consumidores, tal como se observa en el estudio de mercado del "Apartado A: Viabilidad comercial", y en el "Apartado A: Encuesta" del "Anexo III: Estudio de marketing".

Según el estudio de mercado previo, la oferta de afeitadoras automáticas presenta una alta diversificación, con un gran número de modelos y rangos de precios, siendo muy inusual que un producto concreto haga sombra y desbanque a otro.

Sin embargo, esta facilidad para introducir el producto presenta un punto negativo, ya que existe la posibilidad de que la nueva propuesta se vea camuflada debido al gran número de opciones. En el peor de los escenarios, una alta producción podría no asegurar unas ventas similares.

Por otra parte, la aceptación de los consumidores hacia nuevas propuestas se convierte en un elemento determinante. Según la encuesta realizada, los encuestados mostraron interés hacia aquellos aspectos más rompedores no presentes en la competencia, lo que confirma dicha tendencia. Esta conducta se transforma en una ventaja estratégica debido a las características poco comunes de la afeitadora proyectada.

Considerando ambos análisis, se concluye que la cautela al fijar el nivel de producción es de una suma importancia, sobre todo al tratar grandes cantidades, y que el interés de los usuarios por elementos realmente singulares es un matiz clave, explotable comercialmente.

Con base en esto, se establece el volumen de fabricación en 5.000 unidades anuales, una cifra prudente a nivel de producción pero que cubriría la demanda de consumidores potenciales interesados.

1.2. Precio de venta al público (PVP)

El precio de adquisición del producto se define a partir de la penetración de la competencia y las tendencias de los posibles compradores, según la información del estudio de mercado y encuesta ya comentados.

Como ya se ha enunciado en el punto anterior, el mercado actual de las afeitadoras automáticas tiene unos rangos de precios muy heterogéneos, no siendo difícil encontrar un nicho con un PVP similar al estimado.

La desventaja de ello es la imposibilidad de utilizar el precio como reclamo al haber una oferta muy variada de igual coste, lo que obliga a que el producto propio destaque en otras áreas para hacerse notorio. Dicha desventaja es peor en las gamas medias que en las altas al haber más oferta.

Respecto a las tendencias de los compradores objetivos, la encuesta refleja las cantidades más aceptadas entre los usuarios. En ella, se observa cómo el 98 % de los encuestados escogerían gastar un importe de entre 30 € y 70 € de media.

Mediante el análisis estadístico de los resultados, se consigue una media muestral igual a 47,90 € y una desviación típica muestral de 22,59 €, lo que determina el precio estimado preferente y sus límites con mayor aceptación.

Rangos de precios	Precio medio (x_i)	Encuestados (f_i)	Media muestral ($\bar{x}$)	Desviación típica muestral (S_{n-1})
De 20 a 40 €	30,00 €	29	47,90 €	22,59 €
De 50 a 90 €	70,00 €	20		
De 100 a 150 €	125,00 €	1		
	Total Encuestados	50		

Tabla 1. Análisis estadístico de los diferentes PVP votados en la encuesta. Fuente: Primaria.

Valiéndonos de dichos análisis, se establece que las dificultades comerciales inherentes al exceso de oferta impiden vender un producto a precio muy reducido, por lo que su importe debe situarse lo más lejos de la media estimada.

Así pues, se optará por un precio de venta al público de 70 €, orientando la propuesta hacia una gama media-alta.

1.3. Precio de venta directo (PVD)

El precio de venta directa es el importe al que se vende el producto a los intermediarios (mayoristas, comúnmente) de la cadena de distribución; la diferencia entre el PVP y el PVD se considera el margen de beneficio que se llevan tales intermediarios [1].

Aunque este depende de cada producto [1], se considerará un margen medio del 30 % [2] (i. e., 21 € de margen sobre los 70 € de PVP), por lo que el PVD es igual a 49 €.

$$\text{PVD} = \text{PVP} - \text{Margen} = 70\,€ - (70\,€ \times 0{,}3) = 49\,€$$

2. Estimación de ingresos y gastos

Con el objetivo de recrear unas predicciones similares a las de una circunstancia comercial realista, se procederá a calcular los múltiples valores de inversión y costes a partir de ratios tabuladas [1], las cuales han sido extraídas del ensayo "Cost engineering analysis", del autor William R. Park [3].

Dichas ratios figuran en las tablas de valores financieros [3, Tabla 34, p. 142] y de funcionamiento [3, Tabla 35, p. 143] de los principales grupos industriales, seleccionándose las de la categoría de "Fabricaciones Diversas".

2.1. Ingresos por ventas anuales (VA)

Los ingresos por ventas anuales se obtienen mediante la multiplicación del número de unidades vendidas por su PVD [1]. En este caso, se supondrá que se ha dado salida a toda la oferta producida.

$$\text{VA} = \text{Nprod} \times \text{PVD} = 5.000\ \text{uds.} \times 49\,€ = 245.000\,€$$

2.2. Inversión o capital total (CT)

El capital necesario para llevar a cabo el proyecto se obtiene mediante la ratio "a" (a = 0,7), la cual relaciona el capital total invertido con los ingresos por ventas anuales [1], [3, Tabla 34, p. 142].

$$a = \text{CT} / \text{VA} \rightarrow \text{CT} = a \times \text{VA} = 0{,}7 \times 245.000\,€ = 171.500\,€$$

2.3. Costes fijos anuales (Cf)

Los costes fijos anuales se componen de las partidas de mano de obra indirecta (MOI), amortización anual y otros gastos fijos (gastos financieros, seguros, etc.) [1], calculadas a continuación.

2.3.1. Mano de obra indirecta (MOI)

Esta partida se obtiene mediante la ratio "b" (b = 0,1), la cual relaciona este tipo de recurso humano con los ingresos por ventas anuales [1], [3, Tabla 35, p. 143].

b = MOI / VA → MOI = b × VA =
= 0,1 × 245.000 € = 24.500 €

2.3.2. Amortización anual

Suponiendo que la amortización anual de los equipos, obras e instalaciones es lineal, esta partida se obtiene dividiendo el capital total invertido por la variable "Vm" (Vm = 12 años), la cual corresponde a la vida media del producto, o sea, al periodo en el que se amortizará la inversión en este rediseño [1], [3, Tabla 34, p. 142].

Amortización Anual = CT / Vm =
= 171.500 € / 12 años = 14.291,67 €

2.3.3. Otros gastos fijos

Esta partida incluye gastos financieros y seguros, entre otros; se puede estimar como un porcentaje de los ingresos por ventas anuales [1].

En base a los costes ya calculados, se establecerán tales gastos fijos en un 9 %.

Otros Gastos Fijos = VA × % =
= 245.000 € × 0,09 = 22.050 €

2.3.4. Costes fijos totales (Cf)

Cf = MOI + Amortización + Otros Gastos =
= 24.500 € + 14.291,67 € + 22.050 € =
= 60.841,67 €

2.4. Costes variables anuales (Cv)

Los costes variables anuales se componen de las partidas de mano de obra directa, y materiales directos [1], calculadas estas a continuación.

2.4.1. Mano de obra directa (MOD)

Esta partida se obtiene mediante la ratio "c" (c = 0,21), la cual relaciona este tipo de recurso humano con los ingresos por ventas anuales [1], [3, Tabla 35, p. 143].

c = MOD / VA → MOD = c × VA =
= 0,21 × 245.000 € = 51.450 €

2.4.2. Materiales directos (M)

Esta partida se obtiene mediante la ratio "d" (d = 0,44), la cual relaciona las materias primas utilizadas con los ingresos por ventas anuales [1], [3, Tabla 35, p. 143].

d = M / VA → M = d × VA =
= 0,44 × 245.000 € = 107.800 €

2.4.3. Costes variables totales (Cv)

Cv = MOD + M =
= 51.450 € + 107.800 € = 159.250 €

3. Análisis de los beneficios antes de intereses e impuestos (BAII)

Tras estimar los ingresos y gastos que se podrían generar, se relacionarán ambas variables a través de diagramas de equilibrio para establecer la viabilidad y rentabilidad teórica del proyecto [1].

Los ingresos vienen determinados por la función lineal "y = 49 × x", siendo "x" el número de unidades vendidas, mientras que los gastos totales siguen la expresión siguiente "y = 31,85 × x + 60.841,47".

En caso de haber vendido todas las unidades producidas (Nprod = 5.000 uds.), se estiman unos ingresos por ventas anuales

(VA) de 245.000 € y unos costes totales iguales a 220.091,67 € (Cf = 60.841,67 € y Cv = 159.250 €). Con estos datos, se consigue unos beneficios antes de intereses e impuestos (BAII) de 24.908,33 € [4].

BAII = VA – CT =
= 245.000 € – 220.091,67 € =
= 24.908,33 €

Estimación de variables iniciales	
Nivel de producción (Nprod)	5000
Precio de venta al público (PVP)	70,00 €
Margen del intermediario (%)	30 %
Precio de venta directa (PVD)	49,00 €

Estimación de ingresos y capital total	
Ingresos por ventas anuales (VA)	245.000,00 €
Ratio "a" (CT/VA)	0,7
Inversión o capital total (CT)	171.500,00 €

Estimación de costes fijos anuales	
Ratio "b" (MOI/VA)	0,1
Mano de obra indirecta (MOI)	24.500,00 €
Vida media (Vm) en años	12
Amortización anual (CT/Vm)	14.291,67 €
Porcentaje para otros gastos fijos (%)	9,00 %
Otros gastos fijos	22.050,00 €
Total costes fijos (Cf)	60.841,67 €

Estimación de costes variables anuales	
Ratio "c" (MOD/VA)	0,21
Mano de obra directa (MOD)	51.450,00 €
Ratio "d" (M/VA)	0,44
Materiales directos (M)	107.800,00 €
Total costes variables (Cv)	159.250,00 €

Tabla 2. Resumen de la estimación de variables iniciales, ingresos y gastos, para 5000 uds. vendidas. Fuente: Primaria.

Además, al igualar las expresiones de ingresos y gastos, se establece el umbral de rentabilidad en unas 3.548 unidades vendidas de 5.000 producidas, punto a partir del cual hay ganancias.

Para saber la rentabilidad del proyecto, se utilizará el Margen de explotación (también llamado Margen operativo o Margen EBIT), el cual muestra el porcentaje de ingresos por ventas anuales que se conservarían en forma de beneficios antes de intereses e impuestos [5].

Margen de Explotación = BAII / VA =
= 24.908,33 € / 245.000 € = 10,17 %

El producto proyectado normalmente formaría parte de la industria de "productos personales y del hogar" ("Personal & Household Products Industry"); sin embargo, debido a su peculiaridad mecánica, al mismo tiempo se considerará estar dentro de la industria de "fabricación miscelánea" ("Miscellaneous Manufacturing").

Según ciertos datos financieros, estos sectores industriales presentan unos márgenes de explotación de 14,96 % [6] y 9,68 % [7] de media, respectivamente, por lo que el valor obtenido de 10,17 % se podría considerar aceptable al estar dentro de este rango mencionado.

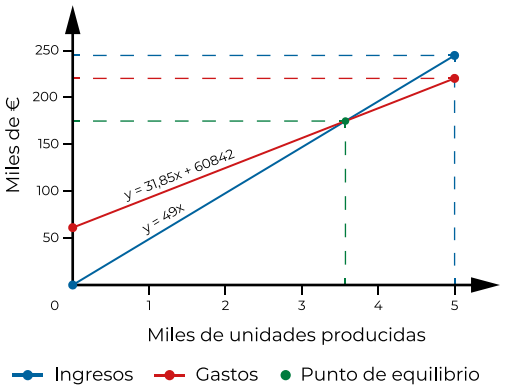


Figura 1. Diagrama de equilibrio mostrando los ingresos y gastos generados al vender 5000 uds. a PVD. Fuente: Primaria.

Una circunstancia más realista a la anterior sería la imposibilidad de vender toda la oferta a PVD, por lo que las unidades sobrantes recibirían un precio de venta reducido (PVR) [1].

BAII con PVR = UV × PVD +
+ (Nprod – UV) × PVR – CT =
= 3000 uds. × 49 € +
+ (5.000 uds. – 3.000 uds.) × 44,10 € –
– 220.091,67 € = 15.108,33 €

Suponiendo que se venden 3.000 unidades (UV) a PVD y el resto con un descuento del 10 % (i. e., 4,90 € de rebaja sobre los 49 € de PVD), lo que hace que los ingresos de estas últimas se determinen mediante la expresión "y = 44,1 × x + 14700", el BAII sería de 15.108,33 €, un 39,34 % menos con respecto a las ganancias de vender todas las unidades ofertadas (5.000 uds.) a PVD, que ascendían a 24.908,33 €.

Debido a ello, el umbral de rentabilidad se situaría en unas 3.767 unidades vendidas, necesitando 219 unidades más que en el caso anterior para cubrir los costes totales, y el margen de explotación disminuiría a 6,17 %, cuatro puntos menos que la valoración anterior, situándose fuera del rango definido por las medias de las industrias consideradas previamente.

Margen de Explotación con PVR =
= BAII / VA = 15.108,33 € / 245.000 € =
= 6,17 %

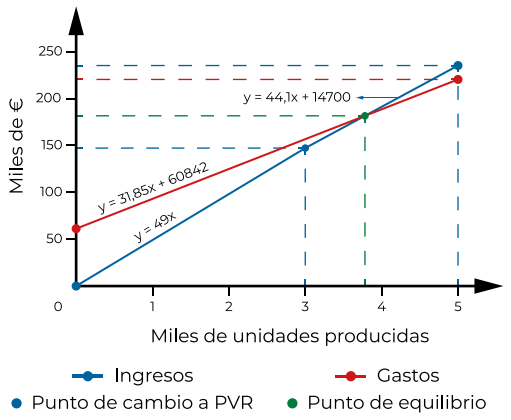


Figura 2. Diagrama de equilibrio mostrando los ingresos y gastos generados al vender 3000 uds. a PVD y 2000 uds. a PVR. Fuente: Primaria.

Tras contemplar los datos calculados, se concluye una positiva viabilidad económica teórica del proyecto en ambas circunstancias.

Sin embargo, en aquella en donde no se venden todas las unidades producidas al mismo precio, la rentabilidad de la operación se reduce drásticamente, solo pudiendo mitigar ese escenario asignando un PVD más alto o reduciendo el descuento aplicado a este.

4. Referencias de apartado C (anexo II)

[1] V. R. Francisco José, "Práctica No. 4: Estudio de viabilidad (jun. 24, 2019)." [Pdf], Asignatura: Proyectos de Diseño Industrial. Curso 2019/2020. Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Málaga.

[2] Liquistocks. "¿Cuál es el porcentaje de ganancia de un mayorista?" Liquistocks.com. Accedido: may. 7, 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.liquistocks.com/cual-es-el-porcentaje-de-ganancia-de-un-mayorista/

[3] R. P. William, *Cost engineering analysis: a guide to the economic evaluation of engineering projects*. Nueva York, NY, USA: Wiley, 1973.

[4] Economipedia. "Beneficio antes de intereses e impuestos (BAII)." Economipedia.com. Accedido: may. 7, 2023. [En línea]. Disponible en: https://economipedia.com/definiciones/beneficio-antes-de-intereses-e-impuestos-bait.html

[5] Economipedia. "Margen operativo." Economipedia.com. Accedido: may. 7, 2023. [En línea]. Disponible en: https://economipedia.com/definiciones/margen-operativo.html

[6] CSIMarket. "Personal & Household Products Industry Profitability." CSIMarket.com. Accedido: may. 7, 2023. [En línea]. Disponible en: https://csimarket.com/Industry/industry_Profitability_Ratios.php?ind=507

[7] CSIMarket. "Miscellaneous Manufacturing Industry Profitability." CSIMarket.com. Accedido: may. 7, 2023. [En línea]. Disponible en: https://csimarket.com/Industry/industry_Profitability_Ratios.php?ind=206

Anexo III

Estudio de marketing

Apartado A: Encuesta

En este apartado, se tratarán las diferentes preguntas de la encuesta, las cuales parten de los requisitos de diseño establecidos en el "Anexo I: Definición estratégica".

Estas cuestiones tienen como objetivo no solo saber el comportamiento de los encuestados, sino también ayudar a determinar las características del producto final y del usuario objetivo al que irá dirigido.

Una vez contemplados un suficiente número de encuestados, se mostrarán los datos obtenidos, conjunto a un análisis ponderado de los mismos.

Finalmente, se valorarán los resultados de dicho análisis, estableciendo las tendencias a las que debe enfocarse el diseño de la afeitadora a desarrollar.

1. Preguntas de la encuesta

Las cuestiones que forman la encuesta se dividen en dos grupos: aquellas relativas al perfil y al comportamiento del encuestado, las cuales definirán las tendencias del posible consumidor objetivo, y aquellas centradas en las propiedades del futuro dispositivo, tanto a nivel general como técnico.

La encuesta ha sido redactada de forma que el perfil de las preguntas vaya evolucionando, desde las más sencillas hasta las más específicas.

De esta forma, se intenta que el encuestado responda con la menor ambigüedad posible, al mismo tiempo que comprenda las preguntas formuladas y las respuestas disponibles, sobre todo las que tratan los aspectos más técnicos de la próxima afeitadora a rediseñar.

Las múltiples cuestiones planteadas a los diferentes participantes de la encuesta son las siguientes:

- **Preguntas sobre el perfil personal del encuestado:**

1. Género.

a) hombre;
b) mujer;
c) prefiero no decirlo.

2. Edad.

a) (dato en años a cumplimentar por el encuestado).

3. Situación actual.

a) estudiante;
b) trabajador;
c) desempleado;
d) otra (dato a cumplimentar por el encuestado).

- **Preguntas sobre el comportamiento y tendencias del encuestado:**

4. A la hora de tratar con el vello facial, usted…

a) se afeita;
b) se recorta.

5. ¿Con qué frecuencia realiza esta actividad?

a) cada día;
b) una vez a la semana;
c) una vez cada dos semana;
d) una vez al mes;
e) más.

6. ¿Cuánto tiempo suele dedicarle?

a) 10 minutos;
b) 20 minutos;
c) 30 minutos;
d) más.

7. ¿En qué lugar desempeña esta actividad?

a) baño de la vivienda;
b) baño del trabajo;
c) en exteriores (p. ej., en el coche, en la calle…);
d) otra (dato a cumplimentar).

• **Preguntas sobre las características generales del producto:**

8. Atendiendo a los rangos de precios del mercado, ¿cuánto estaría dispuesto a pagar por una afeitadora automática?

a) de 20 a 40 €;
b) de 50 a 90 €;
c) de 100 a 150 €.

9. Respecto al estilo y silueta del aparato, elegiría aquel con…

a) formas curvas, ergonómicas a la mano del usuario;
b) formas rectas, creando un producto más compacto y minimalista.

10. Respecto al color del aparato, elegiría aquel con…

a) colores claros;
b) colores oscuros.

11. Respecto a la usabilidad del aparato, ¿le interesaría que se incluyeran algunos elementos auxiliares que asistieran el afeitado (p. ej., espejo, set de limpieza de la afeitadora, instrucciones ilustradas…), aunque estos aumentaran el coste?

a) sí;
b) no.

12. Respecto a la multifuncionalidad del aparato, elegiría aquel con…

a) una única función bien integrada (rasuradora), altamente robusta;
b) una mayor diversidad de funciones (p. ej., rasurador, cortapelos, perfiladora…), pero individualmente menos robustas.

13. Respecto a la portabilidad del aparato, elegiría aquel con…

a) un almacenaje recio (p. ej., estuche de transporte);
b) un almacenaje flexible (p. ej., bolsa de tela).

• **Preguntas sobre las características técnicas del producto:**

14. Respecto a la reparabilidad del aparato, elegiría aquel con…

a) alta reparabilidad (más desmontable) a cambio de mayor tamaño y peso;
b) baja reparabilidad (menos desmontable) a cambio de menor tamaño y peso.

15. Respecto a la protección contra el ingreso de agua y polvo en el aparato, elegiría aquel con…

a) mayor grado de protección (menor reparabilidad);
b) menor grado de protección (mayor reparabilidad).

16. Respecto al aspecto medioambiental del aparato, elegiría aquel con…

a) componentes metálicos (más pesados, pero más reciclables);
b) componentes de plástico (más ligeros, pero menos reciclables).

17. Respecto al envase del aparato, elegiría uno…

a) austero y funcional (mayor reciclabilidad);
b) decorativo y prescindible (menor reciclabilidad).

18. Respecto a la seguridad en el mantenimiento del aparato, elegiría adquirir...

a) componentes ya ensamblados (p. ej., cartucho con cuchillas incrustadas), más seguros pero que generan más residuos;
b) componentes no ensamblados, individuales (p. ej., pack de cuchillas separadas), menos seguros pero que generan menos residuos.

19. Respecto a la autonomía mecánica del aparato, elegiría aquel que...

a) pudiera almacenar la energía a largo plazo (p. ej., el dispositivo actúa mediante un muelle al que se le da cuerda);
b) no pudiera almacenar la energía a largo plazo (p. ej., el dispositivo funciona mediante una palanca pulsada repetidamente).

2. Resultados de la encuesta

Las preguntas comentadas fueron incluidas en un formulario de "Google Drive", el cual se difundió a través de aplicaciones de mensajería instantánea (i. e., "WhatsApp Messenger"), en su mayoría al alumnado del Grado de Diseño Industrial y Desarrollo del Producto de la Universidad de Málaga.

Tras estar disponible durante aproximadamente una semana, el sondeo consiguió la participación de un total de 50 encuestados, de una múltiple variedad de perfiles (edad, situación laboral...), y todos ellos con diferentes inquietudes.

A continuación, se mostrarán los resultados mediante gráficos circulares y de columnas, indicando tales las respuestas votadas (tanto las ya propuestas como las aportadas por los encuestados), el número de votantes de cada una (entre paréntesis) y el porcentaje que estos forman con respecto al total de encuestados que participaron en el sondeo de este trabajo.

Al observar las respuestas de aquellas preguntas centradas en las características del producto, dicho porcentaje se puede interpretar como el grado de aceptación de las opciones planteadas en cada pregunta.

Las respuestas están ordenadas, salvo en la pregunta 2 al ser un diagrama de columnas, de mayor a menor participación en sentido horario, siguiendo un código de colores con el siguiente orden: azul, rojo, verde, naranja y morado.

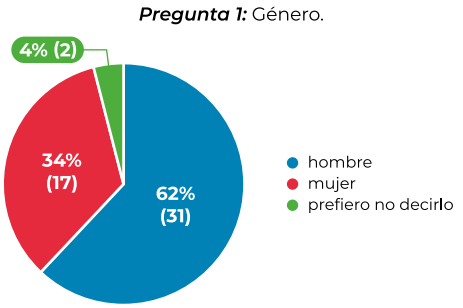


Figura 1. Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 1 encuestada. Fuente: Primaria.

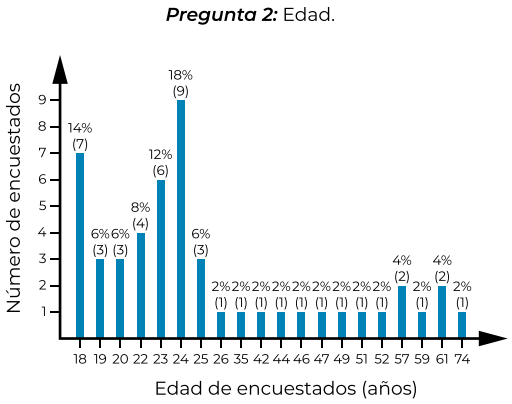


Figura 2. Diagrama de columnas mostrando los resultados de la pregunta 2 encuestada. Fuente: Primaria.

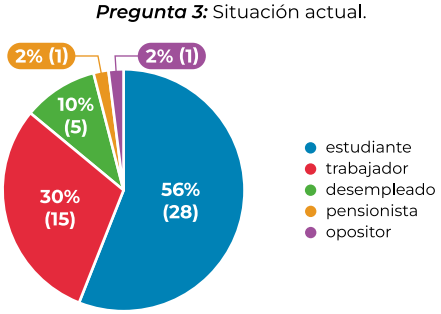


Figura 3. Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 3 encuestada. Fuente: Primaria.

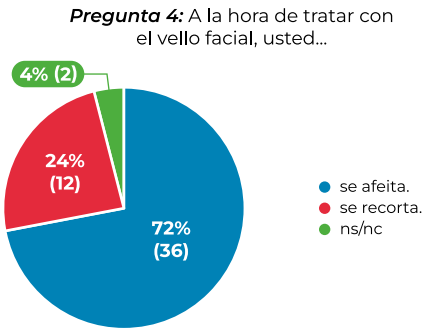


Figura 4. Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 4 encuestada. Fuente: Primaria.

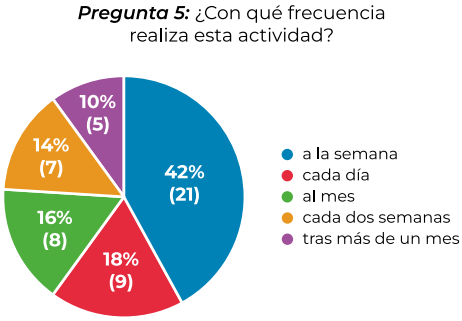


Figura 5. Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 5 encuestada. Fuente: Primaria.

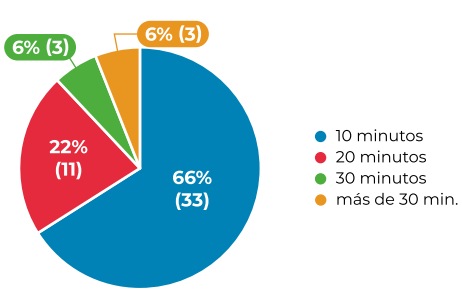


Figura 6. Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 6 encuestada. Fuente: Primaria.

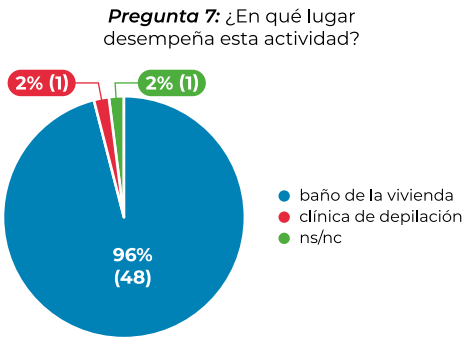


Figura 7. Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 7 encuestada. Fuente: Primaria.

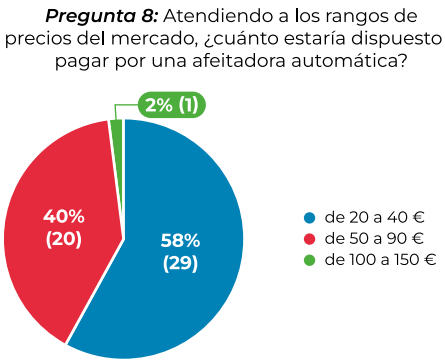


Figura 8. Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 8 encuestada. Fuente: Primaria.

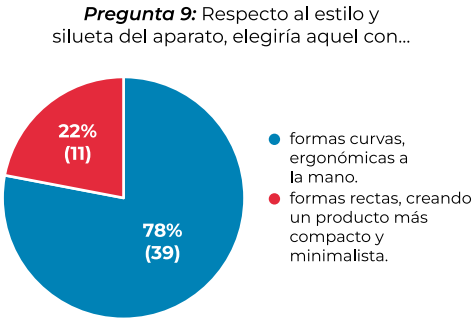


Figura 9. Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 9 encuestada. Fuente: Primaria.

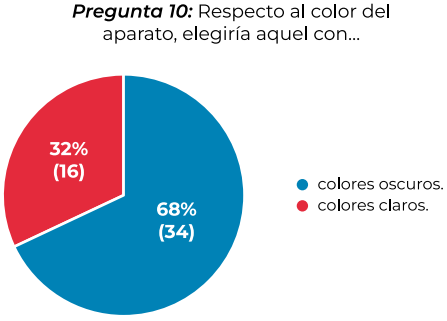


Figura 10. Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 10 encuestada. Fuente: Primaria.

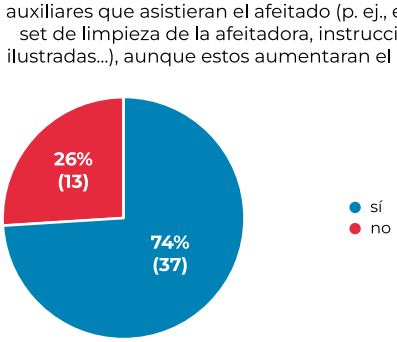


Figura 11. Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 11 encuestada. Fuente: Primaria.

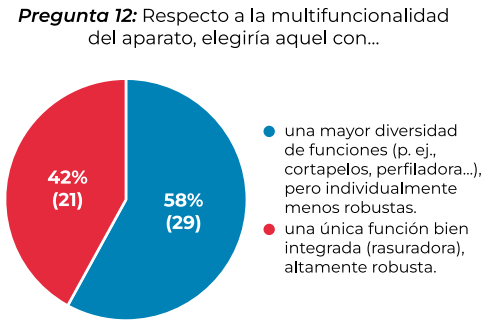


Figura 12. Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 12 encuestada. Fuente: Primaria.

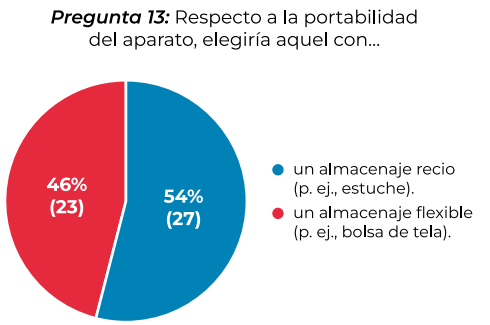


Figura 13. Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 13 encuestada. Fuente: Primaria.

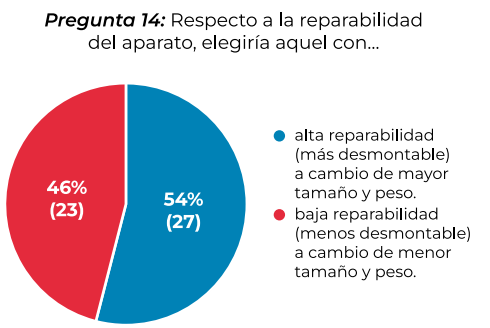


Figura 14. Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 14 encuestada. Fuente: Primaria.

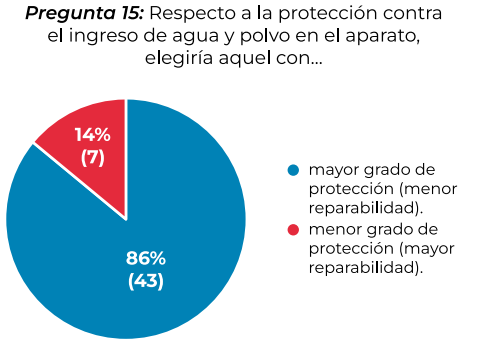


Figura 15. Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 15 encuestada. Fuente: Primaria.

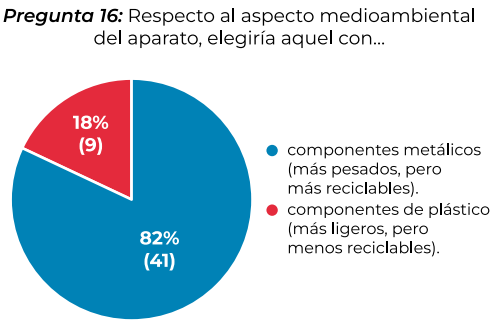


Figura 16. Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 16 encuestada. Fuente: Primaria.

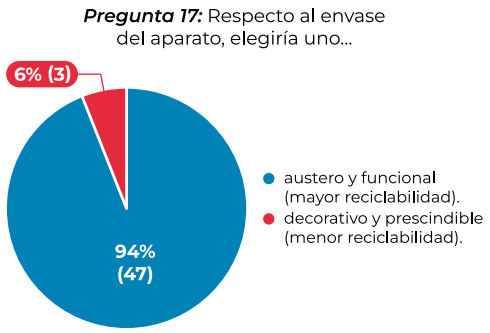


Figura 17. Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 17 encuestada. Fuente: Primaria.

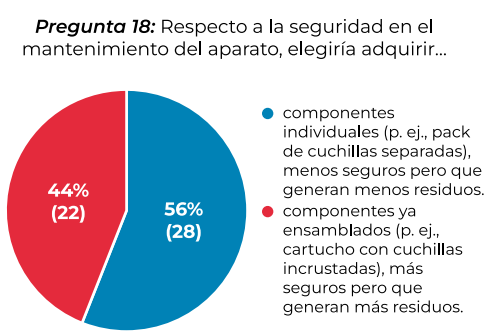


Figura 18. Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 18 encuestada. Fuente: Primaria.

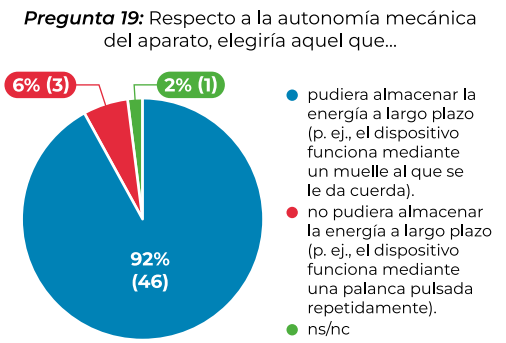


Figura 19. Gráfico circular mostrando los resultados de la pregunta 19 encuestada. Fuente: Primaria.

3. Análisis de resultados

En este epígrafe, se procederá a realizar un análisis de los resultados obtenidos en la encuesta.

Previamente, se enunciarán las opciones mejor valoradas (o más repetidas, en el caso de las preguntas relativas al perfil personal del participante) por los 50 encuestados involucrados.

Acto seguido, se procederá a valorar y ponderar las respuestas mayoritarias, concretamente, las de las preguntas centradas en las propiedades del futuro dispositivo, lo que determinará el grado de importancia de estas.

Debido a que las cuestiones que definen al encuestado no afectan de manera determinante a los múltiples aspectos del producto (como sí lo hacen, incluso entre ellas, las relativas a la seguridad y reciclabilidad de este, por ejemplo), estas no se ponderarán, por lo que sus resultados serán únicamente utilizados para definir al cliente objetivo que figura en el "Anexo I: Definición estratégica".

Respecto el perfil personal de los encuestados, debido a que las preguntas fueron proporcionadas en su mayoría al alumnado del Grado de Diseño Industrial y Desarrollo del Producto de la Universidad de Málaga, se contempla un público estudiante (56 %), masculino (62 %) y con una edad de entre 18 y 25 años (70 %).

Respecto a las tendencias de los encuestados, una amplia mayoría opta por afeitarse (72 %) frente al simple recorte (24 %), actividades que se realizan cada día (18 %) o, al menos, una vez a la semana (42 %). El tiempo estimado que se les suele dedicar está entre los 10 minutos (66 %) y 20 minutos (22 %), siendo el baño de la vivienda (96 %) el lugar predilecto para llevarlas a cabo.

Respecto a las características generales que deberían estar presentes en el futuro producto, el posible usuario objetivo buscaría un modelo cuyo precio estuviera comprendido entre los 30 € (58 %) y los 70 € (40 %) de media.

Dicho aparato conseguiría un mayor apoyo entre los encuestados si estuviera compuesto de formas curvas y ergonómicas (78 %), colores oscuros (68 %) e incluyera elementos auxiliares para asistir el afeitado (74 %) tales como un espejo o un set de limpieza de la afeitadora, aunque estos aumentaran el coste.

A la hora de tratar la multifuncionalidad y el transporte de la afeitadora, se impone la integración de una mayor diversidad de funciones (58 %) a cambio de su menor robustez, y la presencia de un almacenaje rígido (54 %) frente a uno flexible (46 %).

Respecto a las características técnicas del producto, los encuestados prefieren que presente una alta reparabilidad (54 %).

Núm. de pregunta	Pregunta encuestada	Respuesta mayoritaria	Núm. de votantes de la respuesta
Preguntas sobre el perfil personal del encuestado			
1	Género	hombre	31 de 50 (62 %)
2	Edad	24 años	9 de 50 (18 %)
3	Situación actual	estudiante	28 de 50 (56 %)
Preguntas sobre el comportamiento y tendencias del encuestado			
4	A la hora de tratar con el vello facial, usted...	se afeita.	36 de 50 (72 %)
5	¿Con qué frecuencia realiza esta actividad?	una vez a la semana	21 de 50 (42 %)
6	¿Cuánto tiempo suele dedicarle?	10 minutos	33 de 50 (66 %)
7	¿En qué lugar desempeña esta actividad?	baño de la vivienda	48 de 50 (96 %)

Tabla 1. Resumen de respuestas mayoritarias relativas al perfil personal, comportamiento y tendencias de los encuestados. Fuente: Primaria.

Sin embargo, también requieren un mayor grado de protección contra el ingreso de agua y polvo (86 %) en el dispositivo, lo cual lo haría menos desmontable y, por lo tanto, más difícil de reparar.

Atendiendo a los materiales empleados en los componentes, son preferibles aquellos formados por elementos metálicos (82 %) para una mayor reciclabilidad, a cambio de mayor peso.

Junto a ello, obtiene grandes apoyos la utilización de un envase austero y funcional (94 %), junto a un mantenimiento del aparato con recambios individuales (56 %) que, aun siendo menos seguros que los ya ensamblados, generan menos residuos.

Por último, la autonomía mecánica de la afeitadora debería orientarse hacia el almacenaje de la energía a largo plazo (92 %), según la mayoría de encuestados, mediante el empleo de, por ejemplo, un muelle motor recargable, al cual se le diera cuerda con una llave manualmente.

Al momentos de determinar el grado de importancia de la respuesta mayoritaria de cada una de las doce preguntas (de la núm. 8 a la 19) relativas a las características del producto, primeramente, se asignará una valoración entre 1 y 5 (siendo 1 = peor valorado y 5 = mejor valorado) a dichas opciones predominantes según el número de votantes que recibieran, empleando la siguiente expresión arítmética:

Núm. de pregunta	Pregunta encuestada	Respuesta mayoritaria	Núm. de votantes de la respuesta
Preguntas sobre las características generales del producto			
8	Atendiendo a los rangos de precios del mercado ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una afeitadora automática?	de 20 a 40 €	29 de 50 (58 %)
9	Respecto al estilo y silueta del aparato, elegiría aquel con...	formas curvas, ergonómicas a la mano.	39 de 50 (78 %)
10	Respecto al color del aparato, elegiría aquel con...	colores oscuros.	34 de 50 (68 %)
11	Respecto a la usabilidad del aparato, ¿Le interesaría que se incluyeran elementos auxiliares que asistieran el afeitado (p. ej., espejo, set de limpieza de la afeitadora, instrucciones ilustradas...), aunque estos aumentaran el coste?	sí	37 de 50 (74 %)
12	Respecto a la multifuncionalidad del aparato, elegiría aquel con...	una mayor diversidad de funciones (p. ej., cortapelos, perfiladora...), pero individualmente menos robustas.	29 de 50 (58 %)
13	Respecto a la portabilidad del aparato, elegiría aquel con...	un almacenaje recio (p. ej., estuche).	27 de 50 (54 %)
Preguntas sobre las características técnicas del producto			
14	Respecto a la reparabilidad del aparato, elegiría aquel con...	alta reparabilidad (más desmontable) a cambio de mayor tamaño y peso.	27 de 50 (54 %)
15	Respecto a la protección contra el ingreso de agua y polvo en el aparato, elegiría aquel con...	mayor grado de protección (menor reparabilidad).	43 de 50 (86 %)
16	Respecto al aspecto medioambiental del aparato, elegiría aquel con...	componentes metálicos (más pesados, pero más reciclables).	41 de 50 (82 %)
17	Respecto al envase del aparato, elegiría uno...	austero y funcional (mayor reciclabilidad).	47 de 50 (94 %)
18	Respecto a la seguridad en el mantenimiento del aparato, elegiría adquirir...	componentes individuales (p. ej., pack de cuchillas separadas), menos seguros pero que generan menos residuos.	28 de 50 (56 %)
19	Respecto a la autonomía mecánica del aparato, elegiría aquel que...	pudiera almacenar la energía a largo plazo (p. ej., el dispositivo funciona con un muelle al que se le da cuerda).	46 de 50 (92 %)

Tabla 2. Resumen de respuestas mayoritarias relativas a las características, generales y técnicas, del producto. Fuente: Primaria.

Valoración de Respuesta Mayoritaria de Pregunta Núm. "i" (V_i) =

$$= 1 + \frac{(x_i - min)}{(max - min)} \times (5 - 1)$$

Dicha ecuación está en función de la variable "x_i" ($x_i \in \mathbb{N} \mid min \leq x_i \leq max$), correspondiente al núm. de votantes de la respuesta mayoritaria de la pregunta núm. "i" ($i \in \mathbb{N} \mid 8 \leq i \leq 19$).

Además, se incluyen las constantes "max" y "min" ($max, min \in \mathbb{N} \mid 0 \leq max, min \leq 50$), que corresponden al núm. de votantes de la respuesta mayoritaria más y menos apoyada del total de preguntas consideradas, respectivamente. Según los resultados expuestos, "max" es igual a 47 votantes y "min" es igual a 27 votantes.

Seguidamente, cada valoración se ponderará para saber el peso que tiene realmente en el cómputo de valoraciones total, utilizando la expresión a continuación:

$$\text{Peso de } V_i = \frac{(6 - V_i)^{-1}}{\sum_{k}^{n} (6 - V_k)^{-1}}$$

Dicha expresión presenta en el denominador un sumatorio con límite inferior "k" y superior "n", los cuales corresponden al núm. de la primera y última pregunta considerada, respectivamente. Al analizarse solo las preguntas relativas a las características del producto, "k" es igual a 8 (pregunta núm. 8) y "n" es igual a 19 (pregunta núm. 19).

Como ejemplo, se procederá a valorar y ponderar la pregunta núm. 8 empleando las expresiones comentadas.

$$V_8 = 1 + \frac{(29 - 27)}{(47 - 27)} \times (5 - 1) = 1{,}4$$

$$\text{Peso de } V_8 = \frac{(6 - 1{,}4)^{-1}}{4{,}88227} \approx 0{,}045$$

Núm. de pregunta	Valoración del 1 (peor) al 5 (mejor)	Peso de respuesta mayoritaria
Preguntas sobre las características generales del producto		
8	1,4	0,045
9	3,4	0,079
10	2,4	0,057
11	3,0	0,068
12	1,4	0,045
13	1,0	0,041
Preguntas sobre las características técnicas del producto		
14	1,0	0,041
15	4,2	0,114
16	3,8	0,093
17	5,0	0,205
18	1,2	0,043
19	4,8	0,171
		TOTAL = 1

Tabla 3. Valoración y peso de las respuestas mayoritarias relativas a las características, generales y técnicas, del producto. Fuente: Primaria.

Tras tales cálculos, se ordenarán los pesos resultantes en orden decreciente con tal de vislumbrar qué respuestas mayoritarias tienen un mayor grado de importancia para los encuestados y cuáles han recibido un menor apoyo.

Dicho esto, y tal como muestra la tabla 4, las preguntas que presentan un mayor apoyo (las número 17, 19, 15 y 16) son aquellas que plantean un envase austero y funcional, una autonomía mecánica del aparato basada en el almacenamiento de energía a largo plazo, una mayor protección contra el ingreso de agua y polvo en el interior del dispositivo, y el empleo de componentes metálicos, los cuales, debido a sus características físicas, tienden a ser más reciclables.

A su vez, los encuestados valoran positivamente, aunque en menor grado, las preguntas núm. 9, 11 y 10, que apuestan por la ergonomía del aparato y la inclusión de elementos auxiliares para asistir el afeitado, aun aumentando esto último el coste, además de por una estética de colores oscuros más tradicional.

Por último, las cuestiones con menor aceptación (las núm. 8, 12, 18, 13 y 14), pero no por ello desdeñables, son las que plantean un precio reducido de entre 20 € y 40 €, una mayor funcionalidad del aparato a cambio de una menor robustez de esta, componentes individuales reciclables aun siendo menos seguros (p. ej., pack de cuchillas separadas), un estuche recio y una alta reparabilidad, la cual puede requerir un mayor tamaño y peso del producto.

Peso de respuesta mayoritaria (en orden decreciente)	Núm. de pregunta
0,205	17
0,171	19
0,114	15
0,093	16
0,079	9
0,068	11
0,057	10
0,045	8
0,045	12
0,043	18
0,041	13
0,041	14
TOTAL = 1	

Tabla 4. Grado de importancia de las respuestas mayoritarias relativas a las características, generales y técnicas, del producto según su peso ponderado. Fuente: Primaria.

4. Conclusión

Con base en el análisis previo de la información recopilada, se obtienen una serie de hipótesis y resultados.

En líneas generales, se observa cómo esta encuesta reafirma los requisitos de diseño considerados en el "Anexo I: Definición estratégica", estableciendo que el futuro diseño que se vaya a crear debe estar orientado a la usabilidad, seguridad y reciclabilidad del producto.

El nuevo instrumento deberá centrarse en el rasurado como función primaria; aun así, se valora positivamente la implementación de otras características a su alrededor.

La robustez de dicha configuración multifuncional depende no solo de cómo se implementen las diferentes funciones en la propia morfología del aparato, sino también de la inclusión de elementos auxiliares que ayuden en el proceso de afeitado y transporte, tal como indican los encuestados, aumentando la usabilidad.

Algunos ejemplos de ello serían la incorporación de un espejo para asistir una posible función de cortapatillas, o un estuche rígido para guardar y procurar el fácil transporte del aparato y sus añadidos.

Otro aspecto que afecta a la facilidad de uso del producto es su figura, la cual se recomienda que siga líneas curvas y ergonómicas a la mano y dedos, principalmente.

En el aspecto estético, la elección de colores oscuros por parte de los encuestados muestra la predilección y gustos del público, eminentemente masculino, hacia estos tonos; si se consigue una apariencia distinguida aun siendo la mayoría de los productos del mercado de dichos colores, se podrá utilizar la estética como reclamo desde un punto de vista publicitario.

Tratando los aspectos más técnicos de la afeitadora, esta debería contemplar en su diseño una alta reparabilidad y un fácil desensamble de sus componentes y uniones, al mismo tiempo que debería considerar aquellas acciones o elementos que generen cualquier tipo de daño al usuario o al producto, proporcionando una solución viable (p. ej., venta de recambios de cuchillas seguros, la integración de un alto grado IP...).

La variable de seguridad era uno de los requisitos primarios expuestos en el "Anexo I: Definición estratégica", por lo que prevalecerá por encima de la alta reparabilidad si fuera necesario.

A la hora de conseguir una alta reciclabilidad, se debería optar por materiales que pudieran reintroducirse en la industria.

Es por esto por lo los encuestados sugieren que los componentes del aparato sean en su mayoría de materiales metálicos, aun siendo más pesado que los polímeros.

El peso no sería un problema en primera instancia debido al reducido tiempo de utilización mayormente señalado por los encuestados (entre 10 y 20 minutos, una vez a la semana).

Sin embargo, el hecho de que sea el baño el lugar principal de uso hace necesario revisar los efectos adversos que pudieran generarse de la exposición del material metálico a la humedad y a continuos cambios de temperatura; de nuevo, se debe hacer hincapié en la seguridad.

Otro elemento relacionado con el impacto ambiental es el envase, el cual se indica que debería ser lo más austero posible para evitar gastos superfluos de material.

Por último, la autonomía del aparato deberá basarse en un sistema de almacenaje de energía a largo plazo, de manera que el afeitado se produzca de la forma más continua posible y sin tener que recargar el aparato durante el proceso.

En lo relativo a la competitividad del precio del dispositivo, se debería considerar un producto con un precio de venta al público de entre 30 € y 70 € de media, pudiendo aumentar los límites situándolos entre los 20 € y 90 €, según los rangos definidos y ampliamente seleccionados en la encuesta.

Anexo III

Estudio de marketing

Apartado B: QFD

En este apartado, se realizará un despliegue de la función de calidad. También llamado "Casa de la calidad", "Análisis de necesidades y expectativas" o "QFD" ("Quality Function Deployment"), esta metodología se utiliza para establecer qué rasgos deberían estar presentes en un futuro producto [1].

Dicha herramienta tiene como objetivos definir lo que buscan los usuarios y contrastar las propuestas de la competencia con la propia, pudiendo priorizar sus características y los aspectos a mejorar [1].

1. Metodología

El despliegue de la función de calidad se compone de los siguientes apartados, ordenados en orden de ejecución [1]:

1º) Lista de los "Qué";
2º) Análisis de los "Qué";
3º) Lista de los "Cómo";
4º) Relación entre los "Qué" y "Cómo";
5º) Análisis de los "Cómo".

1.1. Lista de los "Qué"

Primeramente, se deberán concretar los aspectos que el usuario objetivo buscará en el producto [1], los cuales han sido extraídos de una encuesta realizada previamente.

La lista de los "Qué" es la siguiente:

- Precio competitivo;
- Facilidad de uso;
- Ergonomía;
- Estética formal distinguida;
- Portabilidad;
- Multifuncionalidad;
- Protección del producto (referida a la integridad de los componentes);
- Alta reparabilidad;
- Facilidad de desensamblado;
- Protección del usuario (referida a la seguridad del producto al ser usado);
- Alta reciclabilidad;
- Reducido impacto ambiental;
- Autonomía basada en almacenaje de energía a largo plazo.

1.2. Análisis de los "Qué"

En este epígrafe, se procederán a valorar los "Qué" desde múltiples puntos de vista. Previamente, se asignará un grado de importancia para el usuario a cada "Qué" según los resultados de la encuesta, el cual estará comprendido entre 1 y 5 (siendo 1 = poco importante y 5 = muy importante) [1].

Esta graduación se obtendrá mediante la media aritmética redondeada de las valoraciones de las preguntas relacionadas con cada "Qué".

Aunque dicha valoración se asignó, durante el análisis de los resultados de la encuesta, a la respuesta mayoritaria de cuestiones concretas para ver su grado de importancia, esta se puede extrapolar a la pregunta en su conjunto con el mismo fin.

Debido a la definición de los "Qué", para realizar el cálculo comentado, se considerarán solo las preguntas relacionadas con las características del producto (concretamente, de la núm. 8 a la 19), siendo estás además las que presentan la mencionada valoración.

Como ejemplo de lo explicado, se plantea el siguiente caso: el "Qué" referido a "Precio competitivo" se relaciona con las preguntas núm. 8 y 11 de la encuesta, las cuales recibieron una valoración (del 1 = peor al 5 = mejor) de 1,4 y 3, respectivamente, siendo la media de ambos valores igual a 2,2.

Tras el redondeo de este valor, la variable "Precio competitivo" obtiene un "2" en grado de importancia para el usuario, siendo este un valor medio-bajo.

A continuación, se definirá la situación de la propuesta propia y la de la competencia respecto a cada "Qué", con valores entre 1 y 5 (siendo 1 = muy mala y 5 = muy buena) [1].

En esta ocasión, se ha contemplado como producto de partida la afeitadora Thorens "Riviera" de los años 50, uno de los modelos mecánicos más alineados con las tendencias mostradas por los encuestados y, por lo tanto, la más susceptible de ser mejorada.

Respecto a los productos considerados competencia, se han seleccionado los tres modelos de afeitadora siguientes: la "Viceroy Non-Electric", la Rowenta "Forever Sharp TN6200" y la Panasonic "ES-RW31".

Mientras que el primer modelo comparte época y funcionamiento con el producto de partida, el resto forman parte de la oferta eléctrica actual y han sido seleccionados al encontrarse en el rango de precios mayormente votado en la encuesta, el cual se sitúa entre los 30 € y los 70 € de media.

Con base en esto, se fijará un objetivo a alcanzar, siguiendo la misma ponderación entre 1 y 5, y se calculará la ratio de mejora dividiendo el valor del objetivo entre el del producto de partida [1].

Acto seguido, se establecerá el argumento de venta, el cual indicará si dicho "Qué" es un buen reclamo comercial o no, según los requisitos de diseño impuestos en el "Anexo I: Definición estratégica"; el valor asignado estará entre 1 y 1,5 (siendo 1 = malo, 1,2 = medio y 1,5 = bueno) [1].

Finalmente, se realizará la ponderación absoluta y relativa de cada "Qué" a través de la multiplicación del grado de importancia para el usuario, la ratio de mejora y el argumento de venta.

Esto nos muestra cuáles "Qué" tienen mayor importancia en el cómputo total considerado, pudiendo descartar aquellos menos influyentes [1].

1.3. Lista de los "Cómo"

Tras el análisis de los "Qué", se deberá realizar una lista conformada por los diferentes métodos que satisfagan los "Qué" ya definidos [1].

La mayoría de alternativas expuestas fueron votadas por los usuarios potenciales en la encuesta, seleccionando aquellas de mayor aceptación.

La lista de los "Cómo" es la siguiente:

- Precio entre 30 y 70 €;
- Silueta con formas curvas;
- Utilización de colores oscuros;
- Inclusión de elementos auxiliares (p. ej., espejo, set de limpieza de afeitadora…);
- Inclusión de funciones secundarias (p. ej., cortapelos, cortapatillas…);
- Estuche recio;
- Alto grado IP;
- Piezas y uniones estandarizadas;
- Componentes metálicos;
- Revestimiento protector antihumedad;
- Envase austero y funcional;
- Recambios individuales fácilmente reciclables;
- Muelle recargable mediante llave.

1.4. Relación entre los "Qué" y "Cómo"

Una vez definidos los "Qué" y "Cómo, se estructurarán en forma de matriz con tal de visualizar su relación y cuánto se influyen entre ellos; a cada pareja de "Qué" y "Cómo" se le asignará un valor entre 0 y 9 (siendo 0 = sin relación, 1 = débil, 3 = media y 9 = fuerte), indicando su grado de relación [1].

1.5. Análisis de los "Cómo"

En este último apartado, se procederá a valorar cuantitativamente los "Cómo" con base en la matriz realizada en el punto anterior.

Para esto, se multiplicará cada grado de relación por la ponderación relativa de cada "Qué" asociado [1].

Acto seguido, se sumarán todos los valores calculados referidos a un "Cómo" determinado, obteniendo su ponderación absoluta y relativa; de esta forma, se le podrá asignar a cada "Cómo" un orden de importancia [1].

Por otra parte, se realizará un análisis de la propuesta de referencia y de los productos seleccionados de la competencia ya mencionados con tal de saber si integran o no los "Cómo" ya definidos.

Dichas afeitadoras serán calificadas con valores entre 0 y 1 (siendo 0 = no incluye tal "Cómo" y 1 = sí lo incluye).

Contrastando tal análisis de la competencia con el orden de importancia de los "Cómo", se podrán definir cuáles de estos últimos son más interesantes a desarrollar dentro de las propuestas conceptuales futuras [1].

2. Resultados

Siguiendo la metodología descrita, se obtiene el despliegue de la función de calidad mostrado a continuación, el cual ha sido distribuido en diferentes tablas para una mayor comprensión de los datos y cálculos expuestos en cada una.

Atendiendo a la columna "Importancia para el usuario" de la tabla 1, las relaciones entre los "Qué" y las preguntas de la encuesta, al igual que los cálculos comentados en el epígrafe "1.2. Análisis de los 'Qué'", figuran en la tabla 2.

Para una mayor claridad en el tratamiento de los resultados, se incluyen las listas de los "Qué" (tabla 5) y los "Cómo" (tabla 6) ordenados por orden de importancia, con base en su ponderación relativa.

Despliegue de la función de calidad (QFD: "Quality Function Deployment") — Análisis de los "Qué"		Importancia para el usuario (del 1= poca al 5= mucha)	Valoración de la oferta (del 1 = muy mala al 5 = muy buena): Producto de partida (Thorens "Riviera")	Producto de la competencia 1 ("Viceroy Non-Electric")	Producto de la competencia 2 (Rowenta "Forever Sharp TN6200")	Producto de la competencia 3 (Panasonic "ES-RW31")	Objetivo a alcanzar por el producto de partida (del 1 al 5)	Ratio de mejora del producto de partida (%)	Argumento de venta (1 = malo; 1,2 = medio; 1,5 = bueno)	Ponderación absoluta	Ponderación relativa (%)	Orden de importancia
Lista de los "Qué"	Precio competitivo	2	1	1	3	4	4	400 %	1	8	12,327 %	1
	Autonomía basada en almacenaje de energía a largo plazo	5	5	1	1	1	5	100 %	1,5	7,5	11,556 %	2
	Facilidad de uso	4	3	3	4	4	4	133 %	1,2	6,4	9,861 %	3
	Estética formal distinguida	4	2	4	3	3	3	150 %	1	6	9,245 %	4
	Alta reciclabilidad	3	2	1	1	1	3	150 %	1,2	5,4	8,320 %	5
	Reducido impacto ambiental	3	2	1	1	1	3	150 %	1,2	5,4	8,320 %	6
	Protección del producto	3	2	1	3	2	3	150 %	1	4,5	6,934 %	7
	Protección del usuario	3	3	2	2	2	3	100 %	1,5	4,5	6,934 %	8
	Multifuncionalidad	3	3	1	4	2	4	133 %	1	4	6,163 %	9
	Ergonomía	3	4	3	2	4	4	100 %	1,2	3,6	5,547 %	10
	Portabilidad	3	3	3	4	3	3	100 %	1,2	3,6	5,547 %	11
	Alta reparabilidad	2	2	2	1	1	3	150 %	1,2	3,6	5,547 %	12
	Facilidad de desensamblado	2	4	1	1	1	4	100 %	1,2	2,4	3,698 %	13

Tabla 1. Resumen de cálculos relativos al análisis de los "Qué", ordenados según su importancia relativa. Fuente: Primaria.

Lista de los "Qué"	Núm. de pregunta relacionada	Valoración de la pregunta del 1 (peor) al 5 (mejor)				Media de valoraciones	Grado de importancia
Precio competitivo	8, 11	1,4 (8)	3 (11)	-	-	2,20	2
Autonomía basada en almacenaje de energía a largo plazo	19	4,8 (19)	-	-	-	4,80	5
Facilidad de uso	9, 11, 17, 19	3,4 (9)	3 (11)	5 (17)	4,8 (19)	4,05	4
Estética formal distinguida	9, 10, 17	3,4 (9)	2,4 (10)	5 (17)	-	3,60	4
Alta reciclabilidad	16, 17, 18	3,8 (16)	5 (17)	1,2 (18)	-	3,33	3
Reducido impacto ambiental	14, 16, 17, 18	1 (14)	3,8 (16)	5 (17)	1,2 (18)	2,75	3
Protección del producto	13, 15, 16, 18	1 (13)	4,2 (15)	3,8 (16)	1,2 (18)	2,55	3
Protección del usuario	15, 18	4,2 (15)	1,2 (18)	-	-	2,70	3
Multifuncionalidad	11, 12, 17	3 (11)	1,4 (12)	5 (17)	-	3,13	3
Ergonomía	9, 13, 17, 18	3,4 (9)	1 (13)	5 (17)	1,2 (18)	2,65	3
Portabilidad	11, 13, 17	3 (11)	1 (13)	5 (17)	-	3,00	3
Alta reparabilidad	14, 15, 18	1 (14)	4,2 (15)	1,2 (18)	-	2,13	2
Facilidad de desensamblado	14, 15, 18	1 (14)	4,2 (15)	1,2 (18)	-	2,13	2

Tabla 2. Cálculo del grado de importancia para el usuario de los "Qué", según la valoración de las preguntas de la encuesta relacionadas con cada uno. Fuente: Primaria.

Despliegue de la función de calidad (QFD: "Quality Function Deployment") — Relación entre los "Qué" y "Cómo"		Lista de los "Cómo"												
		Envase austero y funcional	Recambios individuales fácilmente reciclables	Muelle recargable mediante llave	Componentes metálicos	Piezas y uniones estandarizadas	Estuche recio	Precio entre 30 y 70 €	Alto grado IP	Inclusión de elementos auxiliares (p. ej., espejo, set de limpieza de afeitadora...)	Revestimiento protector antihumedad	Inclusión de funciones secundarias (p. ej., cortapelos, cortapatillas...)	Silueta con formas curvas	Utilización de colores oscuros
Lista de los "Qué"	Precio competitivo	9	9	9	3	9	3	9	3	3	3	3	0	1
	Autonomía basada en almacenaje de energía a largo plazo	0	0	9	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0
	Facilidad de uso	9	9	9	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0
	Estética formal distinguida	3	0	3	0	0	1	3	0	0	0	0	3	9
	Alta reciclabilidad	9	9	3	9	9	0	0	3	0	0	0	0	0
	Reducido impacto ambiental	9	9	3	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0
	Protección del producto	9	3	0	3	0	9	1	9	0	9	0	0	0
	Protección del usuario	3	9	3	3	0	3	1	3	3	9	0	3	0
	Multifuncionalidad	0	0	0	0	0	9	9	0	9	3	9	0	0
	Ergonomía	9	3	1	0	3	1	3	0	9	0	9	9	0
	Portabilidad	9	0	0	3	0	9	3	3	3	1	0	1	0
	Alta reparabilidad	0	9	3	3	9	0	3	9	0	1	0	0	0
	Facilidad de desensamblado	0	9	9	9	9	0	0	9	0	0	0	0	0

Tabla 3. Matriz mostrando el grado de relación existente entre los "Qué" y "Cómo" considerados. Fuente: Primaria.

	Despliegue de la función de calidad (QFD: "Quality Function Deployment") — Análisis de los "Cómo"	Ponderación absoluta	Ponderación relativa (%)	Orden de importancia	¿"Cómo" integrado en la oferta? (1 = Sí y 0 = No): Producto de partida (Thorens "Riviera")	Producto de la competencia 1 ("Viceroy Non-Electric")	Producto de la competencia 2 (Rowenta "Forever Sharp TN6200")	Producto de la competencia 3 (Panasonic "ES-RW31")	Objetivo a alcanzar por el producto de partida (1 = Sí y 0 = No)
Lista de los "Cómo"	Envase austero y funcional	5,602	14,591 %	1	1	1	1	1	1
	Recambios individuales fácilmente reciclables	5,325	13,868 %	2	1	1	1	0	1
	Muelle recargable mediante llave	4,576	11,918 %	3	1	0	0	0	1
	Componentes metálicos	3,989	10,389 %	4	1	1	0	0	1
	Piezas y uniones estandarizadas	3,453	8,993 %	5	0	0	1	0	1
	Estuche recio	2,700	7,030 %	6	1	0	1	0	1
	Precio entre 30 y 70 €	2,579	6,717 %	7	£ 7 (1950) ≈ £ 230 (2022) ≈ ≈ 270 €	£ 6 (1950) ≈ £ 200 (2022) ≈ ≈ 240 €	64 €	40 €	70 € ± 20 €
	Alto grado IP	2,450	6,380 %	8	0	0	1	0	1
	Inclusión de elementos auxiliares (p. ej., espejo, set de limpieza de afeitadora...)	2,094	5,453 %	9	1	0	1	0	1
	Revestimiento protector antihumedad	1,914	4,984 %	10	0	0	1	1	1
	Inclusión de funciones secundarias (p. ej., cortapelos, cortapatillas...)	1,424	3,708 %	11	0	0	1	0	0
	Silueta con formas curvas	1,336	3,479 %	12	1	1	0	1	1
	Utilización de colores oscuros	0,955	2,488 %	13	0	1	0	1	1

Tabla 4. Resumen de cálculos relativos al análisis de los "Cómo", ordenados según su importancia relativa. Fuente: Primaria.

Orden de importancia	Lista de los "Qué"	Ponderación relativa (%)	Rangos relativos
1	Precio competitivo	12,327 %	Entre 13 y 8 %
2	Autonomía basada en almacenaje de energía a largo plazo	11,556 %	
3	Facilidad de uso	9,861 %	
4	Estética formal distinguida	9,245 %	
5	Alta reciclabilidad	8,320 %	
6	Reducido impacto ambiental	8,320 %	
7	Protección del producto	6,934 %	Entre 7 y 5 %
8	Protección del usuario	6,934 %	
9	Multifuncionalidad	6,163 %	
10	Ergonomía	5,547 %	
11	Portabilidad	5,547 %	
12	Alta reparabilidad	5,547 %	
13	Facilidad de desensamblado	3,698 %	< 5 %

Tabla 5. Lista de los "Qué", ordenados por orden de importancia. Fuente: Primaria.

Orden de importancia	Lista de los "Cómo"	Ponderación relativa	Rangos relativos
1	Envase austero y funcional	14,591 %	Entre 15 y 9 %
2	Recambios individuales fácilmente reciclables	13,868 %	
3	Muelle recargable mediante llave	11,918 %	
4	Componentes metálicos	10,389 %	
5	Piezas y uniones estandarizadas	8,993 %	
6	Estuche recio	7,030 %	Entre 7 y 5 %
7	Precio entre 30 y 70 €	6,717 %	
8	Alto grado IP	6,380 %	
9	Inclusión de elementos auxiliares (p. ej., espejo, set de limpieza de afeitadora...)	5,453 %	
10	Revestimiento protector ante humedad	4,984 %	
11	Inclusión de funciones secundarias (p. ej., cortapelos, cortapatillas...)	3,708 %	Menor que 4 %
12	Silueta con formas curvas	3,479 %	
13	Utilización de colores oscuros	2,488 %	

Tabla 6. Lista de los "Cómo", ordenados por orden de importancia.
Fuente: Primaria.

Orden de importancia del "Cómo"	Clasificación de los "Qué" según su grado de relación con cada "Cómo"				"Qué" más fuertes
	9 = Fuerte	3 = Media	1 = Débil	0 = Sin relación	
1	1, 3, 5, 6, 7, 10, 11	4, 8	-	2, 9, 12, 13	Del 1 al 8 y del 10 al 13
2	1, 3, 5, 6, 8, 12, 13	7, 10	-	2, 4, 9, 11	
3	1, 2, 3, 13	4, 5, 6, 8, 12	10	7, 9, 11	
4	2, 5, 6, 13	1, 7, 8, 11, 12	-	3, 4, 9, 10	
5	1, 5, 12, 13	2, 6, 10	-	3, 4, 7, 8, 9, 11	
6	7, 9, 11	1, 3, 8	4, 10	2, 5, 6, 12, 13	1, 3 y del 7 al 13
7	1, 9	4, 10, 11, 12	7, 8	2, 3, 5, 6, 13	
8	7, 12, 13	1, 5, 8, 11	-	2, 3, 4, 6, 9, 10	
9	9, 10	1, 3, 8, 11	-	2, 4, 5, 6, 7, 12, 13	
10	7, 8	1, 9	11, 12	2, 3, 4, 5, 6, 10, 13	
11	9, 10	1	-	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13	"Qué" concretos
12	10	3, 4, 8	11	1, 2, 5, 6, 7, 9, 12, 13	
13	4	-	1	2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13	

Tabla 7. Resumen del grado de relación entre los "Qué" y "Cómo".
Fuente: Primaria.

Junto a esta última, se sitúa un esquema que clasifica cada "Qué" según el grado de relación que tuviera con cada "Cómo", enfatizando cuáles presentan una dependencia más fuerte.

Como ejemplo de dicho esquema, para una correcta interpretación, se presenta el siguiente caso: el "Cómo" con mayor importancia (i. e., "envase austero y funcional" con 14,591 % de ponderación relativa) presenta una relación fuerte (igual a 9) con el 1º, 3º, 5º, 6º, 7º, 10º y 11º "Qué", una relación media (igual a 3) con el 4º y 8º, y una relación nula (igual a 0) con el 2º, 9º, 12º y 13º; en este caso, no hay ningún "Qué" con una relación débil (igual a 1).

Tal numeración de los "Qué" se asigna según su orden de importancia, escala completamente independiente a la utilizada para los "Cómo".

3. Conclusión

De los datos proporcionados por el despliegue, son los objetivos a alcanzar y el orden de importancia en cada "Qué" y "Cómo" los considerados de mayor utilidad.

A la hora de evaluar los objetivos a alcanzar en los "Qué", es interesante apreciar cuál es la ratio de mejora respecto a la afeitadora de referencia considerada, en este caso, la Thorens "Riviera".

Según el despliegue, las variables de precio, estética, medio ambiente y protección del producto se deben mejorar considerablemente entre un 50 % y 400 %. Por otro lado, al resto de los "Qué" solo sería interesante aplicarles una mejora del 33 % o mantenerlos iguales.

Respecto a la importancia de los "Qué", la ponderación relativa muestra el gran peso que tienen un precio atractivo, el cual rivalice con la oferta de su mismo rango de PVP, una alta usabilidad y una estética formal distinguida del aparato.

Otras variables destacables son la autonomía, la multifuncionalidad y la protección del producto y usuario, junto a aquellas referidas a aspectos medioambientales, como la reciclabilidad o el impacto en el entorno.

Sin embargo, es curioso como algunos elementos, que tienen relación con otros ya comentados, consiguen la puntuación más baja.

Aspectos como la ergonomía y la portabilidad, o la reparabilidad y la facilidad de desensamblado se encuentran muy distantes con respecto a la usabilidad y a las variables medioambientales.

Este fenómeno incita a reconsiderar si se deben incluir o no las variables menos valoradas para, así, satisfacer de manera más contundente los requisitos de diseño definidos anteriormente en el "Anexo I: Definición estratégica".

Por ejemplo, una mayor facilidad de desmontaje contribuye a la reparabilidad y reciclabilidad del producto, lo cual reduce los residuos generados y expulsados al medio. Al haber contemplado aspectos ambientales como requisitos primarios en el "Anexo I: Definición estratégica", estaría justificada su consideración.

En el caso de la ergonomía y la portabilidad, al ser requisitos secundarios, no sería necesario su desarrollo en exceso; tampoco es conveniente descartar estas variables ya que, debido a la naturaleza portátil de la afeitadora, estas influyen positivamente en la facilidad de uso y transporte del futuro aparato.

Respecto a la importancia de los "Cómo", estos se pueden clasificar en tres grupos según si están relacionados con los "Qué" más valorados, con los que menos o con solo variables concretas.

Las primeras cinco propuestas con mayor ponderación relativa se orientan hacia la definición del producto a nivel técnico y funcional.

Dichos "Cómo" dependen de muchas de las ocho variables más notorias, tales como el precio, la autonomía, la reciclabilidad, el impacto ambiental y la protección del producto y usuario, entre otras.

También influyen variables menos valoradas, como son la ergonomía, la reparabilidad y la facilidad de desensamblado.

Las cinco propuestas siguientes se centran en la definición de un rango de precios ampliamente aceptado, el aumento de la seguridad del producto y la integración de elementos que asistan el afeitado.

Aunque estas ideas y planteamientos tengan una relación directa con alguna variable importante, en su mayoría son dependientes de los "Qué" con menor aceptación, como son la multifuncionalidad, la ergonomía o la portabilidad.

Las tres propuestas restantes se refieren a "Qué" concretos que, incluso teniendo estos una alta valoración, no son suficientes para hacer denotar al "Cómo" en cuestión. Algunos ejemplos son la integración de funciones secundarias, tratando la multifuncionalidad, o la utilización de colores oscuros y formas curvas, refiriéndose a la ergonomía y a la estética.

Por último, con base en el orden de importancia de los "Cómo" y en las características presentes en la competencia seleccionada, se establece que casi todos los "Cómo" son objetivos a alcanzar y candidatos a ser añadidos.

El único aspecto prescindible sería la inclusión de funciones secundarias, no solo por su baja notoriedad en la lista de los "Cómo", sino también por ser la multifuncionalidad, además de uno de sus únicos "Qué" con relación fuerte, un requisito solo deseable según el "Anexo I: Definición estratégica".

4. Referencias de apartado B (anexo III)

[1] PDCA Home. "Despliegue de la función calidad (QFD): Guía de uso. Para qué sirve el QFD y cómo realizarlo." Pdcahome.com. Accedido: jun. 6, 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.pdcahome.com/1932/qfd-despliegue-calidad/

Anexo IV
Especificaciones

En este apartado, se definirán las especificaciones generales que deberá satisfacer el producto a rediseñar; estas se basarán en las necesidades de los usuarios potenciales, las cuales han sido extraídas de la encuesta y el despliegue de la función de calidad (QFD) documentados en el "Anexo III: Estudio de marketing".

De esta manera, las propuestas conceptuales podrán desarrollarse de acuerdo con los requisitos de diseño establecidos dentro del "Anexo I: Definición estratégica" de forma más rigurosa.

Primeramente, se procederán a definir y clasificar las necesidades del producto según su tipología. Acto seguido, se extraerán de estas una serie de especificaciones concretas, organizándose según el grado de importancia de cada una a ser integradas en las propuestas conceptuales posteriores.

1. Clasificación de necesidades

Las necesidades del producto se clasificarán según su tipología en los siguientes apartados:

1. Necesidades de fabricación.
2. Necesidades según entorno.
3. Necesidades sobre vida útil.
4. Necesidades de mantenimiento.
5. Valoración económica.
6. Requerimientos de competencia.
7. Necesidades de transporte.
8. Necesidades de envase y embalaje.
9. Necesidades de documentación.
10. Necesidades de estética y acabado.
11. Necesidades según legalidad.
12. Necesidades medioambientales.
13. Ergonomía y seguridad.
14. Necesidades sobre calidad.
15. Necesidades del cliente.
16. Necesidades según QFD.

2. Descripción de necesidades

2.1. Necesidades de fabricación

2.1.1. Tamaño

El tamaño de la afeitadora debe ser similar al del modelo de partida considerado en el despliegue de la función de calidad (QFD) del "Anexo III: Estudio de marketing", la rasuradora mecánica en seco Thorens "Riviera".

Esta presenta un cuerpo cuyas dimensiones aproximadas son de 120 mm de alto, 85 mm de largo y 32 mm de ancho.

Las medidas que definen el área ocupada por los elementos extraíbles (p. ej., cabezal de cuchillas, llave para dar cuerda al aparato…) en la cara del aparato en la que se apoyan deben ser inferiores a las medidas de dicha cara.

Además, los elementos extraíbles únicamente pueden sobresalir como máximo una longitud de 10 mm del cuerpo del aparato; en caso de elementos de corte, tal longitud debe ser de 15 mm; en caso de elementos plegables, tal longitud debe ser de 25 mm al desplegarse.

2.1.2. Peso

El peso del aparato, con todos los elementos extraíbles añadidos, debe ser inferior a 400 gramos. Además, el peso de cada uno de los elementos extraíbles debe ser inferior a 30 gramos.

2.1.3. Medios de producción

Los medios y procesos de fabricación que solo se pueden utilizar son los descritos en el "Apartado B: Viabilidad técnica" del "Anexo II: Estudio de viabilidad".

2.1.4. Materiales

Solo se pueden utilizar materiales metálicos y polímeros, excluyendo materiales cerámicos y compuestos.

De los materiales permitidos, siempre se debe escoger aquel más reciclable, en tanto que su utilización garantice la integridad y seguridad del producto.

El 90 % del peso del aparato (sin estuche ni envase) debe ser de materiales totalmente reciclables, preferentemente metales.

Además, los materiales deben resistir las cargas a las que se sometan los componentes del aparato; en caso de engranajes, se debe seguir la norma ISO 6336 para definir tal resistencia.

2.1.5. Instalación

Todos los componentes del aparato deben ser extraíbles para su sustitución y reparación en caso de fallo.

Los mecanismos de unión desmontable permitidos son los que utilicen roscas normalizadas y métodos de unión macho-hembra. Los mecanismos de unión no desmontable permitidos solo son los métodos de unión por presión.

En caso de utilizar tornillería, solo se deben emplear cabezales Phillips y planos.

Todos los elementos extraíbles exteriores (p. ej., cabezal de cuchillas, llave para dar cuerda al aparato…) deben poder retirarse y acoplarse únicamente con los dedos del usuario y con poco esfuerzo, en tanto que se sea seguro su anclaje y desacoplamiento.

2.2. Necesidades según entorno

El aparato debe estar protegido contra polvo, agua y corrosión; tales características incluyen que debe funcionar adecuadamente en entornos con altos niveles de humedad en el aire y tras exponerse a ellos.

Por otra parte, el aparato debe estar protegido contra los elementos al ser transportado por el usuario, minoristas, mayoristas o transportistas.

Respecto a la resistencia física del aparato, este debe funcionar adecuadamente tras una caída de 1,5 metros del suelo.

Las consecuencias visuales permitidas de dicha caída solo pueden ser roces, ralladuras y deformaciones elásticas en la carcasa o elementos extraíbles exteriores del aparato.

Por último, el aparato debe soportar adecuadamente las vibraciones generadas por su propio funcionamiento.

2.3. Necesidades sobre vida útil

Considerando que la afeitadora de referencia ha soportado varias décadas en funcionamiento, denotando su robustez, y que la variable de seguridad se contempló como un factor primario en los requisitos de diseño del "Anexo I: Definición estratégica", el aparato debe tener una expectativa máxima de vida útil igual a 10 años.

Asimismo, los componentes de corte (i. e., cuchillas) deben durar aproximadamente tres meses tras haberse instalado, suponiendo un par de afeitados por semana.

2.4. Necesidades de mantenimiento

El exterior de la afeitadora mecánica debe poder limpiarse cómodamente. Además, los componentes de corte deben ser accesibles con la mano para poder desinfectarse. Estos deben ser sustituidos por otros iguales nuevos en buen estado una vez terminen su vida útil.

Por otra parte, el aparato debe poder desensamblarse fácilmente. Con base en esto, este debe permitir un fácil acceso al interior para el mantenimiento de los componentes internos.

Tales componentes deben ser fáciles de montar, desmontar, limpiar y lubricar. Los componentes internos deben recibir un mantenimiento mínimo cada dos años para un funcionamiento óptimo.

2.5. Valoración económica

Partiendo del análisis llevado a cabo en el "Apartado C: Viabilidad económica" del "Anexo II: Estudio de viabilidad", donde se trataron estadísticamente los resultados de la encuesta, el precio de venta al público (PVP) estimado debe ser de 70 €, con un margen de 20 € a cada lado.

2.6. Requerimientos de competencia

Para establecer los aspectos que pudieran limitar el rediseño del producto, se ha llevado a cabo un estudio de la competencia potencial, tanto en el ámbito comercial como legal.

Respecto a la faceta comercial, se ha realizado un estudio del mercado actual, en el cual se abordan las características de las principales empresas del sector y se valoran algunas de sus propuestas de producto. Tal estudio figura en el "Apartado A: Viabilidad comercial" del "Anexo II: Estudio de viabilidad".

Con base en los datos recopilados en dicho apartado, se concluye que el mercado del afeitado al que se intenta acceder es muy heterogéneo, tanto en modelos como en rangos de precio.

Aunque esto permite que el producto planteado tenga mayor facilidad de entrar al no haber una competencia entre modelos concretos, es cierto que la diversidad de precios hace que no pueda destacar en ese aspecto, teniendo que diferenciarse mediante otras vías.

Algunos de los campos con mayor rivalidad entre productos son los de funcionalidad y estética, mientras que las medidas a favor de la reciclabilidad y reparabilidad escasean.

Partiendo del gran apoyo dado por los encuestados en el sondeo del "Anexo III: Estudio de marketing" a estas últimas tendencias, se concluye que son la debilidad de la competencia, por lo que el rediseño debería enfocarse en tales elementos.

Por otra parte, la intención de vender el aparato en grandes superficies y portales de venta web, tal como indica el "Anexo I: Definición estratégica", posibilita un amplio alcance geográfico y una reducción de costes logísticos.

Respecto al marco legal definido por la competencia, el producto a desarrollar se encuentra en una posición privilegiada al ser el único de su tipo en el mercado.

Esto se traduce en que, probablemente, ninguna empresa del sector tenga ningún tipo de documento de propiedad industrial asignado como propio, ni que contemplen tenerlo en un futuro próximo.

Asimismo, debido a la antigüedad del diseño de partida considerado (i. e., la afeitadora mecánica en seco Thorens "Riviera"), todas aquellas patentes relacionadas ya han expirado.

Aun así, procede visualizar aquellos documentos que ilustren cómo se desarrollaron algunas ideas similares, al mismo tiempo que se detectan sus puntos débiles, con el objetivo de que sirva de inspiración para el futuro rediseño.

Las patentes más destacables, clasificadas según el diseñador, modelo al que pertenecen y país, son las siguientes:

2.6.1. Patentes de Paul Tournier

- **FR1098006A:**

Titulada "Rasoir mécanique à sec", solicitada el 27 de noviembre de 1951 y publicada el 15 de julio 1955 [1], esta patente muestra el diseño de la primera afeitadora mecánica en seco de larga autonomía.

Mediante el uso de un muelle motor en espiral, el aparato conseguía almacenar durante un largo tiempo y sin perdidas aparente la energía aportada al darle cuerda a través de una llave externa.

Otros aspectos contemplados son la incorporación de un cabezal rasurador extraíble y un volante de inercia con frenos centrífugos, el cual permitía mantener una velocidad y fuerza constantes de las cuchillas.

Dicho volante presenta dos brazos con pastillas de freno en sus extremos. En el momento en el que alcanza cierta velocidad de giro, los brazos se extienden y rozan con una circunferencia exterior, cesando la aceleración del volante.

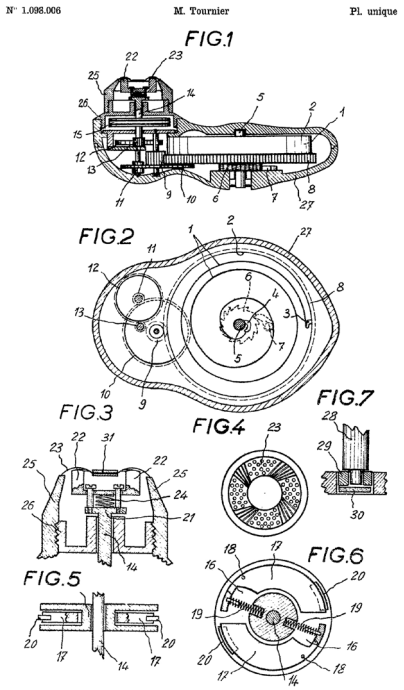


Figura 1. Figuras de la patente FR1098006A, ilustrando el mecanismo interno de la afeitadora mecánica de Paul Tournier. Fuente: Adaptada de [1].

- **FR1052570A:**

Titulada "Perfectionnements aux rasoirs à sec à coupe rotative", solicitada el 19 de marzo de 1952 y publicada el 26 de enero 1954 [2], esta patente define la estructura del cabezal rasurador extraíble y su funcionamiento interno.

En este aspecto, se abordan temas como la orientación de las cuchillas y el método de fabricación de la rejilla del cabezal.

Concretamente, el diseño contempla tres cuchillas dispuestas a 120° entre ellas, accionadas por un par de fuerzas al tiempo que son presionadas por un resorte vertical contra la rejilla del cabezal.

Esta última se fabrica imprimiendo el patrón deseado de rejilla en una fina lámina de metal que, acto seguido, es sumergida en ácido, el cual únicamente eliminará la superficie no impresa, sin dañar el resto del material de la pieza.

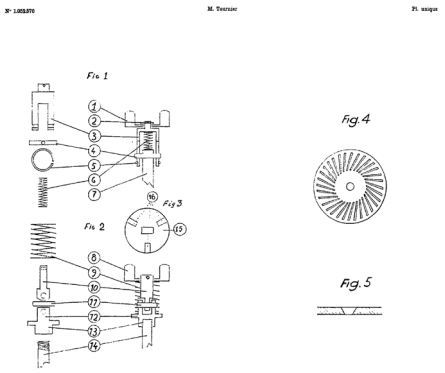


Figura 2. Figuras de la patente FR1052570A, ilustrando el cabezal cortante de Paul Tournier. Fuente: Adaptada de [2].

- **FR1067071A:**

Titulada "Perfectionnements apportés aux têtes de coupe de rasoir à sec", solicitada el 24 de noviembre de 1952 y publicada el 11 de junio de 1954 [3], esta patente establece una orientación radial en la rejilla para mejorar su solidez y define la distribución de las cuchillas para evitar pérdidas de energía durante el uso de la máquina.

- **FR64334E:**

Titulada "Perfectionnements apportés aux têtes de coupe de rasoir à sec", solicitada el 8 de junio de 1953 y publicada el 9 de noviembre de 1955 [4], esta patente se basa en la anterior FR1067071A, solo integrando algunas correcciones y mejoras menores en el cabezal, el cual se mantiene igual a rasgos generales.

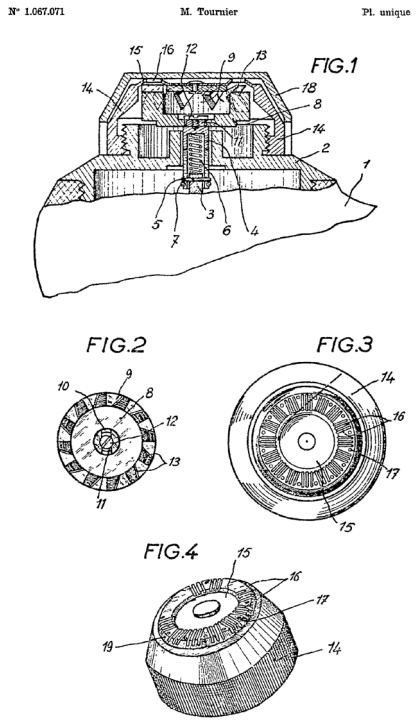


Figura 3. Figuras de la patente FR1067071A, ilustrando el cabezal cortante de Paul Tournier. Fuente: Adaptada de [3].

2.6.2. Patentes de René François-Marie Peltereau-Villeneuve

- **FR1091761A:**

Titulada "Perfectionnements apportés aux têtes de rasoir à sec", solicitada el 1 de octubre de 1953 y publicada el 14 de abril de 1955 [5], esta patente toma el diseño del cabezal cortante de Paul Tournier mostrado en la anterior FR64334E para realizarle una serie de mejoras.

Las más destacables son el planteamiento de un cabezal desmontable y, por ende, la posibilidad de sustituir las cuchillas de corte por otras nuevas.

Algunos elementos del cabezal se cambiaron para simplificar su construcción, como son la rejilla, ahora con agujeros continuos en vez de radiales, y el portacuchillas (Fig. 1 de la patente, elemento 5), que propuso sujetar las tres hojas de corte (Fig. 1 de la patente, elemento 8) mediante tornillos.

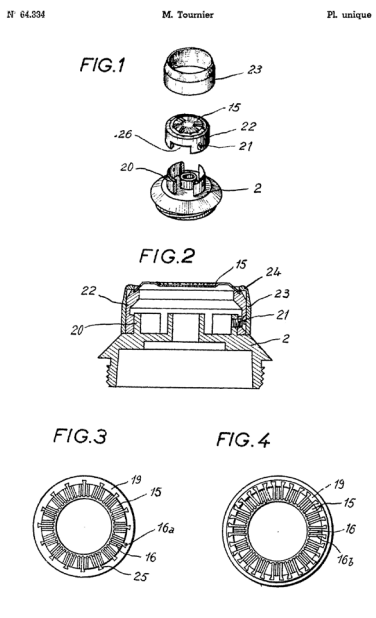


Figura 4. Figuras de la patente FR64334E, ilustrando el cabezal cortante de Paul Tournier. Fuente: Adaptada de [4].

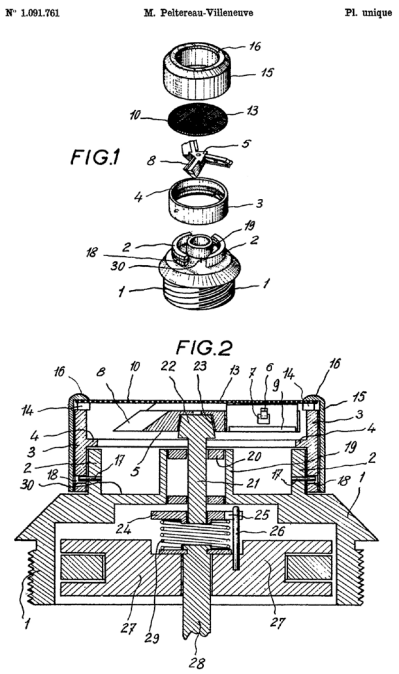


Figura 5. Figuras de la patente FR1091761A, ilustrando el cabezal cortante de René François-Marie Peltereau-Villeneuve. Fuente: Adaptada de [5].

- **FR68397E:**

Titulada "Perfectionnements apportés aux têtes de rasoir à sec", solicitada el 14 de diciembre de 1955 y publicada el 29 de abril de 1958 [6], esta patente se enmarca en la FR1091761A, añadiendo una modificación de uso importante al diseño del cabezal.

En este caso, se cambia la configuración de la rejilla para permitir que el cabezal actúe como cortapelos y no como rasurador; de esta forma, la afeitadora puede ser utilizada para recortar barbas más largas.

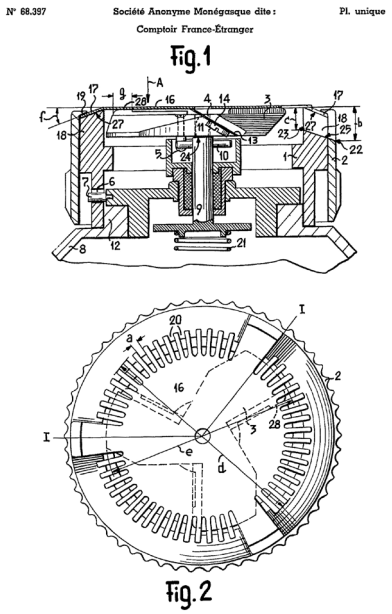


Figura 6. Figuras de la patente FR68397E, ilustrando el cabezal cortapelos de René François-Marie Peltereau-Villeneuve. Fuente: Adaptada de [6].

2.6.3. Patentes referidas al modelo de afeitadora "riviera"

- **CH325570A:**

Titulada "Rasoir mécanique à sec", solicitada el 30 de diciembre de 1955 y publicada el 31 de noviembre de 1957 [7], esta patente describe el prototipo de la afeitadora mecánica en seco "riviera" planteada por Robert Thorens.

Inspirado en las propuestas de Paul Tournier y René François-Marie, este documento define con mayor exactitud el aparato y le introduce una serie de mejoras; algunas de ellas son la regulación de la velocidad de corte y la inclusión de un sistema de encendido, ambos controlados por el usuario.

Dicho sistema de encendido está formado por dos botones, situados uno en cada lateral del aparato, unidos por un eje interno, y un resorte que interactúa con este último.

Al pulsar el botón de encendido, el eje se desplazaría de tal forma que el resorte liberaría el mecanismo interno del aparato, concretamente, su volante de inercia.

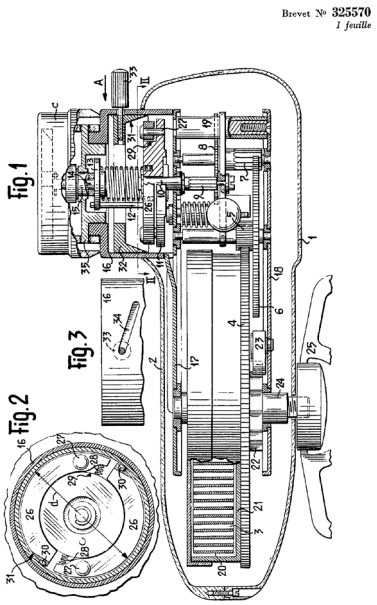


Figura 7. Figuras de la patente CH325570A, ilustrando el mecanismo interno de la afeitadora mecánica de Robert Thorens. Fuente: Adaptada de [7].

- **FR1156351A:**

Titulada "Mécanisme d'arrêt en particulier pour rasoir à sec", solicitada el 13 de julio de 1956 y publicada el 14 de marzo de 1958 [8], esta patente describe un posible mecanismo de encendido para una afeitadora tipo "riviera".

El sistema está formado por una rueda, la cual sobresale de la carcasa del aparato para ser girada desde fuera, y un resorte, el cual interactúa con esta y mantiene activo un freno sobre uno de los componentes internos, el volante de inercia.

Al girar la rueda con el pulgar, esta desplazaría de tal forma al resorte que liberaría el freno y, por ende, el mecanismo interno del aparato.

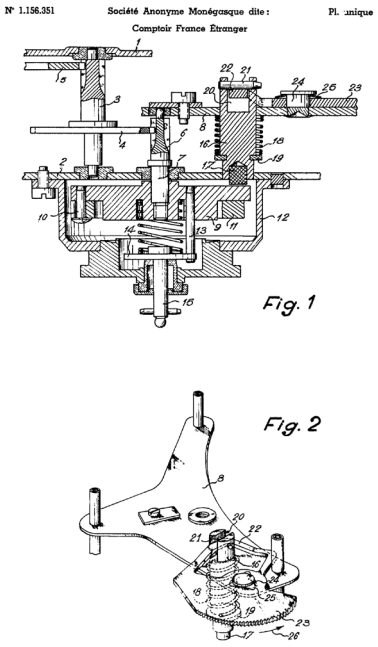


Figura 8. Figuras de la patente FR1156351A, ilustrando un posible mecanismo de encendido para una afeitadora mecánica tipo "riviera". Fuente: Adaptada de [8].

2.6.4. Otras patentes destacadas

- **SU1194679A1:**

Titulada "МЕХАНИЧЕСКАЯ БРИТВА" (en ruso, afeitadora mecánica), solicitada el 16 de noviembre de 1982 y publicada el 30 de noviembre de 1985 [9], esta patente fue registrada por los diseñadores Aleksandr I. Dionisiev (Александр И. Дионисьев) y Gennadi E. Lukashev (Геннадий Е. Лукашев), los cuales muestran su alternativa de afeitadora mecánica en seco.

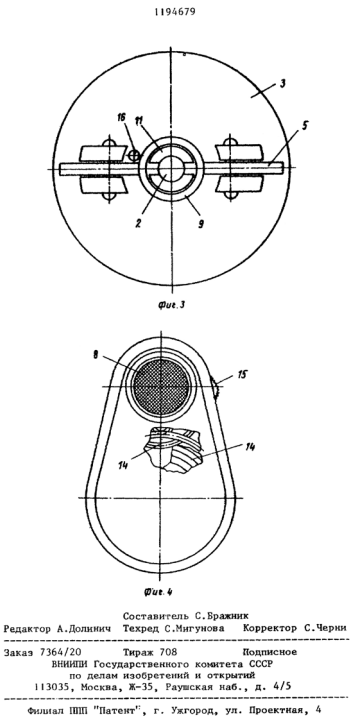


Figura 9. Figuras de la patente SU1194679A1, ilustrando el mecanismo interno de una afeitadora mecánica rusa tipo "riviera". Fuente: Adaptada de [9]

Su propuesta es similar a la entregada por Robert Thorens; sin embargo, se introducen una serie de simplificaciones en el diseño del mecanísmo interno.

Tales modificaciones atienden a la configuración del sistema de control de velocidad de corte, cambiando el diseño del volante de inercia y frenos, y al mecanismo de encendido del aparato, sustituyendo los dos botones por una rueda, similar a la vista en la patente FR1156351A comentada previamente.

- **CN2074230U:**

Titulado "机械刮胡刀" (en chino, afeitadora mecánica), solicitado el 31 de mayo de 1990 y publicada el 3 de abril de 1991 [10], este modelo de utilidad fue registrado por el diseñador Zhang Zhenzhong (张振中), el cual muestra una propuesta de afeitadora mecánica en seco muy similar a la presentada en la patente rusa SU1194679A1 comentada previamente.

La principal diferencia se encuentra en la definición con datos cuantitativos de los aspectos técnicos del mecanismo.

Estos datos señalan que la autonomía del muelle puede alcanzar los 3 minutos aproximadamente, y que la relación de transmisión de los engranajes es igual a 914,0625 ((130/8)x(60/8)x(60/8)).

Junto a esto, recomienda que el muelle motor esté fabricado de acero al carbono o inoxidable, con unas medidas de 17 mm de ancho, 0,4 mm de espesor y 2400 mm de largo aproximadamente.

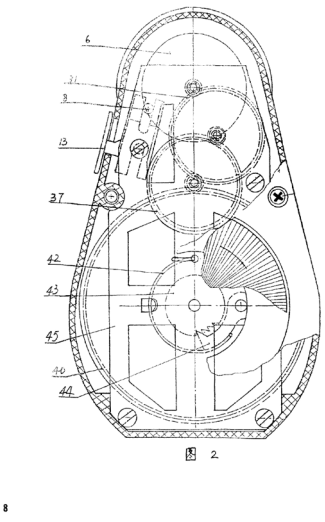


Figura 10. Figuras de la patente CN2074230U, ilustrando el mecanismo interno de una afeitadora mecánica china tipo "riviera". Fuente: Adaptada de [10].

2.7. Necesidades de transporte

Los factores que determinan las características del transporte, ya sea mercantil o el realizado por el usuario, son el embalaje del producto y los canales de distribución por los que se venderá.

Aunque el embalaje se definirá con un mayor detalle en el siguiente punto, este debe ser compacto, apilable y debe proteger la mercancía.

Atendiendo a los canales de distribución, se ha contemplado la utilización de grandes superficies y portales de venta web.

Respecto a la venta en grandes superficies, estas deben tener su propio sistema de gestión, almacenamiento y distribución a sus tiendas. Para un correcto dimensionamiento y mayor rentabilidad del transporte, se deben negociar previamente el precio y los volúmenes de producto que tales entidades van a adquirir.

La mercancía adquirida debe ser transportada de forma segura y por los medios menos costosos hacia los centros logísticos de dichas empresas. A partir de ahí, estas se deben encargar del almacenamiento, gestión y distribución a sus tiendas.

Respecto a la venta en portales web, estas tiendas pueden ser propias (p. ej., la web de la empresa) o ajenas. En ambos casos, la empresa vendedora debe tener unos recursos logísticos que permitan almacenar, gestionar y enviar la mercancía adecuadamente.

El trato y condiciones para portales ajenos será el mismo que se tiene con las grandes superficies.

Para enviar el producto final al consumidor, estos portales deben contar con un servicio de paquetería, genuino o subcontratado; en ambos casos, el encargado del envío debe mostrar antecedentes de calidad y tener a su disposición múltiples forma de entrega (p. ej., a domicilio, a oficina, a punto de recogida…).

Los elementos mínimos con los que debe contar el servicio de paquetería son: envíos a domicilio, segundo intento de entrega, envíos certificados, seguro de envío por pérdida o daño de este (la empresa de envíos se hace cargo del precio del producto y costes generados en caso de pérdida o daño del envío) y certificado de entrega.

El coste del envío y aduanas debe correr a cargo del comprador final del producto.

2.8. Necesidades de envase y embalaje

Respecto al envase, este debe proteger el producto durante su transporte por el usuario, además de ser reutilizable, resistente a golpes, impermeable, fácil de transportar, abrir y utilizar.

Según los resultados dispuestos en la encuesta del "Anexo III: Estudio de marketing", el envase debe tener una estructura recia y una estética formal distinguida. Por otra parte, debe ocupar lo menos posible, al mismo tiempo que debe permitir guardar el aparato y sus complementos en el interior de forma cómoda.

Respecto al embalaje, este debe proteger tanto al producto y envase que contiene como al embalaje previo durante el transporte de la mercancía. Debe ser apilable, compacto, resistente a golpes y roces, y fácilmente manejable y transportable por medios humanos y mecánicos.

En el caso del embalaje primario y secundario, los materiales empleados deben ser reciclables o reutilizables. El diseño del embalaje primario debe aislar al producto hasta ser adquirido por el comprador, el cual sí lo podrá abrir y retirar.

El diseño del embalaje secundario y terciario debe permitir que estos sean fáciles de abrir y retirar solo por los operarios o vendedores minoristas del producto. Asimismo, el embalaje terciario debe ser impermeable.

2.9. Necesidades de documentación

Teniendo en cuenta la naturaleza peculiar del producto, el cual no se asemeja a ninguna propuesta actual del mercado, este debe venir con documentación y señalización que ayuden a entender el funcionamiento y utilización del aparato.

Dichos documentos deben ser entendibles a través de medios pictóricos y escritos, siendo redactados en varios idiomas con un lenguaje accesible para el usuario no profesional y teniendo una alta legibilidad visual (i. e., fuente, tamaño y color de fuente, contraste de imágenes…).

La información expuesta en estos documentos debe ser sencilla, breve y coherente, explicando cualquiera de los términos técnicos inusuales o poco comunes relacionados con el producto al usuario.

Aparte, se deben incluir aspectos de transporte, garantía, consejos de mantenimiento, instrucciones de desensamble del producto y guía de reciclabilidad de todos sus elementos externos e internos, incluidos los que se venden con él (p. ej., manual, estuche, embalaje…).

El formato en el que se impriman estos documentos debe ser duradero y reciclable, aparte de acorde al tamaño final del envase y a la alta legibilidad de las letras y pictogramas por parte del usuario.

En caso de tratar varios temas, dichos documentos deben venir acompañados de un índice o tabla de contenido.

Para aquella información de importancia y/o relativa a cuestiones de seguridad, esta debe ser realzada efusivamente para llamar la atención del usuario.

2.10. Necesidades de estética y acabado

Tras un análisis de la competencia (situado en el "Apartado A: Viabilidad comercial" del "Anexo II: Estudio de viabilidad") y los gustos de los encuestados (presentes en el "Apartado A: Encuesta" del "Anexo III: Estudio de marketing"), se concluye que el producto debe tener una estética formal distinguida, cuya silueta esté compuesta por formas curvas y ergonómicas, y cuyos colores sean oscuros.

En lo referido al acabado, el producto debe ser seguro de manejar y utilizar con las manos desnudas.

Durante el uso normal del aparato, el usuario debe solo poder interactuar con los elementos exteriores del mismo (incluidos el cabezal y las cuchillas), siendo el mecanismo interno solo accesible mediante herramientas de precisión al estar el dispositivo apagado.

La forma externa del producto debe estar libre de esquinas puntiagudas, teniendo todas las aristas un acabado redondeado.

Además, todas las piezas externas con las que vaya a estar en contacto el usuario durante la utilización del producto deben tener un acabado suave al tacto, cuidar la piel y ser fáciles de limpiar.

En el caso de las cuchillas, deben cuidar la piel, cortar el pelo eficazmente sin tirones y ser seguras de manejar e intercambiar con las manos desnudas.

En los diferentes envases y embalajes, deben venir impresas las señales e información de rigor relativas al trato de la mercancía (p. ej., señalización de "FRÁGIL" o puntos de agarre), reciclabilidad de estos y de su contenido, y características especiales propias de tales elementos.

2.11. Necesidades según legalidad

Para garantizar la integridad legal del producto final en todos sus aspectos, es conveniente el análisis de las disposiciones legales vigentes que se deban considerar, a nivel estatal, comunitario e internacional, al igual que aquellos estándares y normas actuales, armonizadas o no, comúnmente utilizadas en la industria.

2.11.1. Normas legales de obligado cumplimiento

- **Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, de envases y residuos de envases:**

Partiendo de su contenido, se obtienen los siguientes requerimientos legales:

- *[...], envases podrán marcarse para indicar el material del que está compuesto, de conformidad con las abreviaturas o números regulados en la Decisión 97/129/CE, de la Comisión, de 28 de enero de 1997 por la que se establece el sistema de identificación de materiales de envase de conformidad con la Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, [...].* (Artículo 13. Obligaciones de marcado y de información. Punto 1.)

- *Se prohíbe el marcado de los envases con las palabras «respetuoso con el medio ambiente», [...].* (Artículo 13. Obligaciones de marcado y de información. Punto 3.)

- *[...], los envases deberán ostentar los marcados regulados en este artículo, bien sobre el propio envase o bien en la etiqueta. [...].* (Artículo 13. Obligaciones de marcado y de información. Punto 8.)

- **Directiva 2001/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 3 de diciembre de 2001, relativa a la seguridad general de los productos.**

- **Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos:**

Partiendo de su contenido, basado en la Directiva 2001/95/CE anteriormente citada, se obtienen los siguientes requerimientos legales:

- *Se considerará que un producto que vaya a comercializarse en España es seguro cuando cumpla las disposiciones normativas de obligado cumplimiento en España que fijen los requisitos de salud y seguridad.* (Artículo 3. Evaluación de la seguridad de un producto. Punto 1.)

- *En los aspectos de dichas disposiciones normativas regulados por normas técnicas nacionales que sean transposición de una norma europea armonizada, se presumirá que también un producto es*

seguro cuando sea conforme a tales normas. (Artículo 3. Evaluación de la seguridad de un producto. Punto 2.)

- *Cuando no exista disposición normativa de obligado cumplimiento aplicable o ésta no cubra todos los riesgos o categorías de riesgos del producto, para evaluar su seguridad, garantizando siempre el nivel de seguridad que los consumidores pueden esperar razonablemente, se tendrán en cuenta los siguientes elementos:*

  a) Normas técnicas nacionales que sean transposición de normas europeas no armonizadas.

  b) Normas UNE.

  c) Las recomendaciones de la Comisión Europea que establezcan directrices sobre la evaluación de la seguridad de los productos.

  d) Los códigos de buenas prácticas en materia de seguridad de los productos que estén en vigor en el sector, especialmente cuando en su elaboración y aprobación hayan participado los consumidores y la Administración pública.

  e) El estado actual de los conocimientos y de la técnica. (Artículo 3. Evaluación de la seguridad de un producto. Punto 3.)

- *[...], se presumirá que un producto es inseguro cuando:*

  a) El producto o las instalaciones donde se elabore carezcan de las autorizaciones u otros controles administrativos preventivos necesarios establecidos con la finalidad directa de proteger la salud y seguridad de los consumidores y usuarios.

  En particular, cuando estando obligado a ello, el producto haya sido puesto en el mercado sin la correspondiente «declaración CE de conformidad», el «marcado CE» o cualquier otra marca de seguridad obligatoria.

  b) Carezca de los datos mínimos que permitan identificar al productor.

  c) Pertenezca a una gama, lote o una remesa de productos de la misma clase o descripción donde se haya descubierto algún producto inseguro. (Artículo 3. Evaluación de la seguridad de un producto. Punto 5.)

- *Los productores tienen el deber de poner en el mercado únicamente productos seguros.* (Artículo 4. Deberes de los productores. Punto 1.)

- *[...], los productores deben informar a los consumidores o usuarios por medios apropiados de los riesgos que no sean inmediatamente perceptibles sin avisos adecuados y que sean susceptibles de provenir de una utilización normal o previsible de los productos, habida cuenta de su naturaleza, sus condiciones de duración y las personas a las que van destinados. [...].* (Artículo 4. Deberes de los productores. Punto 2.)

- *[...] en función de las características de los productos, los productores deberán:*

  a) Mantenerse informados de los riesgos que dichos productos puedan presentar e informar convenientemente a los distribuidores.

  Con este fin, registrarán y estudiarán aquellas reclamaciones de las que pudiera deducirse la existencia de un riesgo y, en su caso, realizarán pruebas por muestreo de los productos comercializados o establecerán otros sistemas apropiados. Cuando la forma de cumplir este deber esté determinada en los reglamentos específicos, se estará a lo que éstos prevean.

b) *Cuando descubran o tengan indicios suficientes de que han puesto en el mercado productos que presentan para el consumidor riesgos incompatibles con el deber general de seguridad, adoptar, sin necesidad de requerimiento de los órganos administrativos competentes, las medidas adecuadas para evitar los riesgos, incluyendo informar a los consumidores mediante, en su caso, la publicación de avisos especiales, retirar los productos del mercado o recuperarlos de los consumidores.*

c) *Indicar, en el producto o en su envase, los datos de identificación de su empresa y de la referencia del producto o, si procede, del lote de fabricación, salvo en los casos en que la omisión de dicha información esté justificada.*

Los datos que se relacionan con el lote de fabricación deberán conservarse por el productor, para cualquier producto, durante tres años. […]. (Artículo 4. Deberes de los productores. Punto 3.)

– *Los distribuidores tienen el deber de distribuir sólo productos seguros, por lo que no suministrarán productos cuando sepan, o debieran saber, por la información que poseen y como profesionales, que no cumplen tal requisito.* (Artículo 5. Deberes de los distribuidores. Punto 1.)

– *Los distribuidores actuarán con diligencia para contribuir al cumplimiento de los requisitos de seguridad aplicables, en particular, durante el almacenamiento, transporte y exposición de los productos.* (Artículo 5. Deberes de los distribuidores. Punto 2.)

– *Cuando los productores y los distribuidores sepan o deban saber, por la información que poseen y como profesionales, que un producto que ya han puesto a disposición de o suministrado a los consumidores en España presenta riesgos incompatibles con el deber general de seguridad, comunicarán tales hechos inmediatamente a los órganos administrativos competentes de la comunidad autónoma afectada. […].* (Artículo 6. Otros deberes de productores y distribuidores. Punto 1.)

• **Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y otras leyes complementarias:**

Partiendo de su contenido, se obtienen los siguientes requerimientos legales:

– *Los bienes o servicios puestos en el mercado deben ser seguros.* (Artículo 11. Deber general de seguridad. Punto 1.)

– *Se consideran seguros los bienes o servicios que, en condiciones de uso normales o razonablemente previsibles, incluida su duración, no presenten riesgo alguno para la salud o seguridad de las personas, o únicamente los riesgos mínimos compatibles con el uso del bien o servicio y considerados admisibles dentro de un nivel elevado de protección de la salud y seguridad de las personas.*

[…]. (Artículo 11. Deber general de seguridad. Punto 2.)

– *Los empresarios pondrán en conocimiento previo del consumidor y usuario, por medios apropiados, los riesgos susceptibles de provenir de una utilización previsible de los bienes y servicios, habida cuenta de su naturaleza, características, duración y de las personas a las que van destinados, conforme a lo previsto en el artículo 18 y normas reglamentarias que resulten de aplicación.*

[…]. (Artículo 12. Información a los consumidores y usuarios sobre los riesgos de los bienes o servicios. Punto 1.)

– *Cualquier empresario que intervenga en la puesta a disposición de bienes y servicios a los consumidores y usuarios estará obligado, dentro de los límites de su actividad respectiva, a respetar las siguientes reglas: [...]*

e) La prohibición de suministro de bienes que carezcan de las marcas de seguridad obligatoria o de los datos mínimos que permitan identificar al responsable del bien.

f) La obligación de retirar, suspender o recuperar de los consumidores y usuarios, mediante procedimientos eficaces, cualquier bien o servicio que no se ajuste a las condiciones y requisitos exigidos o que, por cualquier otra causa, suponga un riesgo previsible para la salud o seguridad de las personas.

[...]

h) Las exigencias de control de los productos manufacturados susceptibles de afectar a la seguridad física de las personas, prestando a este respecto la debida atención a los servicios de reparación y mantenimiento.

i) La prohibición de utilizar ingredientes, materiales y demás elementos susceptibles de generar riesgos para la salud y seguridad de las personas.

[...]. (Artículo 13. Otras obligaciones específicas para la protección de la salud y seguridad de los consumidores y usuarios.)

– *El etiquetado y presentación de los bienes y servicios y las modalidades de realizarlo deberán ser de tal naturaleza que no induzca a error al consumidor y usuario, especialmente:*

a) Sobre las características del bien o servicio y, en particular, sobre su naturaleza, identidad, cualidades, composición, cantidad, duración, origen o procedencia y modo de fabricación o de obtención.

b) Prohibiendo ambigüedades sobre su contenido, [...], debiendo ser el etiquetado claro y riguroso en la información exacta del contenido.

c) Atribuyendo al bien o servicio efectos o propiedades que no posea.

d) Sugiriendo que el bien o servicio posee características particulares, cuando todos los bienes o servicios similares posean estas mismas características. (Artículo 18. Etiquetado y presentación de los bienes y servicios. Punto 1.)

– *[...], todos los bienes y servicios puestos a disposición de los consumidores y usuarios deberán ser de fácil acceso y comprensión, ofrecidos en formatos que garanticen su accesibilidad y, en todo caso, incorporar, acompañar o, en último caso, permitir obtener, de forma clara y comprensible, información veraz, eficaz, suficiente y accesible sobre sus características esenciales, en particular sobre las siguientes:*

a) Nombre y dirección completa del productor.

b) Naturaleza, composición y finalidad.

c) Calidad, cantidad, categoría o denominación usual o comercial, si la tienen.

d) Fecha de producción o suministro y lote [...].

e) Instrucciones o indicaciones para su correcto uso o consumo, así como la correcta gestión sostenible de sus residuos, advertencias y riesgos previsibles.

f) Información sobre los servicios de información y atención al cliente, así como los procedimientos de interposición de quejas y reclamaciones. (Artículo 18. Etiquetado y presentación de los bienes y servicios. Punto 2.)

– *Sin perjuicio de las excepciones previstas legal o reglamentariamente, las indicaciones obligatorias del etiquetado y presentación de los bienes o servicios comercializados en España deberán figurar, al menos, en castellano, lengua española oficial del Estado.* (Artículo 18. Etiquetado y presentación de los bienes y servicios. Punto 3.)

– *Las medidas correctoras para la puesta en conformidad se ajustarán a las siguientes reglas:*

a) Serán gratuitas para el consumidor o usuario. Dicha gratuidad comprenderá los gastos necesarios en que se incurra para que los bienes sean puestos en conformidad, especialmente los gastos de envío, transporte, mano de obra o materiales.

b) Deberán llevarse a cabo en un plazo razonable a partir del momento en que el empresario haya sido informado por el consumidor o usuario de la falta de conformidad.

c) Deberán realizarse sin mayores inconvenientes para el consumidor o usuario, habida cuenta de la naturaleza de los bienes o de los contenidos o servicios digitales y de la finalidad que tuvieran para el consumidor o usuario. (Artículo 118. Régimen jurídico de la puesta en conformidad. Punto 4.)

– *En el caso de contrato de compraventa de bienes [...], el empresario será responsable de las faltas de conformidad que existan en el momento de la entrega o del suministro y se manifiesten en un plazo de tres años desde la entrega en el caso de bienes [...].* (Artículo 120. Plazo para la manifestación de la falta de conformidad. Punto 1.)

– *[...]. El productor que ofrezca al consumidor o usuario una garantía comercial de durabilidad con respecto a determinados bienes por un período de tiempo determinado será responsable directamente frente al consumidor o usuario, durante todo el período de la garantía comercial de durabilidad, de la reparación o sustitución.*

El productor podrá ofrecer al consumidor o usuario condiciones más favorables en la declaración de garantía comercial de durabilidad. (Artículo 127. Garantías comerciales. Punto 1.)

– *La declaración de garantía comercial se entregará al consumidor o usuario en un soporte duradero a más tardar en el momento de entrega de los bienes y estará redactada, al menos, en castellano y en su caso, a petición de cualquiera de las partes, deberá redactarse también en cualquiera de las otras lenguas oficiales en el lugar de celebración del contrato, de manera clara y comprensible.*

[...]. (Artículo 127. Garantías comerciales. Punto 2.)

– *La declaración de garantía comercial incluirá, al menos, lo siguiente:*

a) Una declaración precisa de que el consumidor o usuario tiene derecho a medidas correctoras por parte del empresario, de forma gratuita, en caso de falta de conformidad de los bienes y de que la garantía comercial no afectará a dichas medidas.

Dicha gratuidad comprenderá los gastos necesarios en que se incurre para que los bienes o los contenidos o servicios digitales sean puestos en

conformidad, especialmente los gastos de envío, transporte, mano de obra o materiales.

b) El nombre y la dirección del garante.

c) El procedimiento que debe seguir el consumidor o usuario para conseguir la aplicación de la garantía comercial.

d) La designación de los bienes o de los contenidos o servicios digitales a los que se aplica la garantía comercial.

e) Las condiciones de la garantía comercial, entre otras, su plazo de duración y alcance territorial.

[...]. (Artículo 127. Garantías comerciales. Punto 3.)

- *El productor garantizará, en todo caso, la existencia de un adecuado servicio técnico, así como de repuestos durante el plazo mínimo de diez años a partir de la fecha en que el bien deje de fabricarse.* (Artículo 127 bis. Reparación y servicios posventa. Punto 1.)

- *Los productores serán responsables de los daños causados por los defectos de los productos que, respectivamente, fabriquen o importen.* (Artículo 135. Principio general.)

- *Se entenderá por producto defectuoso aquél que no ofrezca la seguridad que cabría legítimamente esperar, teniendo en cuenta todas las circunstancias y, especialmente, su presentación, el uso razonablemente previsible del mismo y el momento de su puesta en circulación.* (Artículo 137. Concepto legal de producto defectuoso. Punto 1.)

- *[...], un producto es defectuoso si no ofrece la seguridad normalmente ofrecida por los demás ejemplares de la misma serie.* (Artículo 137. Concepto legal de producto defectuoso. Punto 2.)

2.11.2. Normalización aplicable

- **UNE-EN ISO 128-1:2020,** Documentación técnica de productos (TPD). Principios generales de representación. Parte 1: Introducción y requisitos fundamentales. (ISO 128-1:2020) (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en julio de 2020.).

- **UNE-EN ISO 128-2:2020,** Documentación técnica de productos. Principios generales de representación. Parte 2: Convenciones básicas para las líneas. (ISO 128-2:2020) (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en septiembre de 2020.).

- **UNE-EN ISO 128-3:2020,** Documentación técnica de productos. Principios generales de representación. Parte 3: Vistas, secciones y cortes. (ISO 128-3: 2020) (Ratificada por AENOR en agosto de 2020.).

- **UNE-EN ISO 128-100:2020,** Documentación técnica de productos. Principios generales de presentación. Parte 100: Índice. (ISO 128-100:2020) (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en julio de 2020.).

- **UNE-EN ISO 129-1:2019,** Documentación técnica de los productos (TPD). Representación de dimensiones y tolerancias. Parte 1: Principios generales. (ISO 129-1:2018) (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en noviembre de 2019.).

- **UNE-EN ISO 216:2008,** Papel de escritura y ciertos tipos de impresos. Formatos acabados. Series A y B e indicador de dirección máquina. (ISO 216:2007).

- **UNE 1027:1995,** Dibujos técnicos. Plegado de planos.

- **UNE 1028:1975,** Perforaciones para la clasificación de los papeles.

- **UNE-EN ISO 2203:1998,** Dibujos técnicos. Signos convencionales para engranajes. (ISO 2203:1973).
- **UNE-EN ISO 3098-1:2015,** Documentación técnica de productos. Escritura. Parte 1: Requisitos generales. (ISO 3098-1:2015). (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en abril de 2015.).
- **UNE-EN ISO 5455:1996,** Dibujos Técnicos. Escalas. (ISO 5455:1979).
- **UNE-EN ISO 5456-1:2000,** Dibujos técnicos. Métodos de proyección. Parte 1: Sinopsis. (ISO 5456-1:1996).
- **UNE-EN ISO 5456-2:2000,** Dibujos técnicos. Métodos de proyección. Parte 2: Representaciones ortográficas. (ISO 5456-2:1996).
- **UNE-EN ISO 5456-3:2000,** Dibujos técnicos. Métodos de proyección. Parte 3: Representaciones axonométricas. (ISO 5456-3:1996).
- **UNE-EN ISO 5456-4:2002,** Dibujos técnicos. Métodos de proyección. Parte 4: Proyección central. (ISO 5456-4:1996).
- **UNE-EN ISO 5457:2000,** Documentación técnica de producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo. (ISO 5457:1999).
- **UNE-EN ISO 5457:2000/A1:2010,** Documentación técnica de producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo. Modificación 1. (ISO 5457:1999/Amd 1:2010).
- **ISO 6336-1:2019,** Calculation of load capacity of spur and helical gears - Part 1: Basic principles, introduction and general influence factors.
- **ISO 6336-2:2019,** Calculation of load capacity of spur and helical gears - Part 2: Calculation of surface durability (pitting).
- **ISO 6336-3:2019,** Calculation of load capacity of spur and helical gears - Part 3: Calculation of tooth bending strength.
- **UNE-EN ISO 6433:2012,** Documentación técnica de producto. Referencias de partes (ISO 6433:2012) (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en julio de 2012.).
- **UNE-EN ISO 7200:2004,** Documentación técnica de productos. Campos de datos en bloques de títulos y en cabeceras de documentos (ISO 7200:2004).
- **UNE-EN ISO 9431:2000,** Dibujos de construcción. Espacio para dibujo y texto, cuadros de rotulación en formato dibujo. (ISO 9431:1990).
- **UNE-EN ISO 11442:2006,** Documentación técnica de productos. Gestión de documentos (ISO 11442:2006).
- **UNE-EN ISO 12100:2012,** Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo. (ISO 12100:2010).
- **UNE 18004-1:1993,** Engranajes. Vocabulario y definiciones geométricas. Parte 1: definiciones generales, engranajes y pares de engranajes cilíndricos, cónicos e hipoides. (ISO 1122-1:1983).
- **UNE 18005:1984,** Engranajes cilíndricos para mecánica general y mecánica pesada. Módulos y diametrales Pitch. (ISO 54:1977).
- **UNE 18033:1984,** Notación internacional de los engranajes. Símbolos de datos geométricos. (ISO 701:1976).
- **UNE 18066:1961,** Engranajes. Rectos y helicoidales. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización).

- **UNE 157001:2014,** Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.

Partiendo del contenido de todas las normas nombradas, se obtienen las siguientes necesidades:

- Todos los documentos del proyecto técnico (i. e., índice, memoria, anexos...) deben seguir todas las normas citadas anteriormente que versen sobre la forma, desarrollo y organización de este.

- Los engranajes del mecanismo interno deben resistir las solicitaciones de tensión a las que se sometan según las normas ISO 6336-1:2019, ISO 6336-2:20 19 y ISO 6336-3:2019.

- Los engranajes del mecanismo interno deben seguir los estándares de diseño definidos en las normas UNE-EN ISO 2203:1998 (ISO 2203:1973), UNE 18004-1:1993 (ISO 1122-1:1983), UNE 18005:1984 (ISO 54:1977), UNE 180 33:1984 (ISO 701:1976), UNE 18066: 1961.

- Se debe realizar un análisis, valoración y reducción adecuada de los riesgos inherentes presentes en el diseño siguiendo la norma UNE-EN ISO 12100:2012 (ISO 12100:2010).

2.12. Necesidades medioambientales

Para definir las necesidades relacionadas con los aspectos medioambientales, se utilizarán los planteamientos seguidos en el diseño ecológico (o ecodiseño), los cuales tienen como objetivo la reducción del impacto ambiental en todo el ciclo de vida del producto, desde la fabricación y reparación de este, hasta su desechado y reciclaje.

Concretamente, se considerarán como referencia las "10 reglas de oro" del ecodiseño, planteadas por Conrad Luttropp y Jessica Lagerstedt en su artículo "EcoDesign and The Ten Golden Rules: generic advice for merging environmental aspects into product development" [11].

Dichas reglas configuran una herramienta simplificada para detectar las variables que afectan de diferente forma al medioambiente; estas no se organizan siguiendo un orden de prioridad, sino de acuerdo con el ciclo de vida del producto [11].

Para ser de verdadera utilidad al desarrollar un producto, cada regla debe ser adaptada a la propuesta considerada [11].

En este caso, se procederá a analizar a través de dichas reglas el producto de partida empleado en el QFD del "Anexo III: Estudio de marketing", la afeitadora mecánica Thorens "Riviera", de la cual se dispone en este trabajo.

Tal análisis permitirá saber cómo afecta el modelo al medio y los aspectos a mejorar, dando forma a las especificaciones que las propuestas conceptuales deberán satisfacer.

Las necesidades medioambientales consideradas, clasificadas según las "10 reglas de oro" del ecodiseño, son las siguientes:

1. Toxicidad: Se debe reducir y eliminar, en la medida de lo posible, los elementos tóxicos del producto [11].

Las necesidades relacionadas con este punto son las siguientes:

a) El modelo de afeitadora de referencia, la Thorens "Riviera", pierde líquido de lubricación del mecanismo interno por uno de los bordes no sellados de la carcasa. Dicho lubricante no es tóxico al tacto.

Sin embargo, no es conveniente que el usuario entre en contacto con él al usar la aparato ya que podría resbalársele de la mano, por lo que se debe aislar al fluido dentro del aparato.

b) Las partes metálicas y mecanismo internos parecen estar en buen estado, sin restos de óxido o similares. Las cuchillas sí presentan alguna imperfección debido al uso, que podrían herir al usuario. Por ende, estas deben ser más duraderas y ser cambiadas tras una serie de usos.

c) La carcasa del aparato está compuesta de urea-formaldehído [12], un polímero termoestable no reciclable [13], [14] y que puede expulsar formaldehído [14], compuesto químico altamente volátil y tóxico para la salud, en caso de combustión del material [15].

Por ello, los elementos del aparato deben estar compuestos de materiales que, al usarse o degradarse, no atenten contra la salud del usuario.

d) Partiendo del punto anterior, los materiales utilizados deben ser reciclables con tal de reducir los subproductos tóxicos de la explotación virgen de la materia prima.

En caso de no poder ser así, deben provocar el menor impacto al medio durante su proceso de degradación, ya sea este natural o artificial.

e) La documentación y embalaje primario de la afeitadora tienen elementos impresos, en ciertos casos, utilizando tintas de colores, de las cuales no se sabe su toxicidad al degradarse. Debido a esto y con tal de satisfacer dicho aspecto, todo elemento impreso independiente del aparato en sí debe utilizar tintas con base al agua.

2. Gestión de recursos: Se debe mejorar la eficiencia energética y de recursos consumidos en la fase de producción y transporte [11].

Las necesidades relacionadas con este punto son las siguientes:

a) Teniendo en cuenta que la mayor parte de piezas internas del producto de referencia se han podido realizar mediante procesos de prensado, los elementos de la nueva propuesta deben plantearse para que generen el menor desperdicio de materia prima (p. ej., diseño eficiente, alto grado de compacidad de piezas a troquelar en chapa).

b) Con base en esto último, se deben utilizar materiales con un alto porcentaje de reciclabilidad con tal de poder reintroducir el material sobrante en forma de nueva materia prima.

c) También, se debe evitar la duplicidad de operaciones (p. ej., troquelar todas las piezas de una sola vez en una misma lámina es más eficiente que ir una a una), optando por una fabricación con el menor número de pasos para una mayor eficiencia energética.

d) La forma ovalada del envase de la afeitadora de referencia no ocupa todo el espacio del que dispone la caja que forma el embalaje primario, lo que concluye que se debe lograr un alto grado de compacidad dentro del envase y embalajes de transporte.

e) Asimismo, se debe realizar un correcto dimensionamiento de los envíos y transporte para mayor eficiencia.

3. Peso: Se debe disminuir el peso del producto en tanto que no interfiera con otros aspectos de importancia (p. ej., flexibilidad, resistencia a impacto…) [11].

Las necesidades relacionadas con este punto son las siguientes:

a) El aparato de referencia pesa aproximadamente 470 gramos; los elementos que lo componen deben ser lo más ligeros posibles en tanto que satisfagan los valores físicos y solicitaciones de resistencia requeribles.

b) El envase está compuesto de cartón forrado con tela y polipiel e incluye una cremallera metálica.

Esta combinación hace al envase más pesado, pero más resistente a golpes e impermeable a salpicaduras.

Según esto, el envase debe utilizar materiales ligeros que lo doten de resistencia frente a la humedad y a caídas desde 1,5 metros.

c) El embalaje primario está compuesto por una caja de cartón fino y una estructura de cartón corrugado en su interior para darle rigidez.

Si el envase es lo suficientemente resistente al apilamiento con el resto de mercancía, se podrían eliminar elementos innecesarios del embalaje primario para reducir el peso.

Esto establece que el embalaje primario debe estar compuesto de un solo tipo de material, en tanto que siga protegiendo eficientemente al envase y al aparato en su interior.

4. Energía consumida: Se debe mejorar la eficiencia energética y de recursos consumidos durante su vida útil [11].

Las necesidades relacionadas con este punto son las siguientes:

a) El mecanismo interno del aparato de referencia presenta un diseño a nivel teórico eficiente en lo que respecta a almacenamiento de energía y a rendimiento (i. e., energía acumulada similar a entregada por el aparato), ambos aspectos conseguidos a través de un muelle y volante de inercia, respectivamente.

Se deduce que la mecánica interna de la nueva propuesta debe inspirarse en el sistema de almacenamiento de energía por muelle motor y en la teoría de máquinas básica del producto de referencia, con las mejoras que pueda plantear el nuevo estado de la técnica.

b) Las cuchillas parecen que son los únicos componentes que se desgastan de manera acentuada con el tiempo y uso; sin embargo, para ser sustituidas se necesitan herramientas ajenas al aparato, como un destornillador y unas pinzas.

Además, el estado de estas tras más de sesenta años (la Thorens "Riviera" se produjo entre 1954 y 1960 [16]) no es óptimo, teniendo restos de óxido.

Por ello, los elementos desechables deben ser duraderos, reciclables y fácilmente sustituibles, sin ningún tipo de herramienta salvo la propia mano del usuario.

5. Reparación y actualización: Se debe promover la reparación y actualización del producto, sobre todo en aquellos con sistemas dependientes [11] (p. ej., el aparato no funcionará correctamente con cuchillas deterioradas).

Las necesidades relacionadas con este punto son las siguientes:

a) La configuración del aparato de referencia es tal que permite el desmontaje y sustitución de cualquiera de los componentes sin mucho esfuerzo, en tanto que se tengan las herramientas adecuadas, principalmente un destornillador. La nueva propuesta debe garantizar que el usuario pueda realizar un mantenimiento sencillo del producto, aportándole a este las instrucciones e instrumentos necesarios para ello.

b) Se estima que el producto era considerado un dispositivo de lujo en su época (su precio era de £6. 19s. 6d. en la década de los 50 [17], que equivalen a unos £230 y a 270 € aproximadamente en 2022) debido, seguramente, a su

mecánica interna que se asemejaba a un reloj, lo cual planteaba que su reparación la realizara un relojero o mecánico experto.

Tras más de medio siglo, el estado de la técnica ha mejorado sustancialmente, reduciendo los costes de producción considerablemente.

Es por ello por lo que se debe plantear una reparación fácil y asequible, de forma que una persona con conocimientos fundamentales de mecánica pueda hacerla.

c) En la documentación del producto figura una garantía de un año ante cualquier defecto de fabricación a partir de la fecha de compra. Según la normativa española vigente, los bienes vendidos deben tener una garantía comercial de al menos tres años.

6. Vida útil: Se debe procurar una longeva vida útil del producto, especialmente en aquellos que generen un gran impacto una vez terminada [11].

Las necesidades relacionadas con este punto son las siguientes:

a) La afeitadora de referencia ha permanecido funcional durante un período de sesenta años, aproximadamente, sin ningún tipo de mantenimiento aparente; esto último se supone tras detectar restos de óxido en las cuchillas y una lubricación deficiente del mecanismo interno.

El aparato ha demostrado ser muy robusto al tiempo a nivel general; sin embargo, el nuevo producto debe primar la seguridad de sus componentes antes que una longeva vida útil.

b) La duración de las cuchillas debe ser de tres meses, suponiendo un uso normal de un par de veces a la semana.

c) El resto de componentes deben tener una vida útil de al menos tres años, los mismo que de garantía comercial.

d) Viendo que el producto no es totalmente estanco, tanto los elementos internos como externos deben tolerar situaciones de humedad sin degradarse ni afectar negativamente a la máquina o usuario.

e) A nivel estético, el aparato presenta el estilo externo propio de los años 50, compuesto de formas bulbosas, colores pasteles y efectos cromados.

Debido a que estas características ya están pasadas de moda, se debe escoger un estilo minimalista, atemporal y cuya combinación de colores sea discreta y uniforme.

7. Protección: Se debe invertir en materiales y tratamientos superficiales, entre otros, para reducir el mantenimiento y asegurar una longeva vida útil [11].

Las necesidades relacionadas con este punto son las siguientes:

a) La carcasa exterior de la afeitadora de referencia está formada por un polímero pulido que resiste a salpicaduras de agua, pero no al lubricante interno, el cual le ha generado manchas y ha degradado el acabado.

Por ello, los componentes exteriores deben estar compuestos de materiales e incluir tratamientos superficiales que soporten el lubricante de la maquinaria y diferentes tipos de líquidos comunes en la higiene (i. e., agua, jabones, geles, acondicionadores, aceites, pastas de dientes…).

b) El envase está forrado de piel sintética, aspecto que protege a la estructura de este y al aparato de roces y salpicaduras accidentales.

c) De esto, se concluye que los materiales utilizados en el envase deben resistir tales inclemencias exteriores.

d) La silueta del producto y sus elementos accesorios exteriores tienen acabados de bordes redondeados, aspecto que aumenta la seguridad del usuario, por lo que se debe integrar dicha característica en el producto final.

e) El sistema de aislamiento de las cuchillas es aceptable (estas están en el interior del cabezal cortante, tocando con una rejilla metálica), aunque su manejo no es tan seguro al sustituirse.

Según esto, las cuchillas y el sistema que las aísla deben permitir un rasurado apurado y un cambio de las hojas seguro con los dedos desnudos.

8. Información: Se debe prever la mejora, reparación y reciclado del producto a través de mecanismos de información que faciliten dichas tareas (p. ej., manual, marcado y etiquetado, configuración del aparato para un fácil desensamble…) [11].

Las necesidades relacionadas con este punto son las siguientes:

a) Aunque la mecánica y ensamblaje del aparato de referencia no son complejos, la falta de indicaciones de cualquier tipo, ya sean en el propio producto o en un documento en papel, han hecho el desmontaje algo tedioso al tener que intuir cómo ciertas piezas estaban unidas.

Por ende, el desensamblado y reensamblado de los componentes debe ser intuitivo, fácil de realizar y estar guiado, ya sea con indicaciones en el producto o con instrucciones en papel.

b) En relación con esto último, dentro del envase no se encontraba ningún documento que describiera pormenorizadamente el producto ni su funcionamiento, solo un papel determinando la garantía.

Debido a la peculiaridad del aparato, a este debe acompañarle un manual en papel que indique sus características técnicas, funcionamiento, mantenimiento, desensamble y garantía.

c) Ni en el envase y embalaje primario ni en los componentes del aparato estudiado, tras ser desmontado, se ha detectado ningún marcado o etiquetado que indique el tipo de materiales utilizados, la reciclabilidad de estos o dónde depositarlos una vez finalizado su ciclo de vida.

Debido a ello, se deben incluir en el nuevo producto dichas indicaciones, además de otras tales como las relativas a seguridad y peligrosidad.

9. Mezcla de materiales: Se debe incentivar la mejora, reparación y reciclado del producto utilizando un número de materiales reducido, los cuales sean simples, reciclables y que no estén aleados o mezclados con otros [11].

Las necesidades relacionadas con este punto son las siguientes:

a) Los componentes del mecanismo interno del aparato de referencia son principalmente metálicos y se pueden desensamblar fácilmente con herramientas adecuadas relativamente simples.

Sin embargo, la carcasa de plástico contiene insertos roscados de metal no extraíbles, lo que dificulta la separabilidad y reciclabilidad del conjunto.

Con base en esto, los elementos del aparato deben estar compuestos de un solo material, el cual debe ser reciclable.

En caso de tener más de un material, se debe garantizar la fácil separabilidad y reciclabilidad de estos.

b) En lo que respecta al envase, compuesto de piel, cartón y una cremallera de metal, solo serían reciclables los dos últimos tras una posible elaborada separación de los materiales. Por otra parte, el embalaje primario es completamente de cartón, el cual sí se podría reciclar.

Al igual que en el punto anterior, se debe priorizar la utilización de un solo material para cada elemento independiente al aparato.

En el caso del envase, el cual posiblemente utilice varios materiales, este debe asegurar su fácil desensamble y reciclado.

En el caso del embalaje primario, este debe estar formado por un único material, el cual debe ser completamente reciclable.

10. Elementos de unión: Se deben usar los menos elementos de unión posibles, eligiendo los más adecuados según el ciclo de vida del producto [11].

Las necesidades relacionadas con este punto son las siguientes:

a) Las carcasas de la afeitadora de referencia se unen entre sí mediante tres tornillos con cabezal plano, mientras que los elementos acoplables a ellas utilizan ejes roscados o mecanismos de encaje desmontables (pestañas o agujeros que no requieran rotura, permitiendo volver a ensamblar).

Aunque el tipo y número de uniones generan una buena combinación, se deben incluir solo elementos de unión reutilizables, ya sean separables o que formen parte de la geometría de las piezas a unir.

b) Los elementos internos del aparato se unen utilizando mecanismos de presión y de encaje desmontable, tornillos y roscas. Debido a su variedad, se debe reducir el número de métodos de unión y de uniones empleadas.

c) El envase utiliza pegamento y cosidos para obtener la forma, y una cremallera para poder cerrarse.

En caso de priorizar la reciclabilidad y separabilidad de los materiales, se deben optar por métodos que enfaticen tales aspectos. Además, el mecanismo de cierre debe solo poder abrirse cuando el usuario lo requiera.

d) La forma de paralelepípedo rectangular del embalaje primario se ha conseguido mediante el doblado y pegado del cartón. Para simplificar su producción, la estructura del nuevo embalaje primario debe formarse sin ningún tipo de adhesivo.

e) El único documento incluido en el producto es una cuartilla justificante de la garantía. Se ha observado que en modelos similares de la afeitadora se incluía un manual que explicaba su funcionamiento y mantenimiento.

Por ello, los diferentes documentos que vengan con el producto deben estar impresos en un único formato de papel doblado, sin utilizar ningún método de unión (p. ej., varias páginas cosidas por el lomo o grapadas).

2.13. Ergonomía y seguridad

Algunas de las consideraciones siguientes se han formulado a partir de los consejos y métodos de reducción de riesgos contemplados en la norma no armonizada UNE-EN ISO 12100:2012 (ISO 12100:2010), sobre seguridad de las máquinas, principios generales de diseño y evaluación y reducción de riesgos.

La forma geométrica del aparato debe permitir una posición de uso apropiada, accesibilidad de los mecanismos de accionamiento, y la máxima visibilidad por parte del usuario de zonas o elementos que puedan suponer un riesgo inherente al uso.

Igualemente, se deben evitar aristas cortantes, ángulos agudos, partes muy salientes, superficies rugosas y pinzamientos y cizalladuras provocados por las partes mecánicas.

Respecto al mecanismo interno, este debe tener limitada la fuerza de accionamiento, la velocidad de los elementos móviles y las emisiones de ruido y vibraciones a valores suficientemente bajos, de forma que se evite un peligro mecánico.

Además, este debe ser estable en todo su ciclo de vida y debe alcanzar un equilibrio estático y dinámico en los estados de encendido y apagado del aparato.

Las dimensiones del aparato deben ser las adecuadas y adaptarse a las medidas de la mano de un usuario adulto masculino, situado en el percentil 95. Los órganos de accionamiento deben estar señalizados y diseñados acorde a los parámetros de la percepción humana (i. e., fuerza y velocidad de accionamiento, tamaño…).

Tanto dichos órganos como los medios de señalización, propios o no, deben ser visibles, fácilmente comprensibles y coherentes con su efecto, permitiendo una interacción clara e inequívoca entre el usuario y el aparato.

Al ser un producto portátil, debe poder ser utilizado solo con una mano cómodamente y sin fatiga, siendo posible utilizar las dos manos en caso de mantenimiento o recarga.

Respecto a la gestión de la energía del aparato, el encendido se debe producir de forma paulatina y el apagado de forma súbita, ambos mediante los mecanismos de accionamiento; en el caso de desacoplar un componente externo, el aparato debe quedarse quieto o detenerse, según la situación, solo pudiendo volverse a iniciar al acoplarlo de nuevo e interactuar con el mecanismo de accionamiento, en ese orden.

Por otra parte, el aparato solo puede recargarse en tanto que esté en posición de apagado; al mismo tiempo, debe mantenerse estático y sin entrar en funcionamiento durante el periodo de recarga.

Respecto al cabezal cortante, este debe proteger la piel del usuario durante la utilización del aparato y al ser desacoplado, para su fácil limpieza o cambio de hojas.

El cabezal debe ser fácil de acoplar y desacoplar por el usuario, al tiempo que se debe sentir estable y bloqueado tras instalarlo. Se debe permitir el reemplazo de las hojas únicamente cuando el cabezal esté desacoplado, debiendo ser esta operación segura para el usuario.

Respecto al aislamiento de los componentes mecánicos, el compartimento interno donde se sitúen debe ser estanco en la medida de lo posible.

Respecto a la interacción del producto con el consumidor final, se debe informar al usuario sobre el funcionamiento del aparato y de los riesgos residuales aparejados.

Se deben señalizar aquellos elementos exteriores en o que permitan el movimiento, de forma adecuada, visible y entendible unívocamente.

2.14. Necesidades sobre calidad

Con el objetivo de atraer a consumidores potenciales y aumentar la confianza en el producto en su conjunto, se prestará especial atención al cumplimiento de la normativa expuesta en el Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y otras leyes complementarias.

Los artículos extraídos del real decreto mencionado se han presentado previamente en el punto "2.11. Necesidades según normativa legal" de este mismo apartado.

Con base en los artículos 11.1., 11.2., 12.1. de este documento, el producto puesto en el mercado debe ser seguro y debe informar adecuadamente de sus riesgos, los cuales deben ir marcados con indicaciones de seguridad obligatorias.

Siguiendo esto último y tal como se indica en el artículo 18.1. y 18.3., el etiquetado y presentación del producto no deben inducir a error al usuario, debiendo estar, al menos, en castellano, al comercializarse en España.

Atendiendo al artículo 18.2., el producto final y todos los elementos que le acompañen deben ser de fácil acceso y comprensión, incorporando información sobre sus características principales.

Tal como se muestra en el artículo 13.1., apartado f), se debe retirar el producto de manos del consumidor cuando este no se ajuste a los requisitos exigidos o suponga un riesgo para la salud.

En aplicación del artículo 120.1. y 127.1., se debe brindar al producto de una garantía comercial de, al menos, tres años.

Esta garantía comercial debe ser declarada en un soporte duradero, redactada en español con información esencial, y entregada al usuario en el momento de la compra, tal como establecen los artículos 127.2. y 127.3.

La garantía comercial es el mecanismo principal de apelación del usuario a la falta de conformidad que pudiera tener el producto.

Según los artículos 135., 137.1. y 137.2., dicha falta es responsabilidad del productor si el producto causa algún daño debido a defectos de fabricación o importación y, por ende, no ofrezca la seguridad esperable de un uso normal.

A la hora de la puesta en conformidad del producto, las medidas correctoras deben ser gratuitas para el usuario, en lo que se incluye gastos de envío, transporte, mano de obra o materiales.

Además, estas deben llevarse a cabo en un plazo razonable a partir del momento en el que el fabricante es informado y sin mayor inconveniente para el consumidor; estos aspectos están definidos en el artículo 118.4.

Por otra parte, según el artículo 127 bis.1., se debe garantizar un adecuado servicio técnico y repuestos durante un periodo mínimo de diez años a partir del cese de fabricación del producto.

En este caso, se deben considerar también como repuestos aquellos consumibles extraíbles (p. ej., cuchillas), los cuales sí podrán ser cobrados al usuario únicamente en caso de gasto normal de los mismos por su uso.

2.15. Necesidades del cliente

Para establecer los requerimientos y necesidades del cliente objetivo, previamente, se deberán enunciar aquellas propuestas que los encuestados han elegido masivamente en el formulario realizado en el "Anexo III: Estudio de marketing".

Las propuestas con una mayor aceptación entre los votantes son las siguientes:

- El aparato debe tener un precio entre 30 y 70 € de media, con límites situados entre los 20 y 90 €.
- El aparato debe tener un estilo y silueta con formas curvas, ergonómicas a la mano.
- El aparato debe usar colores oscuros.
- El aparato debe tener elementos auxiliares que asistan el afeitado (p. ej., espejo, set de limpieza de la afeitadora, instrucciones ilustradas…).

- El aparato debe tener múltiples funciones (p. ej., cortapelos, perfiladora…).
- El aparato debe incluir un almacenaje recio (p. ej., estuche).
- El aparato debe tener una alta reparabilidad y facilidad de desensamblado.
- El aparato debe tener alto grado de protección IP.
- El aparato debe utilizar componentes metálicos, más reciclables.
- El aparato debe tener un envase austero y funcional.
- El aparato debe utilizar componentes individuales (p. ej., pack de cuchillas separadas).
- El aparato debe almacenar la energía a largo plazo (p. ej., el dispositivo funciona con un muelle al que se le da cuerda).

Tras analizar las respuestas de la encuesta y su notoriedad individual en votos, se obtiene un cliente objetivo con un gradiente de necesidades definido de cara al producto.

Dichas necesidades han sido clasificadas según el grado de importancia para el usuario asignado en el QFD del "Anexo III: Estudio de marketing", en donde recibieron el nombre de "Qué".

Esta graduación cuantitativa se interpreta cualitativamente de la siguiente forma: muy importante = 5, importante = 4, destacable = 3, deseable = 2 y poco importante = 1.

Respecto a los aspectos más solicitados por los encuestados, se encuentran la autonomía, la facilidad de uso y la estética, elementos clave para la robustez funcional y comercial del aparato. Centrarse en dichas variables significa mejorar la capacidad del producto de realizar eficazmente las tareas asignadas.

Muy importante (5)
Autonomía basada en almacenaje de energía a largo plazo
Importante (4)
Facilidad de uso
Estética formal distinguida
Destacable (3)
Ergonomía
Portabilidad
Multifuncionalidad
Protección del producto
Protección del usuario
Alta reciclabilidad
Reducido impacto ambiental
Deseable (2)
Precio competitivo
Alta reparabilidad
Facilidad de desensamblado
Poco importante (1)
Ninguna

Tabla 1. Resumen de necesidades del cliente, clasificadas según su grado de importancia para el usuario. Fuente: Primaria.

Algunas propuestas son: introducir un sistema de almacenamiento con mayor duración, elementos auxiliares que asistan el afeitado o un envase funcional.

Junto a ello, se debe conseguir una estética formal distinguida, en la cual predominen los colores oscuros.

Las dos últimas variables comentadas se interrelacionan junto con la ergonomía, una necesidad destacable, mediante la definición de la silueta exterior, la cual debe componerse de líneas curvas adaptadas a la anatomía de la mano.

Atendiendo al resto de necesidades destacables, se encuentran la portabilidad, la multifuncionalidad, la protección del producto y del usuario, y las relacionadas con el medio ambiente.

Debido a la dependencia entre ellas, se debe procurar que las propuestas consideradas beneficien a cada aspecto equitativamente.

Hablando de posibles soluciones, la portabilidad se podría mejorar gestionando de forma eficiente el espacio disponible en el envase o estuche del producto, mientras que la multifuncionalidad se manifestaría incluyendo más funciones (p. ej., cortapelos, perfiladora…) o elementos auxiliares que asistieran al usuario durante el afeitado.

Para garantizar la integridad del producto y seguridad del usuario, la afeitadora debe integrar medidas de protección tales como un almacenaje y carcasa recios, capaces de soportar y amortiguar los golpes, o una mayor protección IP para resguardar los mecanismos internos del producto y, así, asegurar un correcto, seguro y longevo funcionamiento de la máquina.

Algunos de los aspectos medioambientales destacados por el cliente objetivo se centran en la alta reciclabilidad y en un reducido impacto ambiental.

Los problemas técnicos que incitan dichas necesidades se pueden solventar al utilizar componentes metálicos en vez de plásticos, plantear un envase austero o incluir componentes individuales desechables (p. ej., recambios de cuchillas).

Por último, como necesidades meramente deseables, se encuentran un precio competitivo, una alta reparabilidad y la facilidad de desensamblado.

Aunque el desarrollo de todos los aspectos comentados hasta ahora, que tienen un mayor grado de importancia que el coste, encarecería el producto, la materialización de las propuestas debe orientarse, aun así, hacia un precio atractivo que potencie en el ámbito comercial a la afeitadora; por ello, este debe situarse entre 30 y 70 € de media.

Del mismo modo, los elementos de alta reparabilidad y facilidad de desensamblado, con poca valoración, también deben ser incluidos en el diseño de la afeitadora, debido a su relación con las consideraciones ambientales y de seguridad destacadas previamente, las cuales, además, son requisitos primarios según el "Anexo I: Definición estratégica".

Algunas propuestas que siguen tal línea son la utilización de piezas y uniones estandarizadas o el revestimiento antihumedad de estas, evitando una reparación constante.

2.16. Necesidades según QFD

A través de los resultados obtenidos en el despliegue de la función de calidad (QFD) del "Anexo III: Estudio de marketing", se clasifican por orden de importancia las necesidades consideradas en el mismo despliegue (i. e., lista de los "Qué"), siendo expuestas estas en la tabla 2.

Tras relacionar tales necesidades con algunas de las propuestas que las satisfarían (i. e., lista de los "Cómo"), se concluye que las alternativas mejor valoradas son las planteadas a continuación, en la tabla 3.

Aquellas propuestas con una relevancia relativa entre el 15 % y el 9 % se orientan más hacia las variables técnicas, de funcionalidad y de impacto ambiental del aparato en su conjunto.

Por otro lado, aquellas alternativas situadas entre el 7 y el 5 % de relevancia se centran más en aspectos de precio, multifuncionalidad, portabilidad y protección del producto y usuario.

Las proposiciones restantes, con menos de un 4 % de aceptación, se enmarcan en los ámbitos de la multifuncionalidad, la ergonomía y la estética; aunque dichos ámbitos se han determinado como necesidades con cierto valor, las sugerencias expuestas no presentan un gran apoyo general.

A la hora de contemplar los objetivos que el producto final debe alcanzar, se establece que las necesidades de mayor consideración son aquellas que no solo presenten una

Orden de importancia	Lista de los "Qué"	Ponderación relativa (%)	Rangos relativos
1	Precio competitivo	12,327 %	Entre 13 y 8 %
2	Autonomía basada en almacenaje de energía a largo plazo	11,556 %	
3	Facilidad de uso	9,861 %	
4	Estética formal distinguida	9,245 %	
5	Alta reciclabilidad	8,320 %	
6	Reducido impacto ambiental	8,320 %	
7	Protección del producto	6,934 %	Entre 7 y 5 %
8	Protección del usuario	6,934 %	
9	Multifuncionalidad	6,163 %	
10	Ergonomía	5,547 %	
11	Portabilidad	5,547 %	
12	Alta reparabilidad	5,547 %	
13	Facilidad de desensamblado	3,698 %	< 5 %

Tabla 2. Lista de los "Qué", ordenados por orden de importancia.
Fuente: Primaria.

Orden de importancia	Lista de los "Cómo"	Ponderación relativa	Rangos relativos
1	Envase austero y funcional	14,591 %	Entre 15 y 9 %
2	Recambios individuales fácilmente reciclables	13,868 %	
3	Muelle recargable mediante llave	11,918 %	
4	Componentes metálicos	10,389 %	
5	Piezas y uniones estandarizadas	8,993 %	
6	Estuche recio	7,030 %	Entre 7 y 5 %
7	Precio entre 30 y 70 €	6,717 %	
8	Alto grado IP	6,380 %	
9	Inclusión de elementos auxiliares (p. ej., espejo, set de limpieza de afeitadora...)	5,453 %	
10	Revestimiento protector ante humedad	4,984 %	
11	Inclusión de funciones secundarias (p. ej., cortapelos, cortapatillas...)	3,708 %	Menor que 4 %
12	Silueta con formas curvas	3,479 %	
13	Utilización de colores oscuros	2,488 %	

Tabla 3. Lista de los "Cómo", ordenados por orden de importancia.
Fuente: Primaria.

mayor valoración entre ellas, sino que también estén fuertemente relacionadas con las alternativas de mayor calado anteriormente mostradas.

Según esto, se concluye que todas las necesidades (i. e., los "Qué") son importantes para el producto, solo debiendo establecer cierta jerarquía considerando la ponderación relativa y la clasificación de cada una dentro de los requisitos de diseño del "Anexo I".

Si se atiende a las propuestas de características (i. e., los "Cómo") contempladas, se ha obtenido que todas ellas son susceptibles de ser integradas en el diseño conceptual final salvo una, la referida a la inclusión de funciones secundarias.

Este último atributo es relativo a la variable de multifuncionalidad, aspecto contemplado solo como un requisito deseable en el "Anexo I: Definición estratégica".

3. Lista de especificaciones

A continuación, se expondrán las especificaciones del producto, extraídas de las necesidades descritas en el punto anterior. Dichas especificaciones se han clasificado siguiendo una tipología similar a la de las necesidades, asignándole a cada una su relevancia a ser incluida en el producto.

Este grado de relevancia divide a las especificaciones en "Requeridas", aquellas las cuales se deben satisfacer obligatoriamente, y "Deseables", que no afectan en exceso al producto si no se cumplen.

Para generar la lista de especificaciones final, se ha procedido al cribado de las necesidades comentadas.

Esto tiene como principal objetivo evitar la repetición de requerimientos en dicha lista, ya que algunas de las necesidades de las que parten estos están relacionadas con múltiples temáticas del producto.

Tras este proceso, se obtiene que la gran mayoría de necesidades planteadas han sido integradas en la lista de especificaciones final, en muchos casos, con el mismo enunciado con el que se definieron previamente.

Grado de relevancia	1. Especificaciones de fabricación (Parte 1 de 2)
	1.1. Tamaño
Requerida	Las dimensiones de la afeitadora deben ser de 120 mm de alto, 85 mm de largo y 32 mm de ancho, aproximadamente.
Requerida	Las dimensiones que definen el área ocupada por los elementos extraíbles en la cara del aparato en la que se apoyan deben ser inferiores a las de dicha cara.
Requerida	Los elementos extraíbles solo pueden sobresalir como máximo una longitud de 10 mm del cuerpo del aparato; en caso de elementos de corte, tal longitud debe ser de 15 mm; en caso de elementos plegables, tal longitud debe ser de 25 mm al desplegarse.
	1.2. Peso
Requerida	El peso del aparato, con todos los elementos extraíbles añadidos, debe ser inferior a 400 gramos.
Requerida	El peso de cada uno de los elementos extraíbles debe ser inferior a 30 gramos.
Deseable	Los elementos del aparato deben ser lo más ligeros posibles, en tanto que satisfagan los valores físicos y de resistencia requeridos.
	1.3. Medios de producción
Deseable	Los medios y procesos de fabricación utilizables son los descritos en el apartado "Viabilidad técnica" del "Anexo II: Estudio de viabilidad".
Deseable	Los elementos del aparato deben generar el menor desperdicio de materia prima en el proceso de fabricación.
Deseable	El proceso de fabricación debe evitar la duplicidad de operaciones.
Deseable	El proceso de fabricación debe estar compuesto por el menor número de pasos.
	1.4. Materiales
Requerida	Los materiales permitidos son metálicos y polímeros, excluyendo cerámicos y compuestos.
Requerida	Los materiales seleccionados deben garantizar la integridad del producto.
Requerida	Los materiales seleccionados deben resistir las cargas a las que se sometan los componentes del aparato.
Requerida	Los materiales seleccionados deben tener un gran porcentaje de reciclabilidad.
Deseable	El 90 % del peso del aparato (sin estuche ni envase) debe ser de materiales totalmente reciclable, preferentemente metales.
Deseable	Los elementos del aparato deben estar compuestos únicamente de un material al ser posible, el cual debe ser reciclable.
Requerida	Los elementos del aparato que incluyan más de un material deben garantizar una fácil separabilidad y reciclabilidad de estos.
Requerida	Los materiales seleccionados deben ser seguros para el usuario.
Deseable	Los materiales seleccionados deben provocar el menor impacto ambiental durante su degradación, natural o artificial.
Requerida	El aparato debe incluir el marcado o etiquetado que indique el tipo de material.

Tabla 4. Lista de especificaciones (Parte 1 de 7). Fuente: Primaria.

Analizando el compendio resultante, se puede apreciar que algunas de las especificaciones incluidas tratan variables relativas al producto en detalle.

Aunque este trabajo versa sobre el desarrollo de un diseño conceptual, se ha considerado interesante su añadido debido a la influencia que pueden tener sobre especificaciones de índole más conceptual.

Por ejemplo, las especificaciones de transporte (mayorista, minorista...) no se materializan en este rediseño, pero su planteamiento, a rasgos generales, en este apartado permite imaginar los requerimientos del embalaje del producto.

Por último, dicha lista de especificaciones se ha dividido y distribuido en múltiples tablas, expuestas a continuación, para una mayor claridad de lectura y búsqueda según su temática y relevancia.

Además, con los mismos propósitos, se han teñido de diferentes tonalidades las especificaciones y el grado de relevancia que las acompaña a cada una de ellas.

Concretamente, cada apartado de especificaciones recibe un color verde o azul alternativamente, intercalando, a su vez, tonos claros y oscuros de dichos colores. Respecto al grado de relevancia, si la especificación es "Requerida", es amarilla; si es "Deseable", roja.

Grado de relevancia	1. Especificaciones de fabricación (Parte 2 de 2)
	1.5. Instalación
Requerida	El aparato debe utilizar piezas y uniones estandarizadas.
Requerida	Los componentes del aparato deben ser extraíbles para su sustitución o reparación en caso de fallo.
Requerida	Los elementos extraíbles exteriores deben poder retirarse y acoplarse fácilmente con los dedos del usuario.
Requerida	Los mecanismos de únión deben ser seguros.
Requerida	Los mecanismos de unión desmontable permitidos son los que utilicen roscas normalizadas y métodos de unión macho-hembra.
Requerida	Los mecanismos de unión no desmontable permitidos son los métodos de unión por presión.
Requerida	La tornillería debe utilizar cabezal Phillips o plano.
Requerida	El aparato debe utilizar únicamente elementos de unión reutilizables, ya sean separables o que formen parte de la geometría de las piezas a unir.
Deseable	El aparato debe utilizar el menor número de métodos de unión.
Deseable	El aparato debe utilizar el menor número de uniones.
Deseable	Los documentos que vinieran con el producto deben estar impresos en un único formato de papel doblado, sin utilizar ningún metodo de únión.
	1.6. Normativa técnica, patentes y diseños de referencia
Requerida	Todos los documentos del proyecto técnico deben seguir las normas que vensen sobre la forma, desarrollo y organización de este, las cuales son: UNE-EN ISO 128:2020 (Partes 1, 2, 3 y 100), UNE-EN ISO 129-1:2019, UNE-EN ISO 216:2008, UNE 1027:1995, UNE 1028:1975, UNE-EN ISO 3098-1:2015, UNE-EN ISO 5455:1996, UNE-EN ISO 5456:2000 (Partes 1, 2, 3 y 4), UNE-EN ISO 5457:2000, UNE-EN ISO 5457:2000/A1:2010, UNE-EN ISO 6433:2012, UNE-EN ISO 7200:2004, UNE-EN ISO 9431:2000, UNE-EN ISO 11442:2006 y UNE 157001:2014.
Requerida	El rediseño del aparato debe considerar las patentes comentadas en el "Anexo IV: Especificaciones" de Paul Tournier, René François-Marie Peltereau-Villeneuve, las referidas al modelo de afeitadora "Riviera", y otras destacadas.
Requerida	La mecánica del aparato debe inspirarse en el sistema de almacenamiento de energía a largo plazo por muelle motor de la afeitadora Thorens "Riviera".
Requerida	La mecánica del aparato debe inspirarse en la teoría de máquinas básica de la afeitadora Thorens "Riviera".
Requerida	Los engranajes del mecanismo interno deben resistir a las solicitaciones de tensión a las que se sometan según las normas ISO 6336-1:2019, ISO 6336-2:2019 y ISO 6336-3:2019.
Requerida	Los engranajes del mecanismo interno deben seguir los estándares de diseño definidos en las normas UNE-EN ISO 2203:1998 (ISO 2203:1973), UNE 18004-1:1993 (ISO 1122-1:1983), UNE 18005:1984 (ISO 54:1977), UNE 18033:1984 (ISO 701:1976), UNE 18066:1961.
Requerida	Se debe realizar un análisis, valoración y reducción adecuada de los riesgos inherentes presentes en el diseño siguiendo la norma UNE-EN ISO 12100:2012 (ISO 12100:2010).

Tabla 5. Lista de especificaciones (Parte 2 de 7). Fuente: Primaria.

Grado de relevancia	
	2. Especificaciones sobre vida útil
Requerida	El aparato debe primar la seguridad de los componentes antes que una longeva vida útil.
Requerida	El aparato debe tener una expectativa máxima de vida útil igual a diez años.
Requerida	Los componentes (salvo las cuchillas) deben tener una vida útil de, al menos, tres años.
Requerida	Los componentes de corte deben durar un mínimo de tres meses aproximadamente tras haberse instalado, suponiendo un par de afeitados por semana.
	3. Especificaciones de mantenimiento
Requerida	El aparato debe tener alta reparabilidad.
Requerida	El aparato debe garantizar una reparación asequible económicamente.
Requerida	El aparato debe poder ensamblarse y desensamblarse fácilmente.
Requerida	El aparato debe garantizar que el usuario pueda realizar un mantenimiento sencillo del mismo.
Requerida	El aparato debe permitir un fácil acceso al interior para el mantenimiento de los componentes internos.
Requerida	El mecanismo interno debe ser accesible únicamente mediante herramientas de precisión.
Requerida	El mecanismo interno debe ser accesible únicamente al estar el dispositivo apagado.
Requerida	El aparato y sus componentes internos deben poder limpiarse y lubricarse cómodamente.
Deseable	El aparato debe incluir las herramientas necesarias para su mantenimiento.
	4. Especificaciones económicas
Requerida	El aparato debe tener un precio de venta al público (PVP) de 70 €, con un margen de 20 € a cada lado.
	5. Especificaciones de transporte
Requerida	Los canales de distribución permitidos deben ser las grandes superficies y los portales de venta web.
Requerida	Las grandes superficies deben tener su sistema de gestión, almacenamiento y distribución a sus tiendas.
Requerida	La mercancia adquirida por grandes superficies debe tener un correcto dimensionamiento y alta rentabilidad del transporte.
Requerida	La mercancia adquirida por grandes superficies debe ser transportada de forma segura a sus centros logísticos.
Requerida	La mercancia adquirida por grandes superficies debe ser transportada a través de los medios menos costosos a sus centros logísticos.
Requerida	Las grandes superficies deben gestionar, almacenar y distribuir a sus tiendas una vez reciban la mercancia.
Requerida	Los canales de distribución por portales de venta web permitidos pueden ser propios o ajenos a la empresa fabricante.
Requerida	Los portales de venta web deben tener recursos logísticos para gestionar, almacenar y enviar la mercancía.
Requerida	Los portales de venta web ajenos deben seguir las misma especificaciones que las grandes superficies.
Requerida	El servicio de envíos utilizado por los portales de venta web debe mostrar antecedentes de calidad.
Requerida	El servicio de envíos utilizado por los portales de venta web debe tener múltiples formas de entrega.
Requerida	El servicio de envíos utilizado por los portales de venta web debe tener envíos a domicilio.
Requerida	El servicio de envíos utilizado por los portales de venta web debe tener segundo intento de entrega.
Requerida	El servicio de envíos utilizado por los portales de venta web debe tener envíos certificados.
Requerida	El servicio de envíos utilizado por los portales de venta web debe tener seguro de envío por perdida o daño.
Requerida	El servicio de envíos utilizado por los portales de venta web debe tener certificado de entrega.
Requerida	El coste del envío y aduanas debe correr a cargo del comprador.
	6. Especificaciones de envase y embalaje (Parte 1 de 2)
Requerida	Los envases y embalajes deben cumplir la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases.
Requerida	Los envases y embalajes deben ir marcados de acuerdo con lo que, en su caso, se establezca en la normativa comunitaria (Art. 14.1., de la Ley 11/1997, de 24 de abril).
Requerida	Los envases y embalajes deben ostentar el marcado correspondiente, bien sobre el propio envase o bien en la etiqueta (Art. 14.1., de la Ley 11/1997, de 24 de abril).
Requerida	El marcado de los envases y embalajes debe ser claramente visible y fácilmente legible (Art. 14.1., de la Ley 11/1997, de 24 de abril).

Tabla 6. Lista de especificaciones (Parte 3 de 7). Fuente: Primaria.

Grado de relevancia	
	6. Especificaciones de envase y embalaje (Parte 2 de 2)
Requerida	El marcado de los envases y embalajes debe tener una persistencia y una durabilidad adecuadas, incluso una vez abiertos los envases (Art. 14.1., de la Ley 11/1997, de 24 de abril).
Requerida	El marcado de los envases y embalajes debe evitar la utilización de la leyenda “no retornable” u otro contenido similar (Art. 14.2., de la Ley 11/1997, de 24 de abril).
	6.1. Envase
Requerida	El envase debe proteger el producto al ser transportado por el usuario.
Requerida	El envase debe ser funcional.
Requerida	El envase debe ser fácil de utilizar.
Requerida	El envase debe ser fácil de transportar.
Requerida	El envase debe ser fácil de abrir.
Requerida	El envase debe poder abrirse únicamente cuando el usuario lo requiera.
Requerida	El envase debe ser compacto.
Requerida	El envase debe tener una estructura recia.
Requerida	El envase debe permitir guardar el aparato y sus complementos en el interior de forma cómoda.
Requerida	El envase debe ser austero estéticamente.
Deseable	El envase debe tener una estética formal distinguida.
Requerida	El envase debe utilizar materiales ligeros.
Deseable	El envase debe estar compuesto de un solo material, al ser posible.
Requerida	El envase debe ser reutilizable.
Requerida	El envase debe ser resistente a roces, golpes y caídas de, al menos, 1,5 metros.
Requerida	El envase debe ser impermeable.
Requerida	El envase debe ser resistente a la humedad.
Requerida	El envase debe ser resistente a salpicaduras accidentales de agua y líquidos comunes en la higiene personal (i. e., agua, jabones, geles, acondicionadores, aceites, pastas de dientes...).
Requerida	El envase debe ser fácil de desensamblar y reciclar.
Requerida	Los elementos de unión del envase deben priorizar la reciclabilidad y separabilidad de los materiales.
	6.2. Embalaje
Requerida	El embalaje debe proteger al producto, a su envase y al embalaje previo que hubiera durante el transporte de la mercancía.
Requerida	El embalaje debe ser apilable.
Requerida	El embalaje debe ser compacto.
Requerida	El embalaje debe ser resistente a golpes y roces.
Requerida	El embalaje debe ser fácilmente manejable y trasportable por medios humanos y mecánicos.
Requerida	El embalaje primario debe estar compuesto de únicamente un tipo de material, en tanto que proteja al envase y aparato en su interior.
Requerida	Los embalajes primario y secundario deben ser de materiales reciclables o reutilizables.
Deseable	El embalaje primario debe formarse sin ningún tipo de adhesivo.
Requerida	El embalaje primario debe aislar al producto hasta ser adquirido por el comprador.
Requerida	Los embalajes secundario y terciario deben ser fáciles de abrir y retirar únicamente por los operarios o vendedores minoristas del producto.
Requerida	El embalaje terciario debe ser impermeable.
Requerida	Los envases y embalajes deben venir acompañados de señales e información relativa al trato de la mercancia, reciclabilidad y características especiales propias de trales elementos.
	7. Especificaciones de documentación y señalización (Parte 1 de 2)
Requerida	El producto debe venir acompañado de la señalización de seguridad obligatoria (Art. 13.1., aparatado e), del Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre).
Requerida	El etiquetado y presentación del producto debe ser claro, riguroso y veraz, para no inducir a error al usuario (Art. 18.1., del Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre).

Tabla 7. Lista de especificaciones (Parte 4 de 7). Fuente: Primaria.

Grado de relevancia	
	7. Especificaciones de documentación y señalización (Parte 2 de 2)
Requerida	El producto debe venir acompañado de información que describa sus características esenciales, especialmente las contempladas en los apartados a), b), c), d) y f) del artículo 18.2. (Art. 18.2., del Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre).
Requerida	El producto debe venir acompañado de documentación y señalización que explique el funcionamiento y correcto uso del aparato (Art. 18.2., apartado e), del Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre).
Requerida	El etiquetado y presentación del producto debe figurar, al menos, en castellano, al ser comercializado en España (Art. 18.3., del Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre).
Requerida	Los documentos deben mostrar características técnicas reseñables del producto.
Requerida	Los documentos deben explicar los aspectos de funcionamiento, uso y reciclabilidad del aparato a través de medios pictóricos y escritos.
Requerida	Los documentos deben incluir aspectos de garantía.
Requerida	Los documentos deben incluir consejos de transporte.
Requerida	Los documentos deben incluir consejos de mantenimiento.
Requerida	Los documentos deben incluir instrucciones de desensamblado del aparato.
Requerida	Los documentos deben incluir una guía de reciclabilidad de todos sus elementos externos e internos del aparato, incluidos los que se venden con él (p. ej., manual, estuche, envase...).
Requerida	Los documentos deben ser redactados en castellano y en otros idiomas.
Requerida	Los documentos deben ser redactados con un lenguaje accesible, para el usuario no profesional.
Requerida	Los documentos deben ser redactados de forma sencilla, breve y coherente, explicando cualquier término técnico inusual.
Requerida	Los documentos deben ser redactados con una alta legibilidad visual (i. e., fuente, tamaño y color de fuente, contraste de imágenes...).
Requerida	Los documentos deben imprimirse en un formato duradero.
Requerida	Los documentos deben imprimirse en un formato acorde al tamaño final del envase y a la alta legibilidad de las letras y pictogramas.
Requerida	Los documentos deben venir acompañados de un índice o tabla de contenido.
Requerida	Los documentos deben realzar efusivamente aquella información de importacia y/o relativa a cuestiones de seguridad.
Requerida	Todo elemento impreso independiente del aparato debe utilizar tintas con base agua.
	8. Especificaciones de estética y acabado
Requerida	El producto debe tener una estética formal distinguida.
Deseable	El producto debe tener una estilo minimalista y atemporal.
Deseable	El producto debe tener una silueta compuesta por formas curvas y ergonómicas.
Deseable	El producto debe utilizar colores oscuros.
Requerida	El producto debe tener un acabado que permita que sea seguro de manejar y utilizar con las manos desnudas.
Requerida	La forma externa del producto debe estar libre de esquinas puntiagudas.
Requerida	La forma externa del producto debe tener todas las aristas un acabado redondeado.
Requerida	Las piezas externas con las que vaya a estar en contacto el usuario durante la utilización del producto deben tener un acabado suave al tacto.
Requerida	Las piezas externas con las que vaya a estar en contacto el usuario durante la utilización del producto deben cuidar la piel.
Requerida	Los componentes exteriores deben estar compuestos de materiales que soporten el lubricante de la máquina y líquidos comunes en la higiene personal (i. e., agua, jabones, geles, acondicionadores, aceites, pastas de dientes...).
Requerida	Los componentes exteriores deben incluir tratamientos superficiales que soporten el lubricante de la máquina y líquidos comunes en la higiene personal (i. e., agua, jabones, geles, acondicionadores, aceites, pastas de dientes...).
	9. Especificaciones de ergonomía y seguridad (Parte 1 de 3)
	9.1. Aspectos centrados en la ergonomía (Parte 1 de 2)
Requerida	El aparato debe ser fácil de usar.
Deseable	El aparato debe disponer de multiples funciones de corte.

Tabla 8. Lista de especificaciones (Parte 5 de 7). Fuente: Primaria.

Grado de relevancia	9. Especificaciones de ergonomía y seguridad (Parte 2 de 3)
	9.1. Aspectos centrados en la ergonomía (Parte 2 de 2)
Requerida	El aparato debe incluir elementos auxiliares que asistan el afeitado.
Requerida	El aparato debe tener alta portabilidad.
Requerida	El aparato debe poder ser utilizado únicamente con una mano cómodamente y sin fatiga.
Requerida	Las dimensiones del aparato deben adaptarse a las medidas de la mano de un usuario adulto masculino, situado en el percentil 95.
Requerida	La geometría del aparato debe ser funcional.
Requerida	La geometría del aparato debe permitir una posición de uso apropiada.
Requerida	La geometría del aparato debe permitir la máxima accesibilidad de los mecanismos de accionamiento.
Requerida	La geometría del aparato debe permitir la máxima visibilidad de aquellas zonas o elementos que puedan suponer un riesgo inherente al uso.
Requerida	La geometría del aparato debe evitar que se produzcan pinzamientos y cizalladuras provocadas por las partes mecánicas.
	9.2. Aspectos centrados en la seguridad
Requerida	El producto debe cumplir el Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos.
Requerida	El producto debe ser seguro a la hora de ponerse en el mercado (Art. 4.1. y 5.1., del Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre).
Requerida	El producto debe cumplir las disposiciones normativas de obligado cumplimiento en España que fijen los requisitos de salud y seguridad para poder ser considerado seguro (Art. 3.1. y 3.2., del Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre).
Requerida	En caso de no existir disposiciones normativas de obligado cumplimiento o que no cubran todos los riesgos del producto, se deben tener en cuenta los apartados a), b), c), d) y e) del artículo 3.3. para poder ser considerado seguro el producto (Art. 3.3., del Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre).
Requerida	El producto debe cumplir los apartados a), b) y c) del artículo 3.5. para poder ser considerado seguro (Art. 3.5., del Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre).
Requerida	El fabricante debe mantenerse informado de los riesgos que el producto pueda presentar e informar convenientemente a los distribuidores (Art. 4.3., apartado a), del Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre).
Requerida	El fabricante y distribuidor deben adoptar las medidas adecuadas para evitar los riesgos que se hayan detectado en el producto una vez se halla puesto en el mercado, comunicándolo a usuarios y comunidades autónomas afectadas (Art. 4.3., apartado b) y 6.1., del Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre).
Requerida	El distribuidor debe cumplir los requisitos de seguridad aplicables durante el almacenamiento, transporte y exposición del producto (Art. 5.2., del Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre).
	9.2.1. Seguridad mecánica
Requerida	El usuario debe poder interactuar únicamente con los elementos exteriores del aparato durante su uso.
Requerida	Se deben señalizar aquellos elementos exteriores en o que permitan el movimiento, de forma adecuada, visible y entendible unívocamente.
Requerida	Los órganos de accionamiento deben estar señalizados y diseñados acorde a los parámetros de la percepción humana (i. e., fuerza y velocidad de accionamiento, tamaño...).
Requerida	Los órganos de accionamiento y sus medios de señalización deben ser visibles, fácilmente comprensibles y coherentes con su efecto, permitiendo una interacción clara e inequívoca entre el usuario y el aparato.
Requerida	El mecanismo interno debe tener limitada la fuerza de accionamiento, velocidad de los elementos móviles y las emisiones de ruido y vibraciones a valores suficientemente bajos, de forma que se evite un peligro mecánico.
Requerida	Los componentes mecánicos internos del aparato deben situarse en un compartimento lo más estanco posible.
Requerida	El encendido del aparato se debe producir de forma paulatina mediante los órganos de accionamiento.
Requerida	El apagado del aparato se debe producir de forma súbita mediante los órganos de accionamiento.
Requerida	Al desacoplar un componente externo, el aparato debe mantenerse quieto o detenerse, según la situación.
Requerida	Al desacoplar un componente externo, el aparato debe volver a iniciarse únicamente al acoplarlo de nuevo e interactuar con el mecanismo de accionamiento, en ese orden.
Requerida	El aparato debe recargarse únicamente al estar en posición de apagado.
Requerida	El aparato debe mantenerse estático y sin entrar en funcionamiento durante el periodo de recarga.

Tabla 9. Lista de especificaciones (Parte 6 de 7). Fuente: Primaria.

Grado de relevancia	9. Especificaciones de ergonomía y seguridad (Parte 3 de 3)
	9.2.2. Protección del producto
Requerida	El aparato debe estar protegido contra polvo, agua y corrosión.
Requerida	El aparato debe funcionar adecuadamente en entornos con altos niveles de humedad en el aíre y tras exponerse a ellos.
Requerida	El aparato debe funcionar adecuadamente tras una caída de 1,5 metro del suelo.
Requerida	Las consecuencias visuales permitidas tras una caída de 1,5 metros del suelo son roces, ralladuras y deformaciones elásticas en la carcasa o elementos extraíbles exteriores del aparato.
Requerida	El aparato debe soportar adecuadamente las vibraciones generadas por su propio funcionamiento.
Requerida	El aparato debe aislar el lubricante dentro de sí mismo.
	9.2.3. Protección del usuario
Requerida	El aparato debe realizar un rasurado apurado.
Requerida	Las cuchillas del aparato deben cuidar la piel.
Requerida	Las cuchillas del aparato deben cortar el pelo eficazmente sin tirones.
Requerida	El cabezal cortante debe ser fácil de acoplar y desacoplar por el usuario con la mano.
Requerida	El cabezal cortante se debe sentir estable y bloqueado tras instalarse.
Requerida	El cabezal cortante debe proteger la piel del usuario durante la utilización del aparato y al ser desacoplado.
Requerida	El cabezal cortante debe permitir un fácil cambio de hojas.
Requerida	El cabezal cortante debe permitir el reemplazo seguro de las hojas, únicamente al estar desacoplado.
Requerida	El cabezal cortante debe permitir su fácil limpieza.
	10. Especificaciones de calidad
Requerida	El producto debe cumplir el Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y otras leyes complementarias.
Requerida	Los empresarios deben informar al usuario, por medios apropiados, de los riesgos susceptibles procedentes de una utilización previsible del producto (Art. 12.1., del Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre).
Requerida	Los empresarios deben retirar el producto del mercado y usuarios, que suponga un riesgo para la salud y seguridad de estos últimos (Art. 13.1., apartado f), del Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre).
Requerida	Los empresarios deben prestar un servicio de reparación y mantenimiento del producto (Art. 13.1., apartado h), del Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre).
Requerida	El producto debe utilizar materiales seguros para las personas (Art. 13.1., aparatado i), del Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre).
Requerida	La puesta en conformidad del producto debe ser gratuita para el usuario (Art. 118.4., apartado a), del Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre).
Requerida	La puesta en conformidad del producto debe realizarse en un plazo razonable de tiempo a partir de ser informado el empresario de la falta de conformidad (Art. 118.4., apartado b), del Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre).
Requerida	El producto debe tener una garantía comercial de, al menos, 3 años, de la cual será responsable el productor (Art. 120.1. y 127.1., del Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre).
Requerida	La declaración de garantía comercial debe ser entregada al usuario en un soporte duradero en el momento de la compra (Art. 127.2., del Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre).
Requerida	La declaración de garantía comercial debe estar redactada en castellano de manera clara y comprensible. (Art. 127.2., del Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre).
Requerida	La declaración de garantía comercial debe incluir, al menos, lo expuesto en los apartados a), b), c), d) y e) del artículo 127.3. (Art. 127.3., del Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre).
Requerida	Se debe garantizar un adecuado servicio técnico y repuestos durante mínimo 10 años a partir del cese de fabricación de producto (Art. 127. bis.1., del Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre).
Requerida	El productor debe ser responsable de los daños causados por los defectos de los productos que, respectivamente, fabrique o importe (Art. 135., 137.1. y 137.2., del Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre).
Requerida	Los consumibles extraíbles deben ser cobrado al usuario por el servicio técnico en caso de gasto normal por su propio uso.

Tabla 10. Lista de especificaciones (Parte 7 de 7). Fuente: Primaria.

4. Referencias de anexo IV

[1] Espacenet. "FR1098006A." Espacenet.com. Accedido: jun. 14, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DFR1098006A

[2] Espacenet. "FR1052570A." Espacenet.com. Accedido: jun. 14, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DFR1052570A

[3] Espacenet. "FR1067071A." Espacenet.com. Accedido: jun. 14, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DFR1067071A

[4] Espacenet. "FR64334E." Espacenet.com. Accedido: jun. 14, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DFR64334E

[5] Espacenet. "FR1091761A." Espacenet.com. Accedido: jun. 14, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DFR1091761A

[6] Espacenet. "FR68397E." Espacenet.com. Accedido: jun. 14, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DFR68397E

[7] Espacenet. "CH325570A." Espacenet.com. Accedido: jun. 14, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DCH325570A

[8] Espacenet. "FR1156351A." Espacenet.com. Accedido: jun. 14, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DFR1156351A

[9] Espacenet. "SU1194679A1." Espacenet.com. Accedido: jun. 14, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DSU1194679A1

[10] Espacenet. "CN2074230U." Espacenet.com. Accedido: jun. 14, 2023. [En línea]. Disponible en: https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DCN2074230U

[11] C. Luttropp y J. Lagerstedt, "EcoDesign and The Ten Golden Rules: generic advice for merging environmental aspects into product development," *Journal of Cleaner Production*, vol. 14, issues 15-16, pp. 1396-1408, nov. 2005, doi: 10.1016/j.jclepro.2005.11.022.

[12] Science Museum Group. "Thorens 'Riviera' clockwork dry shaver (razor)." (Blog sobre afeitadora mecánica Thorens "Riviera"). Sciencemuseumgroup.org.uk. Accedido: jun. 16, 2023. [En línea]. Disponible en: https://collection.sciencemuseumgroup.org.uk/objects/co46167

[13] Wikipedia. "Plástico termoestable." Wikipedia.org. Accedido: jun. 16, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_wVqQ

[14] Wikipedia. "Urea formaldehído." Wikipedia.org. Accedido: jun. 16, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_wVzw

[15] Wikipedia. "Formaldehído." Wikipedia.org. Accedido: jun. 16, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_wVzx

[16] The Analog Dept. "Thorens: A brief summary of the company's history, developments and product line." Theanalogdept.com. Accedido: jun. 16, 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.theanalogdept.com/thorens_history.htm

[17] Electric Shaver Museum. "Enciclopedia de patentes y marcas de afeitadoras." Pedewei.home.xs4all.nl. Accedido: jun. 16, 2023. [En línea]. Disponible en: https://pedewei.home.xs4all.nl

Anexo V

Diseño conceptual

Apartado A: Propuestas de partida

En este apartado, se expondrán y comentarán las características generales de la afeitadora de referencia y de los conceptos de producto formulados.

Primeramente, se contrastarán las especificaciones definidas con las características del producto de referencia, determinando de esta forma sus fortalezas y debilidades. Partiendo de estas, se plantearán una serie de soluciones que darán forma a las dos propuestas de producto aquí contempladas.

1. Producto de referencia

Tal como se concretó en el "Apartado B: QFD" del "Anexo III: Estudio de marketing", el modelo más susceptible a ser mejorado es la afeitadora mecánica Thorens "Riviera" de los años 50, debido a su mayor acercamiento a las tendencias y gustos de los encuestados.

En este trabajo, se ha contado con una unidad funcional, lo cual ha permitido obtener conclusiones con mayor detalle.

Aunque el estudio de sus características a través del QFD ha contribuido a la generación de la lista de especificaciones, no todas ellas cumplen tales restricciones.

Por ello, es necesario definir en detalle cada uno de los atributos del diseño de referencia, con tal de determinar qué especificaciones se satisfacen y cómo lo hacen.

1.1. Características relativas a las especificaciones de fabricación

Las dimensiones de la afeitadora mecánica de referencia Thorens "Riviera" son de 120 mm de alto, 85 mm de largo y 32 mm de ancho, aproximadamente.

Según el libro de estándares antropométricos "Las dimensiones humanas en los espacios interiores" [1], el largo de la palma de la mano (i. e., desde la muñeca hasta donde comienza la falange proximal del dedo índice) se sitúa entre los 10 y 11,8 cm, el largo de la mano (i. e., desde la muñeca hasta la punta del dedo corazón) es de entre 17,8 y 20,5 cm, y el ancho de la palma, considerando todos los dedos salvo el pulgar, está entre 8,2 y 9,6 cm; todos estos valores corresponden con los percentiles 5 y 95, respectivamente [1, p. 112].

Contrastando estas medidas con las del aparato de referencia y considerando cómo se sujeta (i. e., similar a agarrar una lata de refresco), se observa que el largo de la afeitadora es algo menor al tabulado (8,5 cm de largo de la Thorens "Riviera" < 10 cm de largo de la palma de la mano), y que la suma del largo de las dos caras más uno de los anchos (8,5 cm + 3,2 cm + 8,5 cm = 20,2 cm de perímetro de la Thorens "Riviera") está dentro del intervalo definido para el largo de la mano (17,8 cm de largo < 20,2 cm de perímetro de la Thorens "Riviera" < 20,5 cm de largo).

Dicha distribución sugiere que se escogieron tales medidas en la Thorens "Riviera" para garantizar una correcta, firme y segura sujeción. Además, el alto de esta es mayor que el ancho de la palma (12 cm de alto de la Thorens "Riviera" > 9,6 cm de ancho), lo que permite separar la zona de la cuchilla de la de sujeción.

Con base en este análisis, se concluye que estas dimensiones permiten manejar ergonómicamente y con seguridad el producto, por lo que las futuras alternativas deben tener un tamaño similar, en tanto que se conserven a rasgos generales la morfología y sujeción de la Thorens "Riviera".

Sin embargo, algunas de las medidas principales del producto de partida aumentan entre 10 y 25 mm si consideramos los elementos exteriores acoplados a ella, tales como la llave de recarga o el cabezal cortante,

los cuales generan un volumen total irregular al estar únicamente en puntos localizados del aparato, como en la parte inferior trasera o en la superior frontal, respectivamente.

Esto afecta a la ergonomía y a la facilidad de transporte de cualquier tipo, debiendo limitar las medidas de tales elementos a las que ya poseen o cambiando la morfología a plantear en el nuevo aparato.

El peso total del aparato completo se ha estimado en unos 472 gramos, teniendo las piezas externas (i. e., llave de recarga, cabezales...) entre 20 y 30 gramos cada una.

Partiendo de que dicha magnitud total afecta negativamente a la usabilidad del aparato cuanto mayor sea, y que la mayor parte de esta corresponde al mecanismo interno de metal, se establece que las propuestas deben estar por debajo de los 400 gramos, con unos elementos externos con pesos inferiores a 30 gramos cada uno.

Los tipos de material utilizados son polímero para la carcasa y metales para el mecanismo interno y elementos exteriores.

En concepto de resistencia, solo los elementos de metal han soportado el paso del tiempo, no siendo así la carcasa de plástico que muestra signos de desgaste y fragilidad ante caídas.

Atendiendo al reciclaje y al impacto ambiental del producto, aunque ninguna de las piezas incluye un marcado que indique su composición, se supone que el material de las piezas metálicas sí sería fácilmente reutilizable, generando un menor impacto al extraer menos recursos vírgenes del medio.

Caso contrario es el de la carcasa, ya que no solo es de urea-formaldehído [2], un polímero termoestable no reciclable [3], [4], sino que, además, este expulsa al incinerarse formaldehído, un compuesto químico altamente volátil y tóxico para la salud [4], [5].



Figura 1. Desensamble de la afeitadora mecánica Thorens "Riviera". Fuente: Primaria.

Otro elemento controvertido es el lubricante del interior del aparato que, aunque no se sabe su composición, se filtra por las juntas no selladas de la carcasa, pudiendo afectar al medio ambiente con tales vertidos y a la seguridad del usuario al usar la máquina.

Respecto a las características de instalación y montaje del aparato, este está formado por piezas tanto genuinas (p. ej., engranajes no normalizados) como estandarizadas (p. ej., tornillos).

Los tipos de uniones presentes en la afeitadora son aquellos basados en sistemas macho-hembra (incluidos tornillos) y en mecanismos de presión (p. ej., pestañas).

La configuración de la carcasa, formada por dos mitades unidas por tornillos, y el fácil acoplamiento de las piezas permiten una alta desensamblabilidad; sin embargo, el alto número de uniones y la variedad de estas va en detrimento de tal variable.

Otro aspecto que también le afecta es la existencia de uniones no reutilizables en caso de su ruptura, como pueden ser las pestañas de plástico.

La normativa considerada en la Thorens "Riviera" es indeterminada, debido a la escasa información que le acompañaba y que existe de ella. Aun así, en la llave de recarga del muelle figuran grabados los números de algunas de las patentes aplicadas.

Estas referencias han sido clave para encontrar otros documentos legales relacionados, estos ya comentados en el punto "2.6. Requerimientos de competencia", dentro del epígrafe "2. Descripción de necesidades" del "Anexo IV: Especificaciones".

1.2. Características relativas a las especificaciones de mantenimiento

Debido a la alta desensamblabilidad comentada anteriormente, esta otorga a la afeitadora un alto grado de reparabilidad.

Al ser la mayor parte de las piezas de metal y al utilizar uniones desmontables y/o reutilizables, se permite una fácil sustitución de los elementos averiados.

Estos aspectos posibilitan un adecuado mantenimiento general del producto, consiguiendo limpiar y lubricar de forma sencilla todos los elementos al desacoplarlos.

En el caso de la lubricación, esta puede realizarse sin desmontar el aparato, según algunos manuales, solo filtrando el aceite a través del eje móvil de las cuchillas, lo cual, al mismo tiempo, va en contra de la estanqueidad del producto y, por ende, de la protección de este y del usuario.

1.3. Características relativas a las especificaciones de ergonomía

Tal como se enunció previamente, la morfología y el tamaño del producto y sus elementos siguen unos patrones ergonómicos los cuales permiten un uso fácil y seguro de la afeitadora.

Concretamente, la carcasa y los elementos exteriores del aparato están diseñados de modo que la mano o los dedos, según el caso, se adapten sin esfuerzo a sus siluetas, las cuales presentan una tendencia circular, curva y bulbosa.



Figura 2. Afeitadora mecánica Thorens "Riviera", con estuche y manuales. Fuente: Adaptada de Google Imágenes (URL no disponible).

Además de en esto, la geometría del aparato destaca en la posición intuitiva y visible de los elementos móviles exteriores, como los botones de encendido y apagado, a un lado cada uno, y la llave de recarga, en la parte posterior del producto, lo cual aumenta la funcionalidad y alerta de sus posibles peligros al ser usados.

Aun así, tales piezas exteriores, ya sea al desplazarse dentro de la carcasa (i. e., botones) o al plegarse sobre ella (i. e., llave), pueden provocar pinzamientos involuntarios de los dedos.

El aspecto relativo a la multifuncionalidad de la afeitadora mecánica Thorens "Riviera" se resume en la capacidad de intercambiar el cabezal cortante circular, pudiendo elegir entre un rasurador plano y un cortapelos circular.

Aunque el diseño de ambos se restringe a cómo funciona el mecanismo interno, que no es más que un eje que hace girar unas cuchillas circulares, estos tienen un área de actuación muy limitada y requieren ser usados de formas o en direcciones muy concretas.

En el caso del rasurador, visible en la figura 1, debido al modo de sujeción del aparato, a su posición en él, y a que el cabezal plano debe ser apoyado perpendicularmente en la piel del usuario para poder cortar eficazmente, pueden existir zonas de la cara, tales como el mentón o el cuello, que requieran movimientos incómodos de muñeca para su afeitado o en las que, simplemente, el cabezal plano no se adapte bien a sus curvas, lo que generaría tirones.

En el caso del cortapelos circular, visible en uno de los manuales presentes en la figura 2, puede cortar vello largo en todas sus direcciones.

Sin embargo, este diseño es ineficiente ya que, en principio, el usuario corta en una dirección concreta, no en círculos como, seguramente, lo haría al rasurar.

Tampoco podría perfilar eficazmente ya que el peine de corte también es circular, y no recto como en la mayoría de las afeitadoras del mercado.

Esto muestra que la ergonomía del aparato es inconsistente, variando de calidad según el apartado tratado.

Por ejemplo, el diseño hace hincapié en una correcta sujeción, pero presta menor atención al proceso de afeitado o corte, aun siendo campos que, debido a la naturaleza del producto, están obligados a complementarse y tener el mismo nivel de detalle.

Si una afeitadora no rasura correctamente, debiendo ser además para ello anatómicamente correcta, esta pierde su propósito, convirtiéndose en un mal producto.

Para un cómodo transporte, la Thorens "Riviera" incluye un estuche de piel roja con cremallera de metal, presente en la figura 2, cuya estructura compacta se genera extruyendo el contorno frontal de la carcasa.

Sin embargo, debido a la localización de los elementos extraíbles en el aparato, existen volúmenes no ocupados y, por ende, desaprovechados dentro del almacenaje.



Figura 3. Envase de la afeitadora mecánica Thorens "Riviera". Fuente: Primaria.

Estos espacios podrían haber sido utilizados para incluir complementos que asistieran el afeitado, tales como un espejo o un cepillo para limpiar el cabezal cortante, contribuyendo a la multifuncionalidad general del producto.

Para proteger dicho estuche durante su transporte mercantil, este emplea una caja de cartón fino como embalaje primario, el cual alberga en su interior un soporte de cartón corrugado para adaptarse a las curvas del envase e inmovilizarlo.

1.4. Características relativas a las especificaciones de seguridad

1.4.1. Seguridad mecánica

Para garantizar la integridad del mecanismo interno a lo largo de toda su vida útil, la Thorens "Riviera" se asegura de que el usuario únicamente interactúe con los elementos exteriores.

Esto lo consigue aislando dicho mecanismo y todas partes móviles de importancia dentro de la carcasa o con cabezales de seguridad, empleando tornillos y pestañas a presión para que el usuario no pueda abrir el aparato manualmente, solo con las herramientas adecuadas.

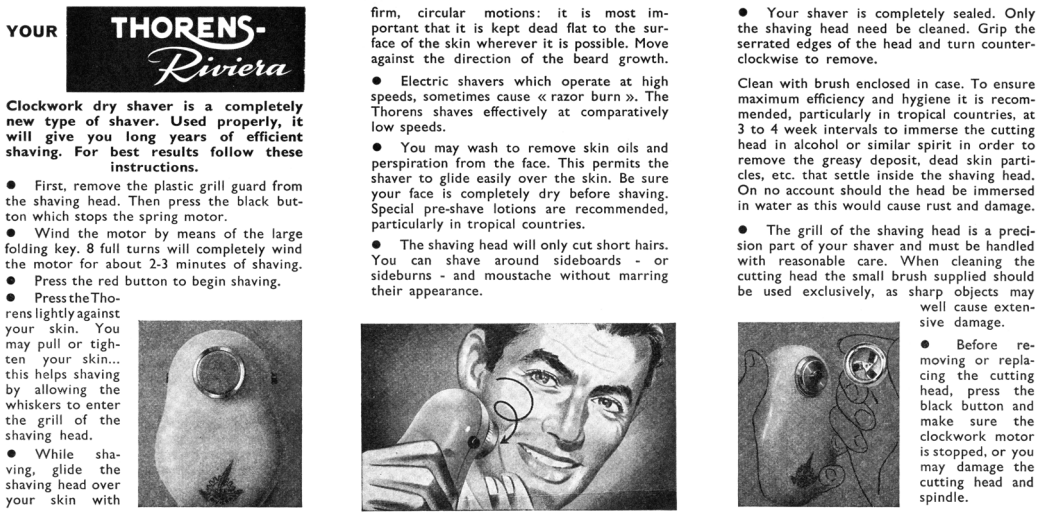
No obstante, los puntos de unión o encaje de las piezas y de la carcasa no incluyen ningún tipo de junta que asegure una mínima estanqueidad, pudiendo verse afectados los componentes mecánicos por pérdida de lubricante o entrada de contaminantes ajenos al sistema.

Otro punto que garantiza la conservación y el buen estado del interior del producto es la clara explicación de su correcto uso y funcionamiento al usuario.

En este caso, dicha tarea se satisface a través de indicaciones gráficas, presentes en el propio producto y en un manual anexo con ilustraciones. Una muestra de dichos gráficos es la utilización de un código de colores para determinar los botones de encendido (rojo) y apagado (negro).

En otros modelos de producto similares, se han encontrado más tipos de indicaciones, como flechas que indican el sentido de giro de la llave o cabezal cortante para su utilización o desmontaje.

Un aspecto considerablemente controvertido detectado es la falta de mecanismos de restricción del funcionamiento de la afeitadora al cambiar la configuración y/o estado del aparato.



YOUR THORENS-Riviera

Clockwork dry shaver is a completely new type of shaver. Used properly, it will give you long years of efficient shaving. For best results follow these instructions.

- First, remove the plastic grill guard from the shaving head. Then press the black button which stops the spring motor.
- Wind the motor by means of the large folding key. 8 full turns will completely wind the motor for about 2-3 minutes of shaving.
- Press the red button to begin shaving.
- Press the Thorens lightly against your skin. You may pull or tighten your skin... this helps shaving by allowing the whiskers to enter the grill of the shaving head.
- While shaving, glide the shaving head over your skin with firm, circular motions: it is most important that it is kept dead flat to the surface of the skin wherever it is possible. Move against the direction of the beard growth.
- Electric shavers which operate at high speeds, sometimes cause « razor burn ». The Thorens shaves effectively at comparatively low speeds.
- You may wash to remove skin oils and perspiration from the face. This permits the shaver to glide easily over the skin. Be sure your face is completely dry before shaving. Special pre-shave lotions are recommended, particularly in tropical countries.
- The shaving head will only cut short hairs. You can shave around sideboards - or sideburns - and moustache without marring their appearance.
- Your shaver is completely sealed. Only the shaving head need be cleaned. Grip the serrated edges of the head and turn counter-clockwise to remove.

Clean with brush enclosed in case. To ensure maximum efficiency and hygiene it is recommended, particularly in tropical countries, at 3 to 4 week intervals to immerse the cutting head in alcohol or similar spirit in order to remove the greasy deposit, dead skin particles, etc. that settle inside the shaving head. On no account should the head be immersed in water as this would cause rust and damage.

- The grill of the shaving head is a precision part of your shaver and must be handled with reasonable care. When cleaning the cutting head the small brush supplied should be used exclusively, as sharp objects may well cause extensive damage.
- Before removing or replacing the cutting head, press the black button and make sure the clockwork motor is stopped, or you may damage the cutting head and spindle.

Figura 4. Reverso del manual de la afeitadora mecánica Thorens "Riviera". Fuente: Primaria.

Concretamente, este no se bloquea, esté encendido o no, al retirar el cabezal cortante, ni se reinicia al estado de apagado al volverse a anclar.

Ocurre una situación parecida en el momento de la recarga del muelle, pudiendo ejecutarla con el aparato encendido sin que se bloquee o reinicie el sistema al hacerlo.

1.4.2. Protección del producto

Los materiales utilizados otorgan a la afeitadora una buena protección contra polvo, agua y corrosión, permitiendo ser limpiada y lubricada con mayor facilidad.

Sin embargo, tal como se enunció en el epígrafe anterior, la falta de aislamiento del sistema interno puede conllevar al acortamiento de su vida útil.

Considerando esto, el mecanismo interno ha soportado satisfactoriamente las inclemencias debidas a su uso durante 70 años (la Thorens "Riviera" se produjo entre 1954 y 1960 [6]).

Es reseñable como un dispositivo con características técnicas tan peculiares ha resistido a la humedad, usual en el baño, a las caídas, aun siendo la carcasa de plástico, y a las vibraciones generadas por su propio funcionamiento, todo ello sin un mantenimiento regular aparente, lo que demuestra una gran robustez del aparato.

Aun así, tras tantos años en servicio, se detectan desperfectos, tales como grietas, arañazos y descoloridos en la carcasa, al igual que pequeñas deformaciones plásticas en las piezas exteriores metálicas, seguramente, debidas a caídas del producto desde una altura considerable.

1.4.3. Protección del usuario

Los métodos que garantizan la protección del usuario durante la utilización del aparato se enfocan sobre todo en su ergonomía.

Aunque ya se han mencionado algunos de ellos, en este punto se tratará la interacción directa del usuario con las funciones comunes de la Thorens "Riviera", analizando su nivel de seguridad.

Al ser utilizado, el producto realiza un afeitado apurado, sin tirones ni cortes, gracias a la alta velocidad de giro de las cuchillas y a la fina rejilla plana que incorpora el cabezal cortante, la cual se puede tocar hasta con los dedos sin peligro mientras giran las hojas con el aparato completamente encendido.

Por desgracia, el área de corte del cabezal es reducida y su forma plana y circular no permite gran adaptabilidad, forzando al usuario a que realice, para zonas de la cara poco accesibles, movimientos incómodos de muñeca con un dispositivo de casi 500 gramos, circunstancia que aumenta el riesgo de caída de este y, por ende, de daño al consumidor durante el afeitado.

Al respecto del intercambio de funciones cortantes y a su modo de anclaje, la Thorens "Riviera" emplea un montaje en bayoneta, el cual mantiene el cabezal estable y anclado en su posición gracias a las pequeñas tolerancias de las uniones, formadas por salientes y hendiduras.

Aunque este sistema destaca por su simplicidad debido a que, tal como muestra el manual presente en la figura 4, solo hay que introducir la pieza y girarla, su principal desventaja es que, al dilatarse las piezas y uniones de metal, dichas tolerancias bloquean las uniones, no pudiendo reemplazar el cabezal ni, por lo tanto, las cuchillas internas ya gastadas.

Una vez desacoplado el cabezal cortante, este se puede limpiar fácilmente con agua. Dentro de su estructura, se encuentra un soporte interno con tres cuchillas atornilladas a él y distribuidas de forma radial, tal como se muestra en el desensamble de la figura 1. Dicho soporte está unido al cabezal a través de una arandela de seguridad interna.

El problema central de esta configuración se encuentra en el tipo de uniones empleadas ya que, sin herramientas adecuadas, el usuario no podría sacar el soporte fácilmente, requiriendo unos alicates de punta fina para retirar la arandela, ni mucho menos cambiar las hojas gastadas de este, necesitando un destornillador.

Partiendo de esto, se puede observar que el diseño de los cabezales cortantes plantea una muy baja manejabilidad a nivel mecánico, no pudiendo ser mantenidos con comodidad y seguridad por el usuario y, en consecuencia, corriendo el riesgo de ser este herido al utilizar el aparato en estado deficiente, en este caso, con unas cuchillas cuyo ciclo de vida ya habría finalizado.

1.5. Características relativas a las especificaciones de estética y acabado

1.5.1. Estética

En conjunción con su forma ergonómica y bulbosa, la afeitadora muestra una estética propia de los años 50, en la que destacan los elementos cromados, como el cabezal cortante o la llave de recarga, y los colores pastel claros.

El estilo presente en la Thorens "Riviera" se sitúa entre el "Styling", movimiento nacido en Estados Unidos tras la Gran Depresión de 1929 [7, pp. 380-381], y el "Borax", la evolución de este tras la Segunda Guerra Mundial a partir de la década de 1950 [7, p. 396].

El "Styling" americano se apoya en los estudios aerodinámicos realizados en el sector de la aviación a principios de los 30 y en el "Streamline", vocablo inglés que tomaba a la gota de agua como ideal de mínima resistencia ante el entorno [7, pp. 382-383].

Ambos conceptos fueron utilizados para aumentar la demanda tras la Gran Depresión de 1929, apelando al aspecto de los productos, publicitados sonoramente como en la figura 6, más que a su propia funcionalidad [7, p. 381], incluso aunque el primero también pudiera beneficiar al segundo a través de la ergonomía en ciertos contextos, como en el sector de la automoción.

De esta forma, los diseños de productos realizados durante los años 30 destacaron por sus cantos romos y superficies lisas, suaves y relucientes, características que transmitían velocidad y eficiencia y, por extensión, llamaban a la modernidad y al progreso [7, pp. 382-383].

Durante tal periodo de "estilización", también hubo un gran avance en el estado del arte de los materiales y medios de producción, los cuales permitieron, además de ventajas visuales, una mayor usabilidad, limpieza, seguridad para el usuario y precios competitivos de los productos [7, pp. 388-389], todo en consonancia con el auge del capitalismo y el nuevo modelo consumista estadounidense.

Ejemplos expresos de dicha tendencia se encuentran en esta misma afeitadora, la cual tiene una carcasa de plástico moldeado, material y proceso muy utilizados por su gran versatilidad ya que permitían crear piezas de múltiples formas (sobre todo, curvilíneas) y colores, que no necesitaban un mantenimiento continuo.



Figura 5. Afeitadora mecánica en seco Thorens "Riviera". Fuente: Adaptada de Google Imágenes (URL no disponible).

Lo mismo ocurre con sus elementos cromados, tratamiento superficial muy empleado en la época y del que se obtenían ventajas tanto decorativas como de protección del metal de la oxidación y de los elementos [7, pp. 388-389].

Aunque Europa adoptó este estilo a finales de los años 30 [7, p. 380], su presencia se limitó al transporte y a la experimentación, la cual destacó en los regímenes totalitarios del momento que instrumentalizaron políticamente la tendencia aerodinámica, junto a otros estilos del momento [7, p. 390].



Figura 6. Anuncio de afeitadora mecánica "Riviera" (1955). Fuente: Primaria; adaptada de [8].

Tras la Segunda Guerra Mundial, las empresas estadounidenses continuaron explotando la idea del "Streamline" hasta el exceso, mientras que Europa miraba hacia propuestas más austeras [7, p. 396].

Durante la decada de los 20, el término "Borax" describía aquel mobiliario barato y sin gusto; tras la imposición del "Styling" en los años 30, "Borax" pasó a ser un concepto vago de la idea de "Streamline", apelando por un modernismo llamativo y bulboso sin relación con la aerodinámica [9].

El "Borax" (o "Streamline" de los años 50) se centraba en el contraste de colores (esencialmente, mezclas bitonales) y en los acabados del producto, los cuales, normalmente, presentaban una imagen de falso lujo; un ejemplo de ello fue la inclusión de adornos y molduras de plástico imitando a metal [7, p. 397].

Los productos fabricados durante la década de los 50 presentaban modelos extravagantes con simbología fuera de contexto, como alerones sobredimensionados o iconografía relacionada con la carrera espacial en automóviles [7, p. 397].

Aunque, a priori, la afeitadora no plantea una estética "Borax" al no mostrar un diseño estrafalario ni "barato" constructivamente, sino más cercana al "Styling" y "Streamline" de los años 30, está claro que la fecha y lugar en la que se produjo el aparato (i. e., Europa [8], mediados de los 50 [6]) lo sitúan, al menos, dentro de los últimos estertores del aerodinamismo primigenio, antes de pasar a una dinámica "Borax".

A nivel de estética, es obvio que dichos estilos ya han pasado de moda, es por ello por lo que se debe enfocar el futuro diseño hacia los nuevos paradigmas que actualmente figuran en los productos, orientados más a la funcionalidad, a la ergonomía y al minimalismo de estos.

1.5.2. Acabado

Respecto al acabado del aparato, gracias a su fisonomía redondeada y libre de esquinas puntiagudas, se puede manejar cómodamente y de forma segura con las manos desnudas. Los materiales y tratamientos superficiales utilizados permiten que las diferentes piezas tengan un acabado suave sin asperezas salientes.

En el caso del cabezal cortante y la llave de recarga, su cromado le otorga un tacto cómodo al interactuar con el usuario y protege al metal de corrosión.

En el caso de la carcasa, el moldeo del plástico consigue una superficie completamente lisa, hecho que, aunque puede ser del agrado del consumidor al sujetar el aparato, este se le puede resbalar al no tener suficiente adherencia, circunstancia probable teniendo en cuenta el posible lugar de uso de la afeitadora, el baño, con un alto nivel de humedad y líquidos de higiene grasos.

Hablando de este último aspecto, tanto las piezas exteriores del aparato como la carcasa han resistido satisfactoriamente a líquidos de higiene comunes, como son geles, aceites o pastas dentales.

Sin embargo, se ha detectado que el plástico de la carcasa está tintado en ciertas zonas debido a filtración del lubricante interno por las juntas, haciendo este una acción erosiva en el material.

2. Primera propuesta conceptual

Una vez analizado el producto de referencia, se plantearán una serie de ideas iniciales, que corrijan las debilidades encontradas y satisfagan en mejor medida las especificaciones marcadas.

Tras organizar y pulir tales ideas, se definirá la primera propuesta conceptual con las soluciones encontradas.

2.1. Características relativas a las especificaciones de fabricación

Tal como se concluyó al contrastar las dimensiones de la Thorens "Riviera" con las correspondientes a percentiles poblacionales, la nueva propuesta debe tener un tamaño similar en caso de que conserve en gran medida su geometría y sujeción.

Aunque la primera idea de carcasa, presente en la figura 7, se aleja bastante de la referencia en cuestiones ergonómicas al centrarse más en sus funciones (p. ej., al definir los nuevos cabezales cortantes), una mejor integración de estas en un diseño posterior, visible en la figura 10, ha permitido generar un planteamiento más cercano a la Thorens "Riviera", con una morfología más compacta y regular en volúmenes, lo cual permite una sujeción firme y cómoda, junto a una mayor facilidad de transporte.

Respecto al peso del aparato, al depender en su mayoría del interior metálico de la máquina, se ha decidido reducirlo hasta estar por debajo de los 400 gramos, además de mantener los elementos externos a menos de 30 gramos cada uno, todo con tal de aumentar la usabilidad del dispositivo.

Algunas formas de lograr tales especificaciones son a través de un estudio de materiales, con tal de elegir aquellos más ligeros, o reduciendo el material sobrante de las piezas, en tanto que sigan soportando las solicitaciones a las que se les someta (relativas a límite elástico y de rotura, resistencia a fatiga…).

Los tipos de materiales utilizados, a priori, son los mismos que en la Thorens "Riviera": polímeros y metales; sin embargo, la evolución en este campo y la necesaria mejora de algunas piezas hacen que estas deban cambiar su composición.

En esta propuesta, la carcasa, el cabezal cortante y el botón de encendido serán de polímero ABS, un termoplástico con gran resistencia al impacto [10], mientras que el mecanismo interno y la llave de recarga serán de metales más ligeros, pero igual de resistentes, que los utilizados en la afeitadora de referencia.

Atendiendo al reciclaje y al impacto ambiental del producto, todas las piezas deben ir marcadas según el tipo de material para su fácil clasificación y tratamiento.

En el caso de las piezas metálicas, estas estarán compuestas de un solo material, permitiendo su recuperación sin impurezas y, de esta forma, empleando menos recursos vírgenes al reintroducirlos en un proceso productivo.

En el caso de las piezas de ABS, su material podrá ser reutilizado debido a que es un termoplástico, por lo que puede ser fundido y conformado varias veces [11].

Respecto a las características de instalación y montaje del aparato, este empleará piezas estandarizadas (en su mayoría, tornillos) y elementos diseñados siguiendo los métodos normalizados que se estimen (p. ej., engranajes basados en la ISO 6336 o en estándares similares).

Los tipos de uniones considerados son los mismo que en la Thorens "Riviera", es decir, aquellos basados en sistemas macho-hembra (incluidos tornillos) y en mecanismos de presión (p. ej., pestañas).

La carcasa está formada por un cuerpo de un solo módulo, el cual permite introducir el mecanismo interno por el orificio superior de la afeitadora, normalmente ocupado por el cabezal cortante.

Este planteamiento habilita la reducción del número y tipo de uniones, además de una alta desensamblabilidad ya que solo se necesita desacoplar el cabezal para sacar el interior del aparato.

Respecto a este último aspecto, el cabezal cortante utiliza dos pestañas, una a cada lado, para anclarse a la carcasa, pudiendo retirarse al hacer presión sobre ellas y tirando del cabezal con ayuda de dos pulsadores, situados encima de dichas pestañas.

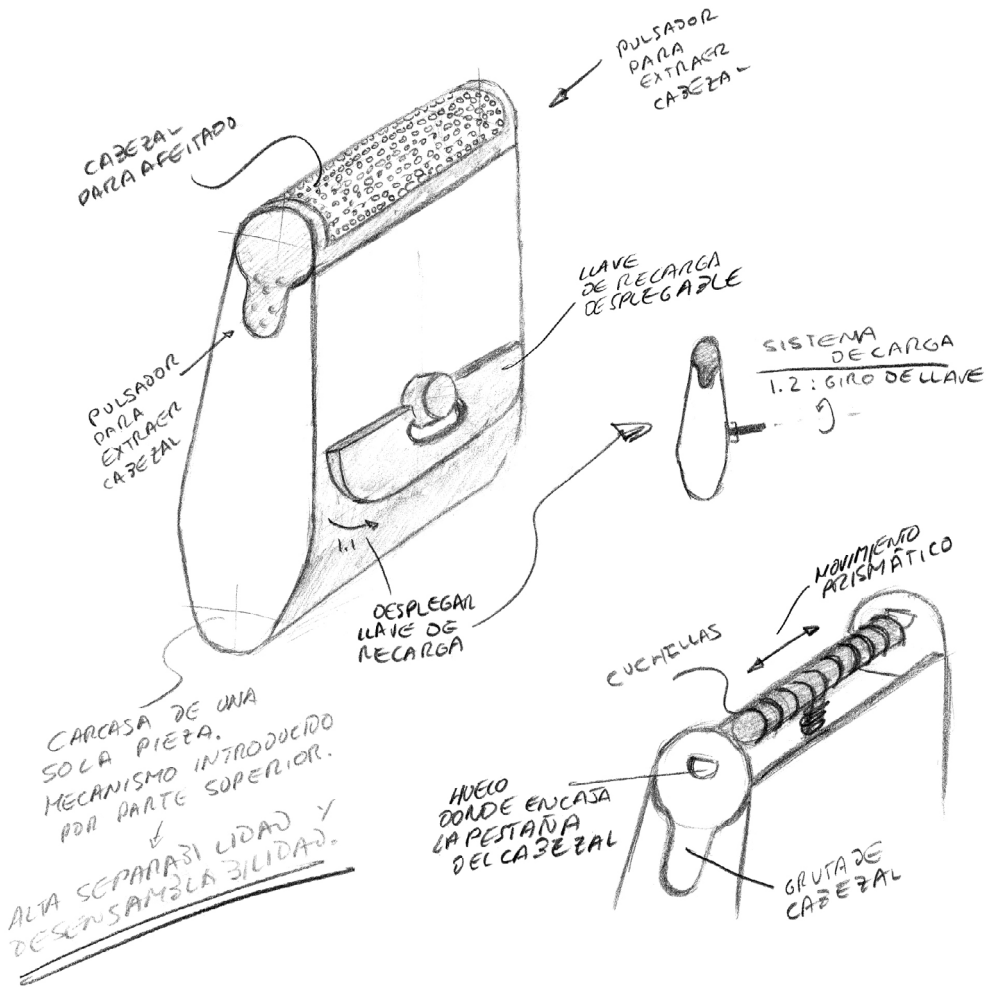


Figura 7. Boceto inicial de la primera propuesta conceptual, mostrando el cabezal rasurador. Fuente: Primaria.

Tanto esta acción como la contraria, aun menos compleja al solo tener que colocar el cabezal sobre las grutas de la carcasa, únicamente requieren del uso de los dedos índice y pulgar, manifestando una gran facilidad de acoplamiento de los elementos principales de la afeitadora.

Sin embargo, la inclusión de pestañas en un componente de plástico puede derivar en problemas de fatiga y, tras tiempo de uso, de ruptura de unas uniones no reutilizables, quedando la afeitadora inservible al no poder anclar el cabezal cortante.

La normativa aplicable en esta propuesta se compone a rasgos generales de Reales Decretos de ámbito general y normas no armonizadas, habiéndose incorporado todo ello detalladamente en las especificaciones del producto presentes en el "Anexo IV: Especificaciones".

Aunque en ciertos ámbitos del diseño de la afeitadora no existe legalidad o normas armonizadas concretas, el Artículo 3.3., del Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos, prevé dicha circunstancia, afirmando lo siguiente:

- *Cuando no exista disposición normativa de obligado cumplimiento aplicable o ésta no cubra todos los riesgos o categorías de riesgos del producto, para evaluar su seguridad, garantizando siempre el nivel de seguridad que los consumidores pueden esperar razonablemente, se tendrán en cuenta los siguientes elementos:*

  a) Normas técnicas nacionales que sean transposición de normas europeas no armonizadas.

  b) Normas UNE.

  c) Las recomendaciones de la Comisión Europea que establezcan directrices sobre la evaluación de la seguridad de los productos.

  d) Los códigos de buenas prácticas en materia de seguridad de los productos que estén en vigor en el sector, especialmente cuando en su elaboración y aprobación hayan participado los consumidores y la Administración pública.

  e) El estado actual de los conocimientos y de la técnica. (Artículo 3. Evaluación de la seguridad de un producto. Punto 3.)

De lo expuesto previamente se extrae que, en caso de falta de normativa que no contemple todas las variables de riesgo en un producto, se procederá a valorar la transposición de normas europeas no armonizadas, normas nacionales, la buena praxis de la industria y el actual estado del arte y de la técnica contemporánea.

Partiendo de ello y tal como se indica en las especificaciones, los engranajes del mecanismo interno deben resistir las solicitaciones de tensión a las que se les sometan según las normas ISO 6336-1:2019, ISO 6336-2:2019 y ISO 6336-3:2019.

Además, estos deben seguir los estándares de diseño definidos en las normas UNE-EN ISO 2203:1998 (ISO 2203:1973), UNE 18004-1:1993 (ISO 1122-1:1983), UNE 180 05:1984 (ISO 54:1977), UNE 18033:1984 (ISO 701:1976), UNE 18066:1961.

Respecto a la seguridad del producto, se realizará una valoración y reducción sopesada de los riesgos inherentes presentes en esta propuesta según la norma UNE-EN ISO 12100:2012 (ISO 12100:2010).

2.2. Características relativas a las especificaciones de mantenimiento

La estructura basada en un solo módulo y pocas uniones también otorga una alta reparabilidad debido a la facilidad de extracción del mecanismo interno, una vez retirado el cabezal cortante.

Junto a ello, la hegemonía de las piezas metálicas y de las uniones accesibles permite un fácil reemplazo y tratamiento de los elementos dañados. Todos estos aspectos habilitan un mantenimiento general de mayor calidad que el visto en la afeitadora mecánica de referencia Thorens "Riviera".

En esta, se necesitaba retirar un mayor número de uniones para poder realizar una limpieza adecuada, no siendo así en la propuesta actual, en la que solo se debe quitar el cabezal cortante para acceder al interior. A la hora de lubricar la maquinaria interna, se practica la misma acción.

Aunque este método es menos práctico que introducir el aceite desde el exterior a través del eje móvil de las cuchillas, como ocurría en la Thorens "Riviera", la inclusión de juntas sellantes entre las piezas mejora la estanqueidad de la máquina, aumentando la seguridad de esta y del usuario, además de su vida útil.

2.3. Características relativas a las especificaciones de ergonomía

Tal como fue expuesto en el punto "2.1. Características relativas a las especificaciones de fabricación" de esta propuesta, el primer boceto está orientado a las funciones internas y al cambio de configuración del cabezal cortante, al tiempo que el segundo se centra más en la comodidad y seguridad de la afeitadora.

Atendiendo al primer boceto, presente en la figura 7, este opta por un cabezal cortante longitudinal con un movimiento prismático de las cuchillas.

Estas están acopladas en hilera y en dirección perpendicular al desplazamiento sobre un soporte situado dentro del cabezal cortante que, junto a la rejilla incorporada en este último, permite una alta cadencia de cortes simultáneos por ciclo de rasurado (i. e., cuando el soporte vuelve a su posición inicial tras moverse prismáticamente).

Dicho soporte para cuchillas se mantiene dentro del cabezal cortante mediante dos pestañas interiores, las cuales ceden fácilmente a la hora de extraerlo o introducirlo, solo debiendo tirar o empujar del extremo sin hojas del soporte con los dedos ligeramente, respectivamente.

Dicho movimiento prismático se consigue gracias al giro de un eje descentrado, del cual se aprovecha uno de sus desplazamientos senoidales para crear el vaivén del soporte y, por lo tanto, el movimiento de corte de las hojas incrustadas en él.

Este eje se sitúa en uno de los componentes internos del mecanismo, el volante de inercia, el cual almacena energía cinética para que las hojas corten los pelos de forma rápida y eficaz.

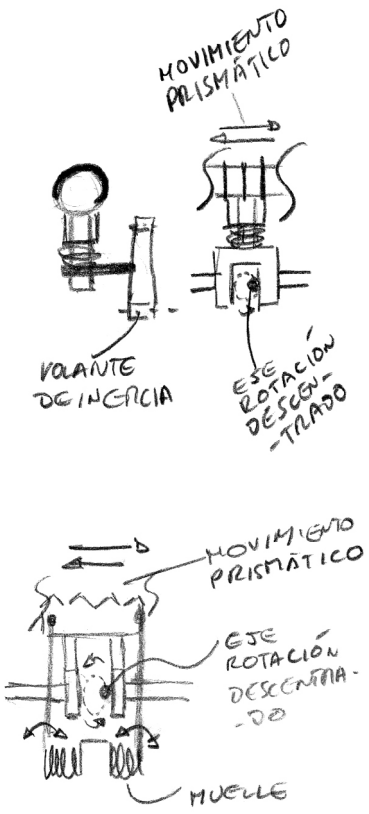


Figura 8. Boceto ilustrativo del desplazamiento de las cuchillas: en el cabezal rasurador (arriba) y perfilador (abajo). Fuente: Primaria.

La multifuncionalidad de esta propuesta se centra en el intercambio de cabezales, como en la afeitadora de referencia, disponiendo nuevamente de un rasurador y de un cortapelos (empleable también como perfilador debido a su nueva forma).

Al eliminar la configuración circular que presentaban estos en la afeitadora mecánica de referencia Thorens "Riviera", se han podido resolver algunos de sus inconvenientes más notorios.

Concretamente, el nuevo cabezal rasurador presenta una mayor eficiencia de corte al aumentar el área de rasurado y su accesibilidad. Respecto a la última variable, el cambio de posición del cabezal y la incorporación de una rejilla curva han permitido una sujeción más cómoda y segura de la afeitadora.

Gracias a estas modificaciones, se evitan movimientos incómodos de muñeca al rasurar, y se consigue una mayor adaptación del cabezal a las irregularidades de la cara, contribuyendo ambos aspectos a la reducción de tirones.

En el caso del cortapelos/perfilador, no solo se mejora la accesibilidad ya comentada sino también la usabilidad, optando por un peine recto como en la mayoría de las alternativas del mercado.

Esta estructura, al contrario que la de la afeitadora de referencia, transmite un uso más intuitivo al solo cortar en una dirección y sobre una línea recta, aspecto que permite además perfilar eficazmente.

Otro elemento a destacar de los cabezales es su nuevo sistema de anclado basado en pulsadores, el cual posibilita una mayor comodidad al retirarlos, afectando positivamente a la funcionalidad y usabilidad de la afeitadora.

Atendiendo al segundo boceto, el cual será la propuesta final primera, este muestra una carcasa más ergonómica que la primera supuesta, orientando sus líneas hacia la manejabilidad del aparato y la estandarización de las medidas, las cuales corresponden con las una mano adulta en el percentil poblacional 95.

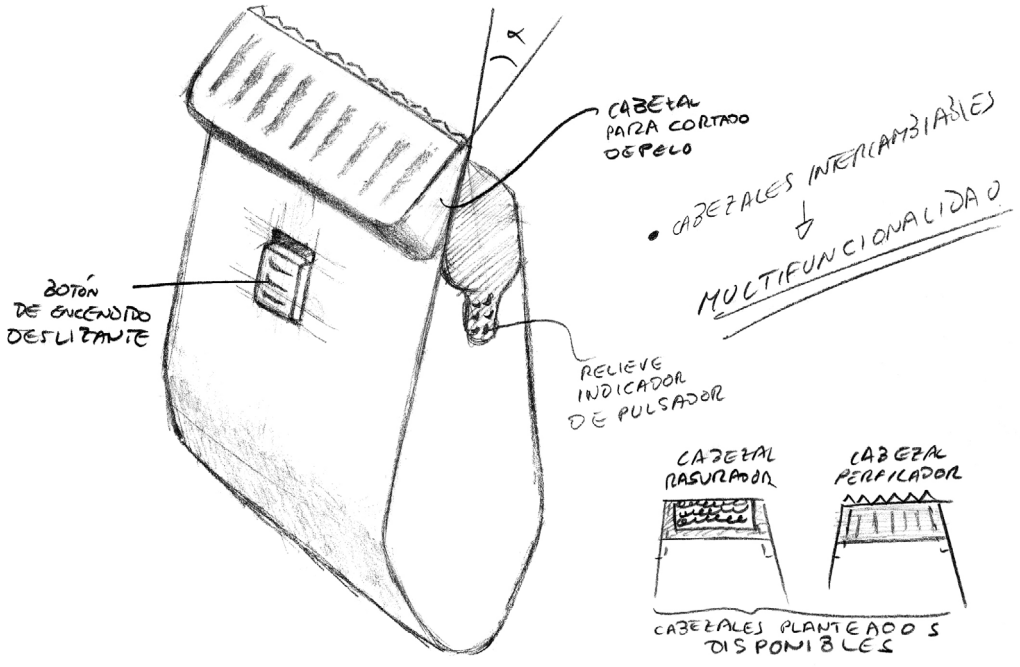


Figura 9. Boceto inicial de la primera propuesta conceptual, mostrando el cabezal perfilador. Fuente: Primaria.

La geometría de esta propuesta se caracteriza por plantear una figura más compacta y sencilla en volúmenes, mezclando planos con curvilíneas y perfiles redondeados, y con una disposición intuitiva de los elementos exteriores que los hacen accesibles y notorios a la vista, sobre todo, en lo que respecta a seguridad del usuario.

En relación con la funcionalidad y la prevención de riesgos, una de las mejoras contempladas es el redimensionamiento de los pulsadores de los cabezales cortantes, aspecto que ha permitido un relieve más denso (en contraste con el del primer boceto) para una mayor adherencia de los dedos.

Otro avance de gran notoriedad a este respecto es el cambio de tipo y posición del botón de encendido (pasa de pulsador, como en la Thorens "Riviera", a deslizante con relieves en su superficie), asegurando una correcta y firme sujeción del aparato al estar encendido.

Dicha sujeción se supone así si se apoya el pulgar en el botón y el resto de dedos en la parte posterior de la carcasa, por encima de donde se sitúa la llave de recarga.

Aunque esta alternativa será la propuesta final primera, sus puntos negativos se detectan precisamente en la falta de ergonomía de los elementos exteriores (extraíbles o no) comentados hasta ahora, los cuales se apoyan en relieves para poder ser manipulados cómodamente en vez de utilizar su propia forma, como en la Thorens "Riviera", la cual otorga más seguridad de agarre.

Además, algunas piezas siguen pudiendo generar pinzamiento de dedos al desplazarse, como ocurre con la llave de recarga.

Respecto a la portabilidad, se incluye un estuche rectangular de plástico y espuma, materiales ligeros que acentúan una estructura recia y resistente a golpes, roces, líquidos de higiene y humedad.

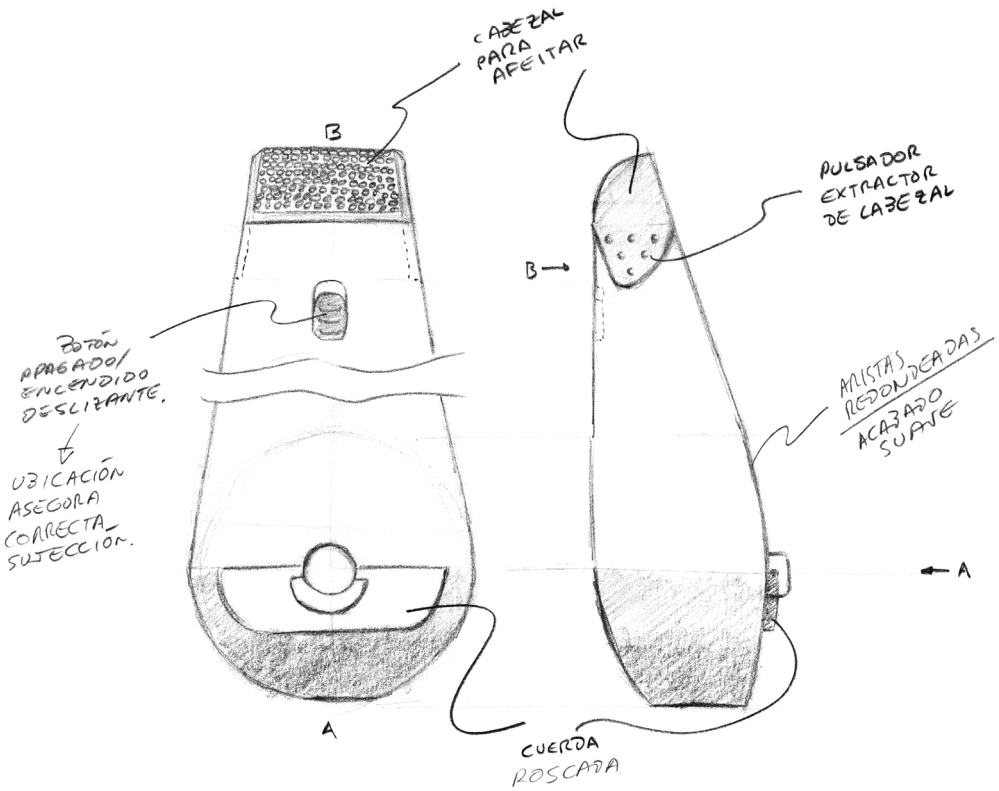


Figura 10. Boceto final de la primera propuesta conceptual, mostrando el cabezal rasurador. Fuente: Primaria.

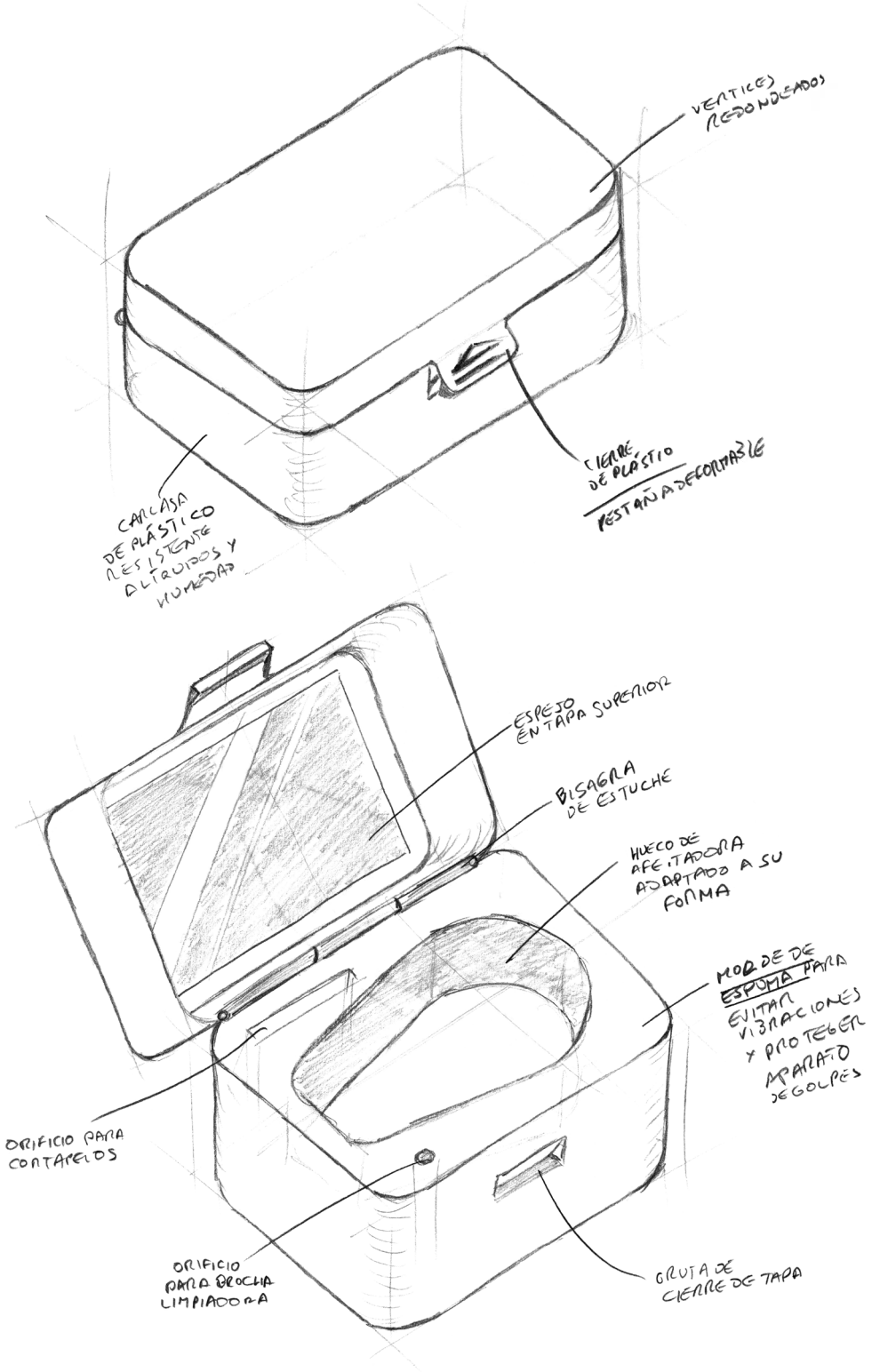


Figura 11. Boceto del envase (estuche) de la primera propuesta conceptual. Fuente: Primaria.

Este está compuesto por dos carcasas de polímero, unidas mediante una bisagra y un broche de cierre, y un molde de espuma situado en el interior de una de ellas.

El sistema de cierre está formado por un broche de plástico deformable elásticamente, el cual se ancla a una gruta dispuesta en el exterior de la carcasa contraria, evitando uniones más complejas.

El número reducido de componentes y el tipo de uniones empleadas garantizan una alta desensamblabilidad y separabilidad de los materiales.

El diseño del envase presenta una estética austera, centrándose en la funcionalidad, usabilidad y facilidad de transporte.

Gracias a su tamaño, el molde de espuma interno permite asegurar en sus grutas tanto el aparato como el cortapelos extraído, y una brocha para limpiar los cabezales.

Otro elemento auxiliar incluido es un espejo, situado en el interior de la segunda carcasa. Como contrapartida, el estuche no es excesivamente compacto debido a su forma rectangular.

Para aprovechar la forma y resistencia del envase, el embalaje primario está constituido únicamente por una tira de cartón que rodea al estuche, ocultando el broche de cierre ya comentado para evitar ser abierto durante su transporte mercantil o antes de la venta del producto al consumidor final.

De esta forma, esta configuración garantiza que el producto siga siendo apilable, compacto y manejable, sobre todo durante su transporte mercantil.

Aparte, dicha tira emplea pestañas en vez de adhesivo para cerrarse, enfatizando la reciclabilidad, y muestra en su superficie toda la información de rigor relacionada con el producto.

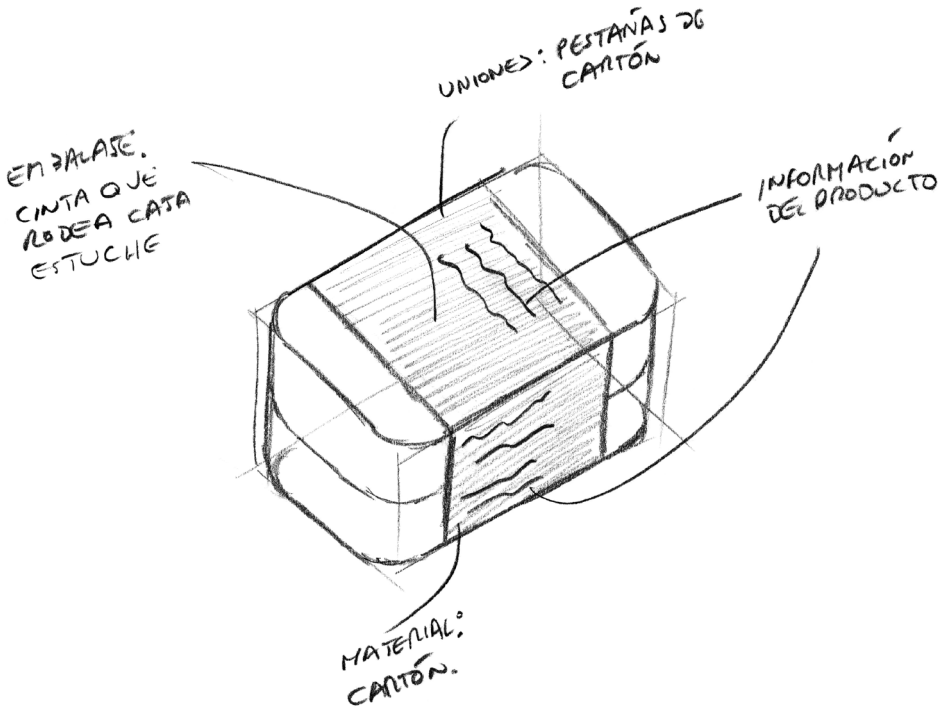


Figura 12. Boceto del embalaje primario (caja) de la primera propuesta conceptual. Fuente: Primaria.

2.4. Características relativas a las especificaciones de seguridad

2.4.1. Seguridad mecánica

Al igual que en la afeitadora de referencia, la integridad de la máquina se consigue aislando sus componentes mecánicos del exterior y del usuario.

En este caso, no solo se utilizan uniones únicamente desmontables con herramientas concretas, evitando que el consumidor abra el aparato con las manos, sino que, además, se incluyen entre las piezas juntas sellantes que garantizan cierta estanqueidad, lo que aumenta la vida útil del aparato al no entrar su interior en contacto con contaminantes ajenos.

Esta propuesta también considera el correcto uso de la máquina influyente en su buen estado, por lo que se ha optado por una serie de indicaciones gráficas dirigidas al usuario a tal efecto.

Algunas de ellas son la utilización de un código de colores (p. ej., verde para indicar "encendido" y rojo para indicar "apagado") situado detrás del botón deslizante de encendido, de forma que al desplazarlo se muestre el estado, y la introducción de flechas y relieves indicadores de dirección de giro o agarre, sobre todo en el cabezal cortante y en la llave de recarga.

Aun así, para que no exista ambigüedad alguna, se incluirá un manual ilustrado para aclarar las posibles dudas que el usuario tenga sobre el empleo y mantenimiento de la afeitadora.

Respecto a las restricciones de funcionamiento de la afeitadora, se integra un sistema el cual bloquea o para, según la circunstancia del momento, la afeitadora completamente, en caso de que la configuración idónea de uso se modifique a una que pueda generar algún daño, ya sea al mecanismo interno o al usuario.

Concretamente, el aparato se bloqueará, estuviera en modo encendido o no, al retirar el cabezal cortante, y se reiniciará al estado de apagado al volverse a anclar.

Ocurrirá algo similar en el momento de la recarga, bloqueando el sistema, encendido o no, al girar la llave, y reiniciándolo al estado apagado tras dejar de hacerlo.

2.4.2. Protección del producto

Los tipos de materiales seleccionados son los mismos utilizados en la Thorens "Riviera", por lo que ya se obtiene una buena protección contra polvo, agua y corrosión de las superficies.

Aun así, la evolución de los materiales ha permitido que se empleen aquellos con mayores prestaciones en estos y otros campos.

Un ejemplo de ello es la carcasa del aparato, que ha pasado de ser de polímero termoestable (urea-formaldehído) a termoplástico (ABS).

Este cambio ha proporcionado a la estructura de la afeitadora mayor resistencia frente a caídas (límite de rotura de la urea-formaldehído y el ABS: 30 MPa y 41 MPa, respectivamente), una mayor flexibilidad (módulo de Young de la urea-formaldehído y el ABS: 9 GPa y 2 GPa, respectivamente), y mayor ligereza (densidad relativa de la urea-formaldehído y el ABS: 1,5 y 1,1, respectivamente) [12], [13].

Además, el ABS muestra una durabilidad en entornos marinos excelente, de lo que se extrae un gran aguante de la humedad; por contra, no soporta bien la radiación UV (p. ej., la solar) [14].

Otra aspecto destacable es la incorporación de juntas sellantes entre las piezas (sobre todo, entre los orificios de la carcasa) con tal de asegurar un mayor aislamiento del mecanismo interno y, por ende, la integridad del producto.

Aunque la carcasa externa solo está formada de un módulo, la presencia de elementos amortiguadores, como dichas juntas, entre los componentes externos acoplados hace que se reduzca significativamente la transmisión de vibraciones, producidas al estar la máquina encendida, obteniendo una afeitadora más robusta en sus uniones al ser más difícil su desconexión o desenroscado debido a este fenómeno.

2.4.3. Protección del usuario

Los medios que garantizan la seguridad del usuario en esta propuesta se centran en la resolución de los problemas que la Thorens "Riviera" tenía, sobre todo, a nivel ergonómico y funcional.

La nueva configuración del cabezal cortante permite un afeitado apurado, gracias a alta cadencia de corte y velocidad de este; además, al igual que en la Thorens "Riviera", su rejilla puede ser tocada con los dedos durante el funcionamiento de la máquina sin temor de corte, el cual solo se practica a los pelos que se introducen por sus orificios.

Tal como se estableció en el punto "2.3. Características relativas a las especificaciones de ergonomía" de esta propuesta conceptual, las principales mejoras del cabezal cortante son un aumento del área de corte, siendo más eficiente, su nueva disposición superior en el aparato y una rejilla curva, lo que procura un afeitado más cómodo y seguro al adaptarse mejor a las facciones faciales.

En el caso concreto del cortapelos, se aumenta su usabilidad al cambiar a una configuración de corte recto, mucho más intuitiva al saber por dónde se corta, siendo más segura para el usuario.

Para intercambiar las funciones del aparato, este emplea un modelo compuesto por dos pulsadores, uno a cada lado del cabezal cortante, los cuales, al aplicarles presión y tirar de ellos, desbloquean las dos pestañas parejas que anclan el cabezal a la carcasa.

Aunque este sistema garantiza un acoplamiento fácil y estable, y resuelve la problemática del posible bloqueo por tolerancias estrechas presente en la Thorens "Riviera", el hecho de que dicha piezas o uniones sean de un material no metálico, sino plástico, las debilita a fatiga debido al cambio continuo de cabezal, traduciéndose esto en un acortamiento de su vida útil.

Para limpiar y mantener operativos los cabezales cortantes, únicamente es necesario desacoplarlos de la máquina y situarlos debajo de un chorro de agua hasta que se eliminen sus residuos.

A la hora de intercambiar las cuchillas del cabezal rasurador, las cuales son las que más desgaste sufren al ser muy finas en comparación con las del cortapelos, se retirará del cabezal y desechará el soporte completo que las sujeta.

Para su extracción o acoplamiento de uno nuevo, solo es necesario tirar o empujar del soporte con los dedos de forma suave, respectivamente, hasta que las pestañas interiores cedan al movimiento.

Este nuevo formato de recambio se muestra mucho más conveniente que el elegido en la Thorens "Riviera", atendiendo a la comodidad al no necesitar herramientas específicas y, a su vez, garantizando la seguridad del usuario con nuevas cuchillas en completo buen estado.

2.5. Características relativas a las especificaciones de estética y acabado

2.5.1. Estética

La morfología y estética de esta propuesta (correspondiente al segundo boceto) están orientadas principalmente hacia el funcionalismo y minimalismo del producto, pero sin dejar de lado los aspectos ergonómicos de rigor que requiere un artilugio sujeto con la mano.

Considerando los volúmenes de los que está constituído el mecanismo interno, esta afeitadora intenta fusionar en su exterior perfiles curvos con líneas rectas, generando una sensación de compacidad y verticalidad, respectivamente.

Ambos aspectos afectan notablemente a la ergonomía, ya que el aparato proyecta una imagen de ligereza y adaptabilidad, haciendo que el usuario piense que lo puede coger y sujetar sin esfuerzo.

Otras variables, también relativas a la ergonomía, tratadas por esta fisonomía son la usabilidad y la funcionalidad, o sea, la capacidad del producto de ser utilizable en un contexto y por unos usuarios concretos satisfactoriamente (según la ISO/IEC 9241 [15]), además de cómodamente [16], [17], sobre todo, esto último debido a la disposición de sus componentes.

En lo que respecta a la variable de usabilidad, la compacidad de los volúmenes permite que el usuario se preocupe únicamente del funcionamiento de la afeitadora, y no de aquellos elementos potencialmente molestos que no intervengan directamente en el rasurado.

En lo que respecta a la funcionalidad de la verticalidad, aunque, a priori, solo plantea un cambio en la forma de la máquina, la realidad es que permite una mejor distribución de los elementos interactivos al existir más espacio.

Un ejemplo de ello es el cabezal cortante, el cual se sitúa en uno de los extremos verticales de la máquina para mayor comodidad, al hacerse la carcasa más estrecha y prensil, y mayor seguridad, al alejarse las cuchillas de la zona de agarre del aparato y, por lo tanto, de la palma de la mano.



Figura 13. Renderizado de la primera propuesta conceptual, mostrando el cabezal rasurador, la llave de recarga (izquierda) y el botón de encendido (derecha). Fuente: Primaria.

Considerando los elementos formales ya mencionados, la estética de esta primera propuesta conceptual plasma la idea más genérica de minimalismo, un modelo reduccionista que busca la máxima expresividad a través de los mínimos elementos exteriores posibles [7, p. 269].

El minimalismo (o estilo "mínimal") como movimiento estético se da a finales del siglo xx, en la década de los noventa [7, p. 268], evocando los principios fundamentales del Movimiento Moderno dado en los años veinte [7 p. 271], con intención de alejarse de la polución semiótico de la nueva sociedad consumista y abrazar una pureza formal [7, p. 268], [7 p. 271].

El mayor referente del minimalismo fue Mies van der Rohe, arquitecto alemán perteneciente al Movimiento Moderno que destacó por su extrema sencillez formal, un uso exquisito de los materiales y su dedicación por el detalle [7, p. 271].

Además de en esto, el estilo "mínimal" hace hincapié en la pureza geométrica, la precisión en los acabados, el uso literal de los materiales, la estandarización de los componentes empleados y la ausencia de ornamentación [7, p. 270].

Sin embargo, mientras que el Movimiento Moderno abogaba por una pureza formal y una funcionalidad en los bienes de consumo destinados a la clase obrera, el minimalismo presenta una clara voluntad estética, utilizando solo materiales nobles y soluciones elaboradas de diseño que encarecen el producto, aspectos que pueden manifestar cierto elitismo [7, p. 272].

En el caso que nos ocupa, aunque no se utilicen materiales tan nobles, como ocurre en la carcasa de ABS, las líneas del segundo boceto proyectan un producto estéticamente sencillo, funcional, moderno y atemporal, elementos que convierten a esta propuesta en un bien muy atractivo a nivel comercial y evitan un futuro "restyling".

En el apartado de color, se ha optado por una combinación de blanco con piezas en rojo y cromado, con tal de transmitir una sensación de limpieza, propia de un baño, y resaltar los elementos interactivos (i. e., el botón de encendido, el cabezal cortante y la llave de recarga) para hacerlos más visibles, lo que conlleva mayor funcionalidad y seguridad del usuario.

2.5.2. Acabado

Respecto al acabado de la afeitadora, su morfología vertical y con aristas redondeadas permite un manejo adecuado al garantizar un agarre firme y seguro. La combinación de materiales metálicos y poliméricos, visible en la figura 13, hace que todos los componentes exteriores tengan un tacto suave y que, por lo tanto, el usuario no se preocupe de dónde situar los dedos al sujetar la máquina.

En el caso de la llave de recarga, utiliza el mismo acabado cromado que la vista en la Thorens "Riviera" con los mismo propósitos, comodidad y protección ante corrosión.

En el caso de la carcasa del aparato y el cabezal cortante, el plástico ABS consigue una superficie muy lisa y brillante, lo cual aumenta el valor estético y comercial.



Figura 14. Renderizado de la parte superior de la primera propuesta conceptual, mostrando el cabezal rasurador y el botón de encendido. Fuente: Primaria.

Sin embargo, una figura muy pulida va en detrimento de la usabilidad, ya que el usuario no tendría una suficiente adherencia para sujetar el aparato en entornos húmedos o con líquidos grasos.

Dicha problemática se solventa en el cabezal y el botón de encendido, los cuales tienen relieves en sus superficies de contacto, dejando a la carcasa con cierto margen de mejora en ese aspecto.

Atendiendo a la resistencia química del exterior de los componentes plásticos, el ABS soporta ácidos acuosos, bases, ácido clorhídrico (presente en productos de limpieza doméstica [18]) y fosfórico (cuyos derivados se emplean en las pastas dentales [19]) concentrados, y aceites animales, vegetales y minerales (como los utilizados en cosmética).

Por contra, ofrece poca resistencia frente a los alcoholes, componente muy usado en los productos de higiene personal [10], [14].

3. Segunda propuesta conceptual

Similar a lo realizado en el punto anterior, se procederán a subsanar las deficiencias de la afeitadora de referencia, junto al cumplimiento de las especificaciones definidas.

En este caso, también se valorarán las alternativas tomadas en la primera propuesta conceptual. Tras considerarse los planteamientos más factibles, se definirá la segunda propuesta conceptual con las soluciones encontradas.

3.1. Características relativas a las especificaciones de fabricación

En esta segunda propuesta, sigue siendo prioridad su semejanza en tamaño y proporciones con la Thorens "Riviera".

Este diseño intenta fusionar la funcionalidad de la propuesta anterior con las líneas ergonómicas de la afeitadora de referencia, obteniendo una figura con fuertes matices curvilíneos que garantizan una apropiada sujeción del aparato durante el afeitado, al igual que una gran adaptabilidad a la mano del usuario.

Respecto al peso del aparato, este se verá en teoría incrementado en comparación con el de la propuesta primera, debido principalmente al cambio de material utilizado en la carcasa, pasando de polímero ABS a metal, posiblemente aluminio.

Con este cambio, se pretende aumentar la resistencia a caídas de la afeitadora. Aun así, el peso total del aparato debe situarse por debajo de los 400 gramos, y cada elemento externo por debajo de los 30 gramos, tal como marcan las especificaciones, con tal de asegurar un uso y transporte más confortable y seguro.

Los tipos de materiales utilizados siguen siendo los mismos que en la propuesta anterior: polímeros y metales.

Esta vez, estos últimos cobran mayor relevancia ya que no solo constituirán el mecanismo interno y la llave de recarga, sino también la carcasa, como ya se ha mencionado al hablar del peso.

El resto de componentes tales como el cabezal cortante y el botón de encendido serán de polímero ABS, al ser piezas más complejas a nivel formal que requieren procesos de fabricación más versátiles, como el moldeo por inyección, el cual ya se estudió en el "Apartado B: Viabilidad técnica" del "Anexo II: Estudio de viabilidad".

Atendiendo al reciclaje y al impacto ambiental del producto, se aplican las mismas especificaciones que en la propuesta anterior: el marcado del tipo de material en cada componente para un mejor tratamiento de los residuos, y la utilización de materiales al ser posible no aleados para garantizar la separabilidad y reciclabilidad de estos, pudiendo así ser reutilizados en futuros procesos productivos.

Respecto a las características de instalación y montaje de la afeitadora, esta vuelve a destacar por utilizar piezas y uniones tanto estandarizadas (p. ej., tornillos) como genuinas (p. ej., engranajes personalizados para el mecanismo interno).

Asimismo, los tipos de uniones contempladas siguen siendo aquellos basados en sistemas macho-hembra (incluidos tornillos) y en mecanismos de presión (p. ej., pestañas), como en la primera propuesta conceptual.

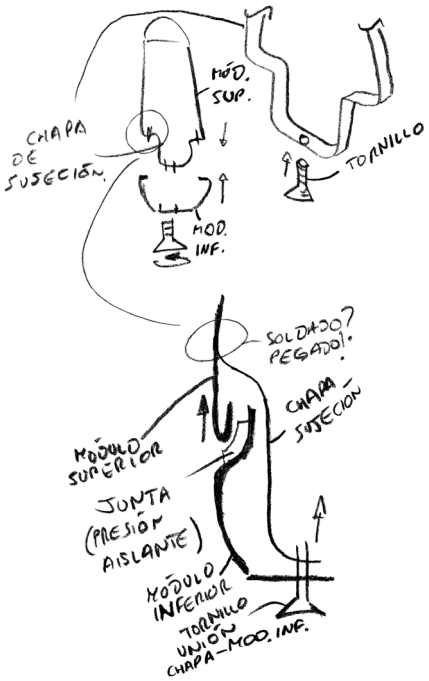


Figura 15. Boceto ilustrativo del montaje de la carcasa de la segunda propuesta conceptual. Fuente: Primaria.

Al contrario que en la propuesta conceptual primera, la carcasa de esta afeitadora está formada por dos módulos, uno superior en el que se introduce el mecanismo interno y aquel que funciona como tapa inferior del primero.

Una vez que la maquinaria interna está dentro del primer módulo, se ancla a la parte interna de este una chapa de sujeción, la cual sigue la silueta del segundo módulo y permite unirse al mismo mediante un tornillo.

Aunque esta configuración aumenta el número y tipo de uniones al deber ensamblar piezas mecánicamente más complejas, también plantea un desensamblado más conveniente al poder extraer el mecanismo entero del cuerpo sin tener que retirar el cabezal cortante.

Hablando de la desensamblabilidad, el cabezal cortante emplea dos pestañas para anclarse al cuerpo, situadas paralelamente a la dirección prismática de corte, y no en los laterales de la máquina como en la primera propuesta.

Esta nueva disposición otorga mayores dimensiones a dichas pestañas (sobre todo, a lo ancho), lo que las hace más resistentes a fatiga por uso, aspecto importante considerando que son uniones de polímero (ABS), no reutilizables tras su ruptura (el material sí lo es, pero al reintroducirse en un proceso de fabricación).

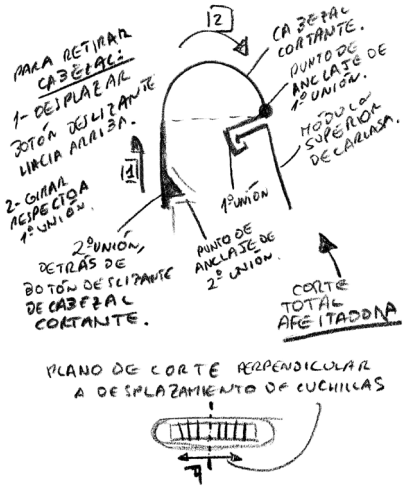


Figura 16. Boceto ilustrativo del anclaje del cabezal cortante de la segunda propuesta conceptual. Fuente: Primaria

A la hora de retirar el cabezal cortante, este dispone de una botón frontal con relieves (no corresponde con el botón de encendido que está debajo), siendo únicamente necesario situar el pulgar en él y deslizarlo hacia arriba hasta que las pestañas ya comentadas se desbloqueen.

El acoplamiento del cabezal funciona a la inversa, debiendo situarlo en las grutas correspondientes de la carcasa y empujar hacia abajo el botón frontal con el pulgar, hasta que las pestañas se hayan anclado.

Como se puede ver, esta configuración únicamente depende del pulgar para funcionar correctamente, reservando el resto de los dedos para sujetar firmemente el aparato.

Aunque para intercambiar de forma segura los cabezales siguen necesitándose dos manos (una sujeta el aparato y la otra selecciona el cabezal), el movimiento requerido del pulgar es intuitivo y poco enérgico, lo cual denota el fácil acoplamiento de los elementos principales.

Respecto a la normativa aplicable, se reafirma lo enunciado en la primera propuesta anterior: en caso de falta de normativa, se procederá a valorar la transposición de normas europeas no armonizadas, normas nacionales, la buena praxis de la industria y el actual estado del arte y de la técnica.

Así pues y cumpliendo las especificaciones marcadas, los engranajes del mecanismo interno deben resistir las solicitaciones de tensión a las que se les sometan según las normas ISO 6336-1:2019, ISO 6336-2:2019 y ISO 6336-3:2019.

Además, estos deben seguir los estándares de diseño definidos en las normas UNE-EN ISO 2203:1998 (ISO 2203:1973), UNE 18004-1:1993 (ISO 1122-1:1983), UNE 180 05:1984 (ISO 54:1977), UNE 18033:1984 (ISO 701:1976), UNE 18066:1961.

Aparte, para una mayor seguridad del producto, se realizará un análisis, valoración y reducción adecuada de los riesgos inherentes presentes en el diseño siguiendo la norma no armonizada UNE-EN ISO 12100:2012 (ISO 12100:2010).

3.2. Características relativas a las especificaciones de mantenimiento

La estructura compuesta por dos módulos y uniones reutilizables también enfatiza la reparabilidad de la propuesta ya que plantea un desensamblado más intuitivo y conveniente, únicamente requiriendo quitar el módulo inferior, mencionado en el punto anterior y visible en la figura 15, para extraer el mecanismo interno de la afeitadora mecánica en seco.

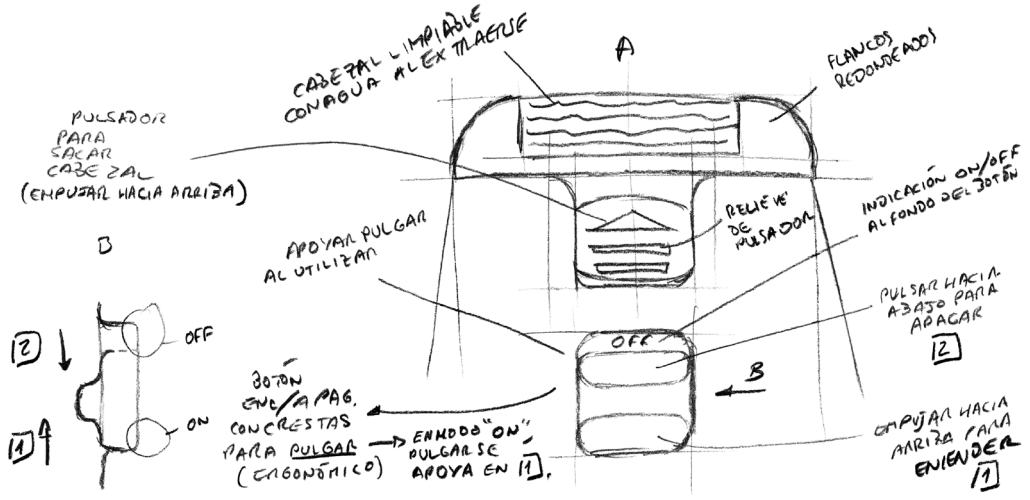


Figura 17. Boceto de la parte superior de la segunda propuesta conceptual, mostrando el cabezal rasurador y el botón de encendido. Fuente: Primaria.

Asimismo, el hecho de que la mayoría de piezas sean metálicas y que se localicen las uniones en puntos accesibles permite una adecuada reparación de los componentes averiados.

A la hora de realizar un mantenimiento y limpieza general a la afeitadora, solo es necesario retirar uno de los módulos para acceder a la maquinaria interna, como ya se ha comentado en el punto anterior.

En la tarea de lubricación, se vuelve a eliminar la opción de filtrar el aceite entre los componentes externos, como en la Thorens "Riviera", apostando por un mejor sellado de la máquina mediante la utilización de juntas entre las piezas externas, visibles en la figura 15, lo que mejora la integridad, seguridad y vida útil del producto.

3.3. Características relativas a las especificaciones de ergonomía

Al definir esta segunda propuesta, se hizo hincapié en los aspectos ergonómicos, además de en la funcionalidad asociada a esta, siendo las conclusiones conseguidas posteriormente perfeccionadas e integradas en un diseño final.

Este modelo vuelve a plantear la configuración tomada en la primera propuesta de un cabezal cortante longitudinal con un movimiento prismático de las cuchillas.

La orientación de estas dentro del cabezal es idéntica, con tal de conseguir una alta cadencia de cortes simultáneos por ciclo de rasurado.

El mecanismo de anclaje del soporte interno que sujeta las hojas también es el mismo, ya que la utilización de únicamente dos pestañas deformables elásticamente hace el intercambio de cuchillas más fácil e intuitivo.

Atendiendo a la multifuncionalidad, se vuelve a satisfacer esta variable mediante la inclusión de varios cabezales cortantes, uno rasurador y otro cortapelos/perfilador, acompañados de una serie de mejoras que resuelven tanto inconvenientes presentes en la Thorens "Riviera" como en la primera propuesta conceptual.

En el caso del cabezal rasurador, se consideran las mejoras ya comentadas previamente tales como el aumento de área de rasurado, el cambio de posición del cabezal y la utilización de una rejilla curva, avances los cuales aseguran un corte eficiente y adaptativo, además de una sujeción del aparato cómoda y segura.

Junto a todo ello, los flancos del cabezal han sido redondeados, no solo para seguir la estética de líneas curvas de la afeitadora, sino también para acrecentar su adaptabilidad a las facciones del rostro del usuario.

En el caso del cortapelos, visible en la figura 21, este plantea la misma idea de la primera propuesta, procediendo a utilizar un peine recto como el resto de las marcas, característica que permite un uso más intuitivo, en comparación con la alternativa redonda de la Thorens "Riviera", al saber por dónde se perfila.

Al igual que el cabezal rasurador, los flancos también han sido adaptados, en este caso, con un fin meramente estético debido a la función perfiladora del cabezal, que no requiere de adaptabilidad.

Otro elemento reseñable de los cabezales es el intuitivo sistema de desacoplado basado en un botón deslizante, aumentando la comodidad y usabilidad del aparato.

Atendiendo al diseño final, este plantea una figura externa considerablemente más ergonómica que la generada por la primera propuesta, guardando similitudes con la afeitadora de referencia al emplear formas bulbosas y curvas para obtener una alta manejabilidad, la cual se apoya en las medidas estandarizadas de una mano adulta en el percentil poblacional 95.

La geometría de esta afeitadora destaca por el redondeo de todas las aristas, la ausencia de vértices y una silueta compuesta por curvas tangentes entre ellas.

Además, la correcta disposición de los elementos exteriores enfatiza su accesibilidad y visibilidad, ambos aspectos importantes para garantizar la seguridad del usuario al utilizar la máquina.

En relación con la funcionalidad y la prevención de riesgos, destacan las mejoras incluidas en los elementos principales con los que el usuario interactúa al utilizar el aparato, siendo estos el cabezal cortante, el botón de encendido, la llave de recarga del muelle y la propia carcasa.

En el cabezal cortante, no solo se ha hecho hincapié en su anclaje, sino también en cómo se manifiesta su correcta utilización.

El diseño contempla, tanto para el acoplado como desacoplado del cabezal, un único botón deslizante con relieves, los cuales enfatizan la adherencia del pulgar, además de indicar la dirección de deslizamiento con una flecha. Junto a esto, en dicho botón se incluyen dos topes curvos, uno en cada extremo vertical.

Cuando se quiera quitar el cabezal, el tope superior se adapta a la cabeza del pulgar al empujar hacia arriba, lo cual evita que el dedo se deslice accidentalmente sobre la rejilla del rasurador localizada encima.

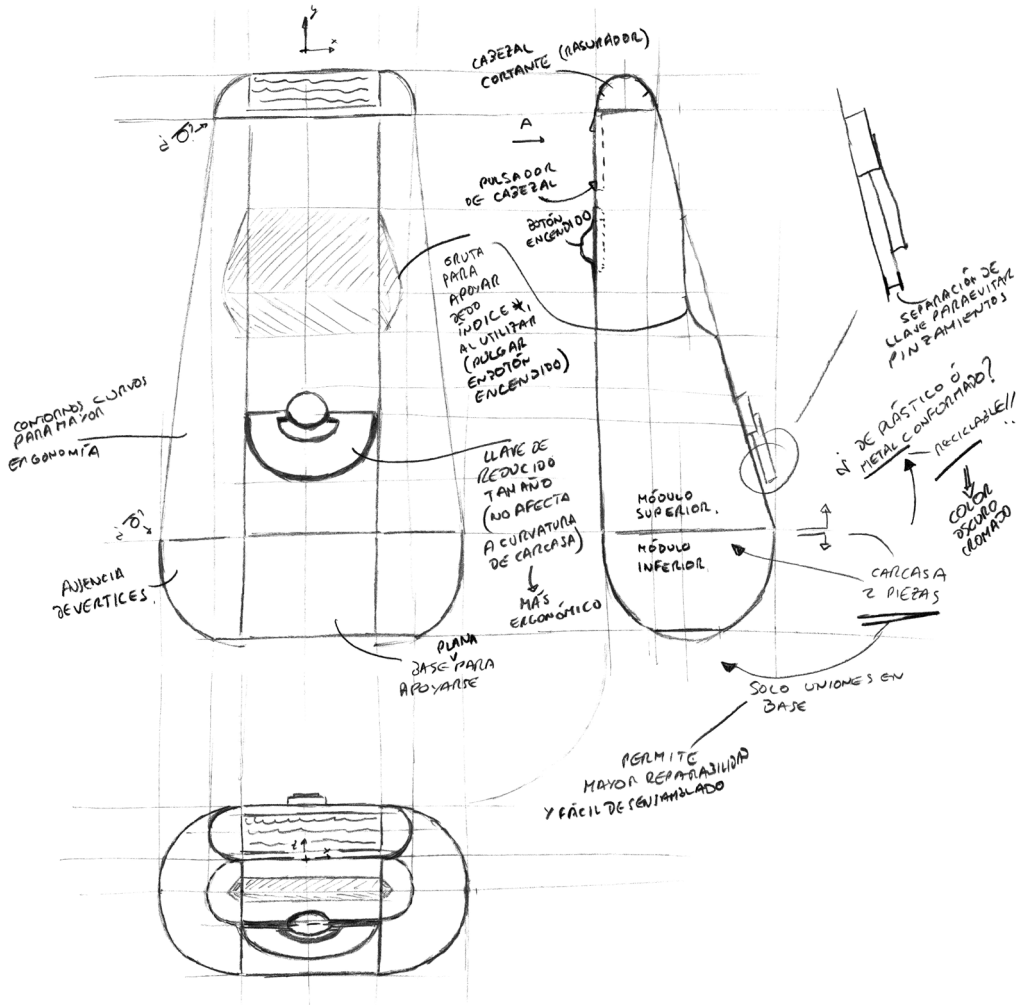


Figura 18. Boceto final de la segunda propuesta conceptual, mostrando el cabezal rasurador. Fuente: Primaria.

Al reintroducir el cabezal en su posición, el tope inferior garantiza un agarre firme con la yema del pulgar al tirar hacia abajo.

Atendiendo al botón de encendido deslizante, este se vuelve a posicionar en la cara contraria a la llave de recarga, como en la propuesta primera.

Sin embargo, sus principales novedades son un aumento en anchura y la sustitución del relieve, que proporcionaba adherencia, por una cresta en medio del botón para un mayor agarre.

Dicha cresta, observable en la figura 17, está adaptada en ambos flancos para que se pueda empujar cómodamente con el pulgar, lo que también influye positivamente en la firme sujeción del aparato (apoyando el pulgar en el botón y el resto de los dedos en la cara opuesta de la afeitadora, por encima de la llave de recarga).

Respecto a la llave de recarga del muelle, se ha reducido su tamaño considerablemente para no interferir en la ergonomía curva de la carcasadel aparato, de forma que el usuario pueda sujetar la máquina sin que ninguno de los elementos interactivos exteriores le estorbe durante el afeitado.

Junto a ello, se han resuelto los pinzamientos generados por dicha llave de recarga al ser plegada mediante un aumento del espacio entre la carcasa y esta, siendo ahora la recarga del aparato más segura para el usuario que la realice.

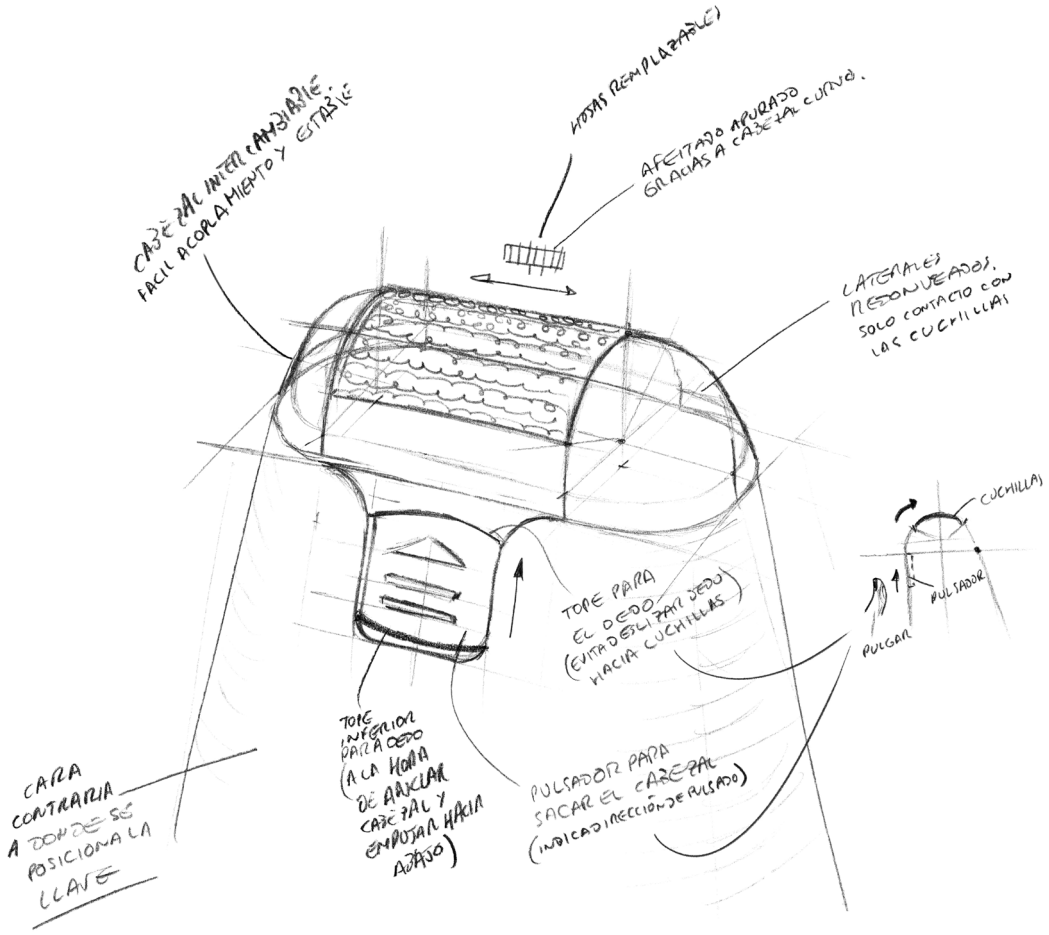


Figura 19. Boceto ilustrativo del cabezal rasurador de la segunda propuesta conceptual. Fuente: Primaria.

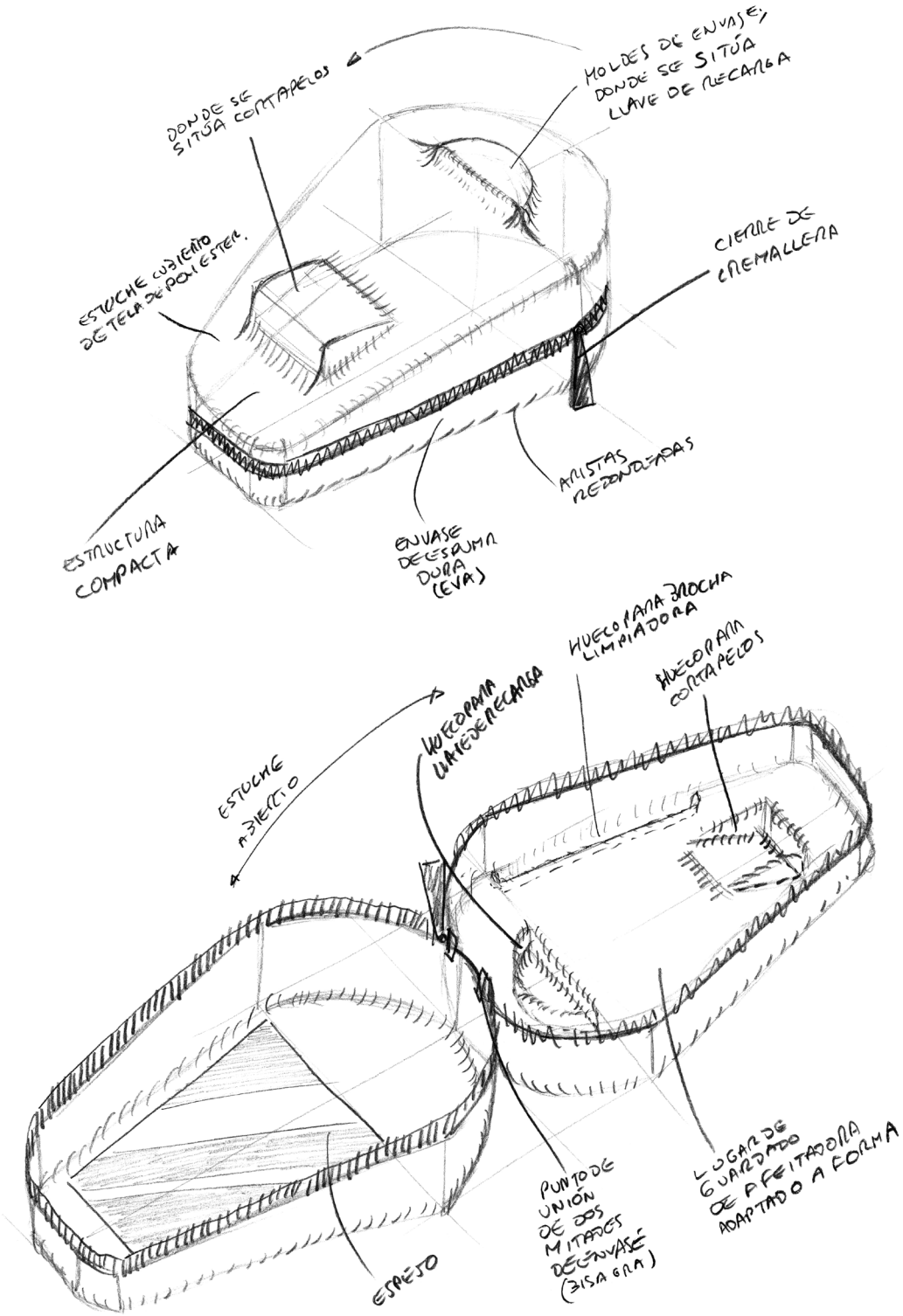


Figura 20. Boceto del envase (estuche) de la segunda propuesta conceptual. Fuente: Primaria.

Por último, como se puede observar en la figura 18, la carcasa fusiona las formas bulbosas comentadas con soluciones que atienden a la funcionalidad y seguridad, tanto del producto como del usuario.

En el caso del módulo inferior de la carcasa, se ha incluido una superficie plana, la cual mantiene a la afeitadora en pie y no rompe con la estética curva de esta.

En el caso del módulo superior, se ha incluido una gruta por encima de la llave de recarga para poder apoyar los dedos, principalmente el dedo índice, corazón y anular, con tal de asegurar una correcta sujeción de la máquina mediante un movimiento de pinza (al encender la máquina, el pulgar se apoya en el botón de encendido y el resto de los dedos en dicha gruta).

Respecto a la portabilidad, se incluye un estuche rígido de tela cuya forma exterior está adaptada a la del aparato. Este envase está constituido por dos carcasas de goma EVA cubiertas de tela de poliéster, unidas mediante una cremallera de plástico y una bisagra, también de poliéster.

Tal tipo de uniones, aunque más complejas constructivamente y menos separables y reciclables, simplifican la fabricación de un objeto que posiblemente presente una extensa vida útil debido a su única función como contenedor.

Los materiales principales empleados en su construcción (i. e., goma EVA y poliéster) le otorgan ligereza y resistencia a golpes y roces, siempre que sean leves. Tales componentes también soportan diferentes líquidos de higiene y la humedad, aunque estos son primeramente absorbidos por la tela, debiendo lavar el envase si se mancha.

El diseño del envase presenta una estética ergonómica, centrándose en la compacidad y en la facilidad de uso y de transporte, tanto mercantil como el realizado por el usuario final.

Debido a su forma, la afeitadora y los elementos adicionales incluidos se mantienen inmóviles dentro del envase sin necesidad de un acolchado adicional; una muestra de ello son los huecos adaptados para la llave de recarga, el cabezal cortapelos y la brocha de limpieza.

Al igual que en la primera propuesta, se ha incluido un espejo en una de las carcasas para asistir el afeitado.

Debido a la morfología irregular del envase, no se puede generar un embalaje primario ajustado a su forma. Por ello, para ser apilable y asegurar el producto durante su transporte mercantil, se ha escogido un modelo de caja regular de cartón fino.

En su interior, se encuentra un armazón de cartón grueso para apoyar la parte curva del estuche y así evitar que se mueva.

Para su ensamblaje, se utilizan tanto pestañas, para las bases de la caja, como adhesivo, para unir el lateral. Dicho planteamiento es el mismo utilizado en la Thorens "Riviera".

Tal configuración plantea como principal inconveniente la existencia de volúmenes vacíos en el interior de la caja, eliminando parcialmente la buena compacidad del envase.

Además, la necesidad de construir una estructura más compleja obliga a utilizar más material que, aun siendo reciclable, no deja de tener un mayor impacto en el medio que la solución de la primera propuesta, conformada únicamente de una tira de cartón sin adhesivos.

3.4. Características relativas a las especificaciones de seguridad

3.4.1. Seguridad mecánica

Para asegurar un buen estado del mecanismo interno, se utilizan los mismos métodos que en la primera propuesta planteada, o sea, uniones únicamente desmontables

mediante herramientas específicas y juntas entre las piezas exteriores, todo con el objetivo de sellar y aislar el interior de la máquina del usuario y del entorno y alargar su vida útil.

Otro aspecto que también ayuda a la integridad de la máquina es el uso apropiado de esta, siendo el método más directo para conseguirlo la representación gráfica en el propio producto.

Tal como ya figura en la propuesta primera conceptual, algunos métodos son la utilización de un código de colores para indicar el estado actual de la afeitadora (encendido/apagado), visible detrás del botón de encendido tras moverse este de posición, y la presencia de flechas y formas que sugieran acciones concretas.

En este último aspecto, destacan los relieves y topes curvos incluidos en el botón frontal del cabezal cortante, visibles en la figura 19, los cuales indican las direcciones de empuje y transmiten firmeza al realizar dicha acción, al igual que la cresta ergonómica del botón de encendido, visible en la figura 17, que, junto al código de color ya comentado, indican la acción a realizar solo con cómo están presentados.

Junto a todo ello, se incluiría un manual para eliminar las posibles dudas respecto al funcionamiento de la afeitadora.

Respecto a las restricciones de funcionamiento de la afeitadora, se integra el mismo sistema que en la propuesta primera, el cual bloquea (o para, según circunstancia) y reinicia la máquina (vuelve al modo apagado) si esta cambia a un estado de poca seguridad, para el usuario o para el producto.

La casuística contemplada es la retirada del cabezal cortante o el momento de recarga del aparato, debiendo estar la afeitadora apagada y no pudiéndose utilizar mientras no se vuelva a un estado seguro, o sea, con el cabezal anclado y habiendo dejado de cargar el muelle interno.

En caso contrario, el sistema ya comentado ejecutaría la acción de bloqueo y reinicio contempladas.

3.4.2. Protección del producto

Para garantizar una buena protección contra polvo, agua y corrosión de las superficies, se seguirán empleando los mismos tipos de materiales que constituyen la primera propuesta y la afeitadora de referencia, optando por aquellos compuestos más modernos y con mejores propiedades.

Uno de los cambios más significativos es la construcción de una carcasa de metal en vez de una de plástico.

Mientras que la afeitadora mecánica de referencia Thorens "Riviera" y la primera propuesta emplean un polímero termoestable (urea-formaldehído) y termoplástico (ABS), respectivamente, en esta ocasión, se utilizará aluminio como material exterior principal.

Este forma parte de los metales no ferromagnéticos, presentando relativa ligereza, debida a una baja densidad, y una alta resistencia a la corrosión, debido a la fina capa de alúmina (Al_2O_3: óxido de aluminio) que se forma en el exterior al reaccionar el aluminio con el oxígeno del aire [20].

Los principales aportaciones de este material a la estructura del aparato son una mayor ductilidad (la urea-formaldehído y el ABS se deforman poco o nada plásticamente [12], [13], [14]) y una mayor resistencia frente a caídas (límite de rotura de la urea-formaldehído, ABS y Al 3004-H18: 30 MPa, 41 MPa y 285 MPa, respectivamente [12], [13], [21, Tabla 13.5, p. 406]).

Por el contrario, aunque presenta una relación de resistencia/peso muy buena [21, p. 402], el aluminio no deja de ser un material mucho más pesado que los polímeros vistos (densidad relativa de la urea-formaldehído, ABS y aluminio: 1,5; 1,1 y 2,7, respectivamente [12], [13], [21, p. 402]).

Aunque hasta ahora se ha hablado del metal a nivel genérico, la realidad es que el aluminio puro solo se utiliza para escenarios de cargas ligeras al ser muy blando y dúctil, por lo que se suele alear con otros materiales para conseguir mejores propiedades mecánicas y de maquinabilidad [22, c. 6, p. 53].

En este caso, se ha considerado el Al 3004-H18, una aleación de aluminio forjado (en inglés, "Wrought Aluminum Alloys" [22, c. 6, p. 53]) de propósito general, con moderada resistencia y apropiada para el trabajo de láminas [22, c. 6, p. 55], la cual contiene un 1,2 % Mn y 1 % Mg [21, Tabla 13.5, p. 406].

Debido a que la carcasa se conformaría mediante embutición profunda, dicho proceso conllevaría un endurecimiento por deformación en frío (de ahí el sufijo del aluminio escogido, HXX: "strain hardening" [23, c. 4, p. 58]), sin tratamiento térmico posterior (H1X [23, c. 4, p. 60]) y en el que se conseguiría un temple total tras el proceso de endurecimiento (HX8 [23, c. 4, pp. 61-62]).

Tal proceso mencionado ya fue comentado y estudiado en el "Apartado b: Viabilidad técnica" del "Anexo ii: Estudio de viabilidad", viendo sus características y limitaciones.

Como se ha comentado anteriormente, la instalación de juntas entre las piezas exteriores garantiza la integridad del producto, no solo aislando el mecanismo interno sino también reduciendo las vibraciones.

Dichos movimientos, producidos durante el funcionamiento de la afeitadora, son amortiguados por las juntas con tal de que las uniones circundantes no se aflojen o suelten.

3.4.3. Protección del usuario

Para garantizar la seguridad del usuario, se ha procedido a analizar y solucionar los inconvenientes encontrados tanto en la afeitadora de referencia Thorens "Riviera" como en la primera propuesta, de nuevo, en lo que respecta a funcionalidad y ergonomía.

La estructura interna del cabezal cortante es la misma que en la propuesta anterior, consiguiendo un afeitado apurado y seguro debido a una alta velocidad de corte y a una fina rejilla curva, la cual es manipulable hasta con los dedos sin riesgo de corte.

Las principales mejoras del cabezal cortante, las cuales ya fueron enunciadas en el punto "3.3. Características relativas a las especificaciones de ergonomía" de esta afeitadora, son un mayor área de corte, su nueva localización superior en la carcasa y una rejilla curva, aspectos que aportan eficiencia y comodidad a la acción de corte.

Atendiendo a dicha rejilla, se ha procedido a suavizar su curvatura en comparación con la de la primera propuesta, con tal de mejorar la adaptabilidad de esta a los rasgos de la cara del usuario.

Otro elemento que también influye sobre esta característica son los flancos del cabezal, los cuales se han redondeado con el mismo propósito.

En el caso del cortapelos/perfilador, la nueva configuración de peine recto permite mayor usabilidad al poder intuir por dónde va a cortar este.

Aun así, este no se integra tan bien como el rasurador a la morfología curva del aparato al ser un cabezal recto, lo que hace que el extremo donde está el elemento cortante tenga un carácter puntiagudo y que, por lo tanto, la afeitadora transmita inseguridad al usuario o pueda lastimarlo en caso de un uso inadecuado.

Respecto a la multifuncionalidad e intercambio de estas, y como se puede observar en la figura 19, esta vez los cabezales incluyen un solo botón deslizante con relieve en la parte frontal de la afeitadora, de forma que, al ser desplazado verticalmente con el pulgar, las dos pestañas que anclan la estructura del cabezal a la carcasa se desbloqueen fácilmente.

Junto a los topes curvos incluidos en dicho botón y ya comentados en puntos anteriores de esta propuesta, este sistema permite gran adherencia y un agarre firme del cabezal al quitarlo o ponerlo, siendo más cómodo y seguro para el usuario al poder controlar mejor su movimiento.

Aunque esta configuración de cabezal demuestra un acoplamiento robusto y, en comparación con la primera propuesta, también resuelve los problemas de tolerancias en las uniones de la Thorens "Riviera" (incluso con menos elementos, empleando un botón en vez de dos), el hecho de que las uniones sigan siendo de plástico, debido a la complejidad constructiva del cabezal cortante, conlleva el mismo problema de fatiga tras reiterados cambios de función, no pudiendo anclar el cabezal a la carcasa una vez rotos sus enlaces.

Respecto a la limpieza y recambio de los cabezales cortantes y sus cuchillas, se procederá al igual que en la primera propuesta conceptual, únicamente desacoplándolos de la afeitadora y lavándolos bajo un chorro de agua hasta que se eliminen sus residuos cualesquiera adheridos.

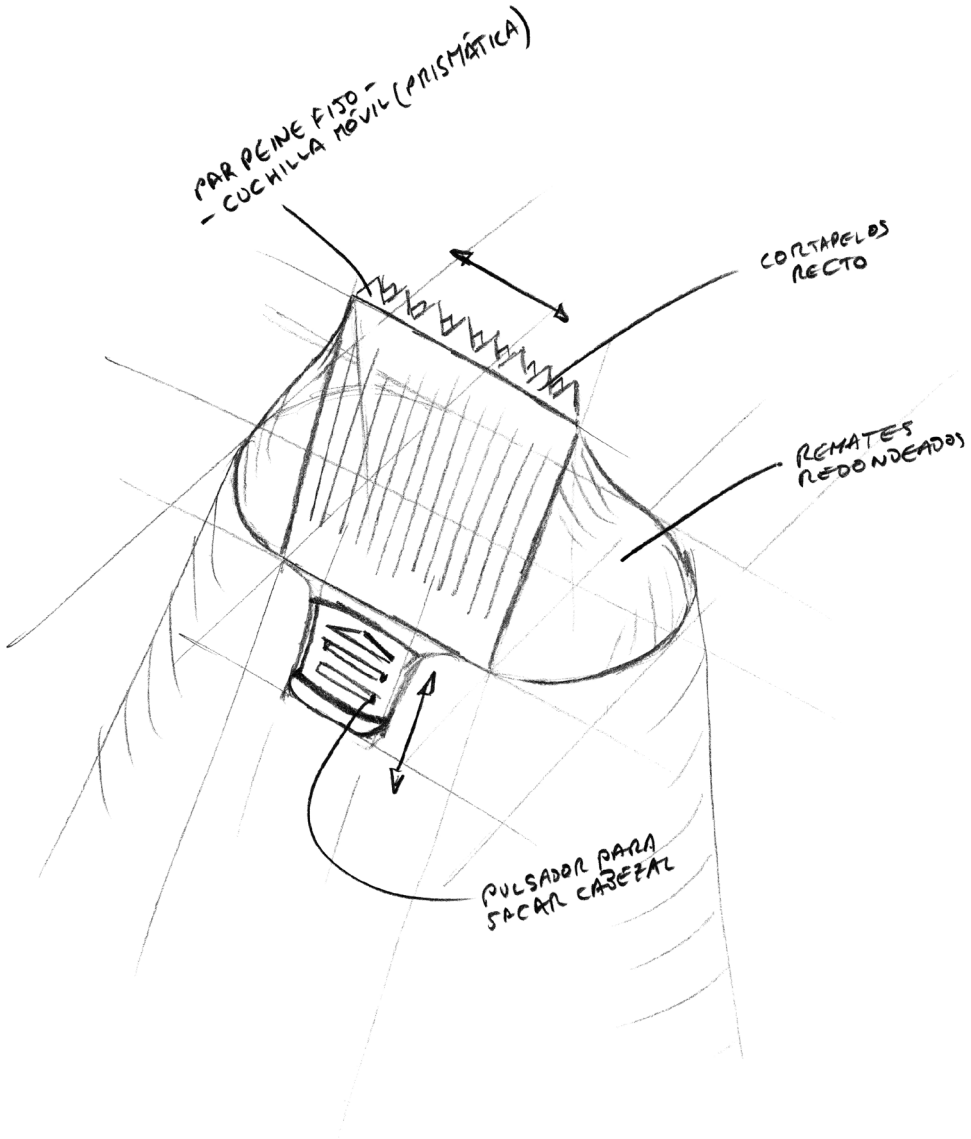


Figura 21. Boceto ilustrativo del cabezal perfilador de la segunda propuesta conceptual. Fuente: Primaria.

Para renovar las hojas, se intercambiará el soporte interno entero que las sujeta por otro nuevo, solo necesitando tirar o empujar de este ligeramente, según el caso, hasta que las pestañas interiores que lo sujetan cedan al movimiento.

Este método presenta las mismas ventajas mencionadas en la otra propuesta, que son la comodidad de recambio sin herramientas específicas y el disfrute de cuchillas seguras en buen estado.

3.5. Características relativas a las especificaciones de estética y acabado

3.5.1. Estética

Esta propuesta está enfocada a la funcionalidad y ergonomía de las diferentes formas que la componen, al igual que a la seguridad que estas garantizan.

Concretamente, su figura se asemeja más a la vista en la Thorens "Riviera", ya que emplea contornos curvos y volúmenes bulbosos marcados para satisfacer las variables comentadas.

La estructura exterior de esta afeitadora intenta agrupar todos los perfiles y formas curvas a través de tangencias, lo cual facilita el redondeo de aristas y la eliminación de vértices.

Esta organización no solo aumenta la manejabilidad, sino que, además, transmite una mayor sensación ergonómica de forma sutil y sin recurrir a siluetas completamente adaptadas a la mano como en la Thorens "Riviera".

Algunos ejemplos de esta tendencia son la superficie plana de apoyo situada en la base, cuya integración hace que el aparato, al estar de pie, parezca más ligero debido a su esbeltez, y la gruta en la parte superior de la carcasa, la cual garantiza una sujeción firme y un posicionamiento intuitivo y cómodo de los dedos de la mano debido a su ubicación.

También destacan los flancos redondeados del cabezal cortante, adaptándose a las facciones de la cara y transmitiendo seguridad de uso a través de su forma.

La distribución de los elementos exteriores es la misma que en la primera propuesta, garantizando una alta funcionalidad y una contundente seguridad del producto y usuario a través de una buena accesibilidad y clara visibilidad de estos componentes (i. e., cabezal cortante y su botón de anclaje, botón de encendido y llave de recarga).

En lo relativo a la estética, se sitúa entre los dos movimientos ya comentados en la afeitadora de referencia y en la primera propuesta: el "Styling" americano de los años 30 y el minimalismo de finales del siglo xx.

Por una parte, el énfasis en las formas curvas y bulbosas, para garantizar cierta ergonomía, y el interés por el aspecto exterior de la afeitadora, cuya carcasa metálica destaca por sus superficies lisas, suaves y relucientes, son claros ejemplos de "Styling".

Por otra parte, las líneas sencillas, funcionales y atemporales, además del empleo de materiales nobles (p. ej., la carcasa de aluminio), orientan la propuesta más hacia tésis del Movimiento Moderno y del minimalismo contemporaneo.

Tal como se ha comentado en este epígrafe, las siluetas empleadas se enfocan en la ergonomía, pero sin evidenciarla tan contundentemente, optando por una simplificación de las soluciones comúnmente adoptadas en este tipo de productos.

En vez de adaptar en su totalidad la figura externa a la mano del usuario objetivo y que visualmente esta denote de manera clara su funcionalidad, se ha elegido una configuración en la que la posición y el tamaño de los componentes transmiten ergonomía, pero integrada sutilmente, lo que evita alterar la estética minimalista que el conjunto del producto posee.

Esta decisión se debe a que la tendencia ergonómica se relacionaría con estilos más antiguos, como el "Styling", mientras que las más simples, o sea, menos ergonómicas, serían más modernas. Al mismo tiempo, esta variable no se puede eliminar al ser un producto que se controla con la mano, por lo que el minimalismo y la funcionalidad tienen que compenetrarse.

En el apartado de color, se ha optado por un cromado de la carcasa metálica, acompañada de las piezas externas en rojo y metalizadas relucientes.

Tal combinación intenta plasmar la idea de pulcritud, calidad a través del cromado, y destacar visualmente los elementos interactivos (i. e., el botón de encendido, el cabezal cortante y la llave de recarga) por cuestiones de seguridad.

3.5.2. Acabado

Respecto al acabado del aparato, la geometría redondeada de este permite una sujeción cómoda y segura. Los componentes exteriores presentan un tacto suave debido a los materiales utilizados (ABS y aluminio), los cuales destacan por sus notables características hápticas.

En el caso de la carcasa, su superficie de aluminio se remata con un cromado, tanto por cuestiones estéticas como por protección ante corrosión, mientras que la llave de recarga, también de metal, se pinta de color rojo para mayor visibilidad.

En el caso del cabezal cortante y el botón de encendido del aparato, el plástico ABS permite una superficie plana y reluciente, aspectos importantes para la variable comercial.

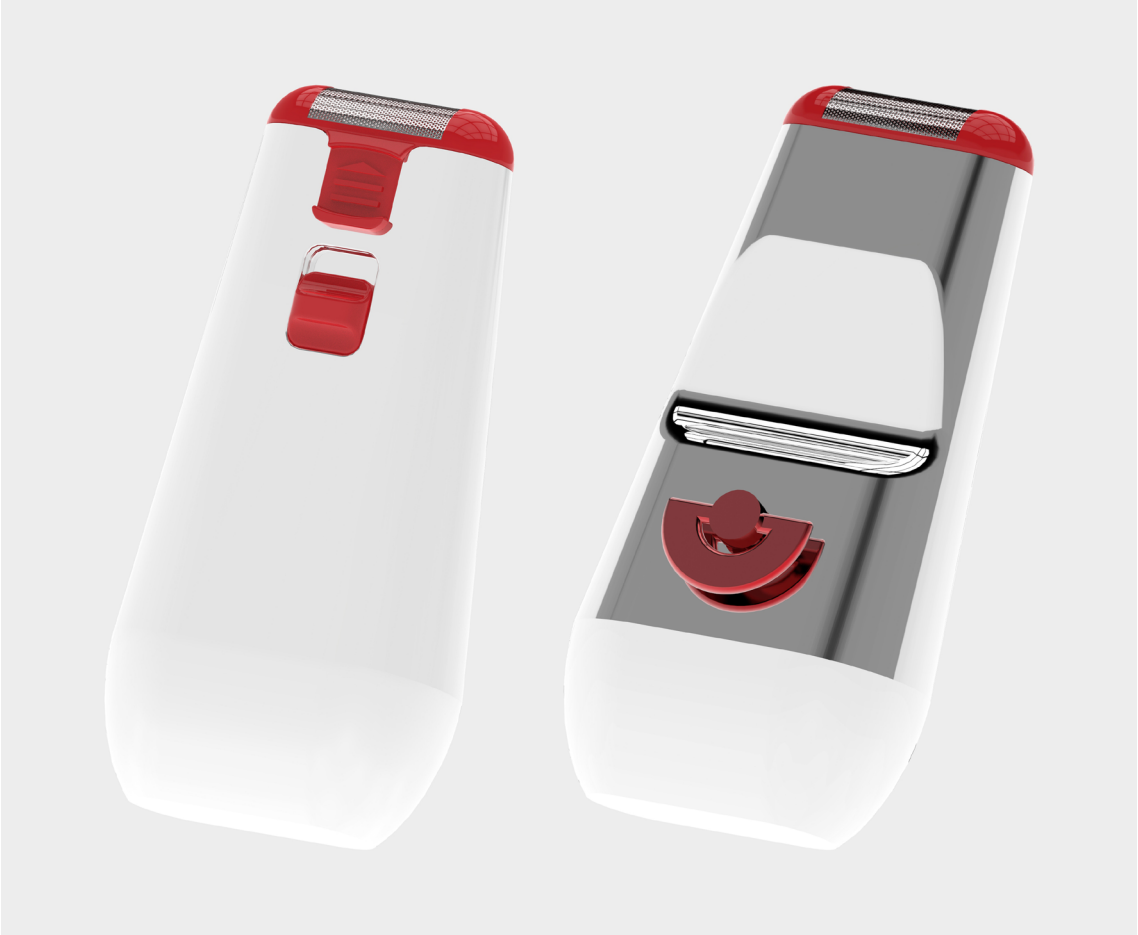


Figura 22. Renderizado de la segunda propuesta conceptual, mostrando el cabezal rasurador, la llave de recarga (derecha) y el botón de encendido (izquierda). Fuente: Primaria.

Al igual que en la primera propuesta conceptual, el exceso de áreas pulidas poco adherentes dificulta la manejabilidad y usabilidad, pudiendo conllevar a la caída del aparato tras resbalársele de la mano al usuario.

Algunas formas de solucionar este inconveniente han sido la integración de relieves, como en las piezas que se deben empujar con el pulgar, y la adaptación formal de la carcasa, la cual garantiza una posición de los dedos intuitiva y un agarre firme.

Atendiendo a la resistencia química del exterior de los componentes metálicos, al estar el aluminio de la carcasa cromado, es de recibo que se muestren las cualidades de este último.

El cromado es empleado para evitar la corrosión de la superficie tratada junto con una primera capa de níquel [24, p. 215], obteniendo resistencia sobre un gran número de ácidos y aceites [25].

En lo que respecta a las piezas plásticas de ABS, sus características ya se comentaron en este mismo punto de la primera propuesta.



Figura 23. Renderizado de la parte superior de la segunda propuesta conceptual, mostrando el cabezal rasurador y el botón de encendido. Fuente: Primaria.

4. Referencias de apartado A (anexo V)

[1] J. Panero y M. Zelnik, *Las dimensiones humanas en los espacios interiores*, 7ª ed. México D.F., México: Ediciones G. Gili, 1996.

[2] Science Museum Group. "Thorens 'Riviera' clockwork dry shaver (razor)." (Blog sobre afeitadora mecánica Thorens "Riviera"). Sciencemuseumgroup.org.uk. Accedido: jul. 7, 2023. [En línea]. Disponible en: https://collection.sciencemuseumgroup.org.uk/objects/co46167

[3] Wikipedia. "Plástico termoestable." Wikipedia.org. Accedido: jul. 7, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_wVqQ

[4] Wikipedia. "Urea formaldehído." Wikipedia.org. Accedido: jul. 7, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_wVzw

[5] Wikipedia. "Formaldehído." Wikipedia.org. Accedido: jul. 7, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_wVzx

[6] The Analog Dept. "Thorens: A brief summary of the company's history, developments and product line." Theanalogdept.com. Accedido: jul. 7, 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.theanalogdept.com/thorens_history.htm

[7] I. Campi i Valls, "El diseño de producto en el siglo xx. Un experimento narrativo occidental," Tesis doctoral, Departament de Disseny i Imatge, Universitat de Barcelona, Barcelona, España, 2015.

[8] "Anuncio de afeitadora mecánica 'Riviera'," (en francés), *L'Action Automobile et Touristique*, p. 6, jul. 1955.

[9] F. Anthony, "The Borax Debates: From Modern Design to Non-Design" en *Non-Design: Architecture, Liberalism, and the Market*, Chicago, IL, USA: Univ. of Chicago Press, 2021, cap. 3. Accedido: jul. 7, 2023. [En línea]. Disponible en: https://degruyter.com/document/doi/10.7208/9780226752471-004

[10] Wikipedia. "Acrylonitrile butadiene styrene." Wikipedia.org. Accedido: jul. 9, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_w32J

[11] Wikipedia. "Thermoplastic." Wikipedia.org. Accedido: jul. 9, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_w328

[12] Oxford Reference. "Urea formaldehyde (urea methanal, urea resin)." Oxfordreference.com. Accedido: jul. 9, 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/acref/9780198832102.001.0001/acref-9780198832102-e-9605

[13] Oxford Reference. "Acrylonitrile-butadiene-styrene (ABS plastic)." Oxfordreference.com. Accedido: jul. 9, 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/acref/9780198832102.001.0001/acref-9780198832102-e-9061

[14] CES EduPack 2013. (ver. 12.2.13). Granta Design Limited. [Software]. Database: "CES EduPack 2013 Nivel 2", Table: "Universo Materiales", Subset: "Edu Nivel 2 con propiedades de durabilidad".

[15] Wikipedia. "Usabilidad." Wikipedia.org. Accedido: jul. 10, 2023. [En línea]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Usabilidad

[16] Diccionario de la lengua española. "Funcionalidad." Dle.rae.es. Accedido: jul. 10, 2023. [En línea]. Disponible en: https://dle.rae.es/funcionalidad

[17] Diccionario de la lengua española. "Funcional." Dle.rae.es. Accedido: jul. 10, 2023. [En línea]. Disponible en: https://dle.rae.es/funcional

[18] Wikipedia. "Hydrochloric acid." Wikipedia.org. Accedido: jul. 10, 2023. [En línea]. Disponible en: https://en.wikipedia.org/wiki/Hydrochloric_acid

[19] Wikipedia. "Phosphoric acid." Wikipedia.org. Accedido: jul. 10, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_w2VG

[20] Wikipedia. "Aluminio." Wikipedia.org. Accedido: jul. 16, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_vysX

[21] D. R. Askeland, *The Science and Engineering of Materials*, 3ª S.I. ed. Dordrecht, Países Bajos: Springer Science+Business Media B.V., 1996.

[22] E. A. Avallone y T. Baumeister III, *Marks' Standard Handbook for Mechanical Engineers*, 10ª ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 1996.

[23] J. G. Kaufman, *Introduction to Aluminum Alloys and Tempers*, ASM International, 2000.

[24] D. L. Snyder, "Decorative chromium plating," *Metal Finishing*, vol. 98, issue 1, pp. 215-222, ene. 2000, doi: 10.1016/S0026-0576(00)80328-1.

[25] TECNOCROM. "Resistencia de las películas de cromo a la corrosión." Tecnocrom.es. Accedido: jul. 16, 2023. [En línea]. Disponible en: https://tecnocrom.es/index.php/es/tratamientos/cromo-duro/resistencia-a-la-corrosion.html

Anexo V
Diseño conceptual

Apartado B: Selección de propuestas

En este apartado, se contrastarán las características, ya comentadas en el epígrafe anterior, del producto de referencia y de las dos propuestas formuladas, a través de una matriz Pugh, determinando las soluciones más viables que, posteriormente, podrán conformar el diseño conceptual final.

1. Metodología

El método de decisión mediante matriz Pugh es una herramienta metodológica que permite comparar los atributos de diferentes propuestas de diseño cuantitativamente, siguiendo una serie de criterios ya definidos.

El proceso desemboca en la elección de aquella propuesta y soluciones individuales que satisfacen mejor dichos criterios [1].

Este método recibe el nombre de su autor, Stuart Pugh, el cual trató en su libro "Total Design: Integrated Methods for Successful Product Engineering" (editado por Addison-Wesley, 1991) [1].

La matriz de decisiones está formada por tres campos principales: el listado de criterios considerados, el de alternativas propuestas y el apartado de evaluación [1].

Atendiendo al listado de criterios considerados, este se ha conformado con la lista de los "Qué" empleada en el despliegue de la función de calidad ya realizado, el cual figura en el "Apartado B: QFD" del "Anexo III: Estudio de marketing".

Los criterios contemplados están ordenados de mayor a menor siguiendo la ponderación relativa porcentual obtenida en el QFD, lo que define un grado de relevancia para cada uno.

En el campo de alternativas, se encuentran las características del producto de referencia (i. e., la afeitadora mecánica en seco Thorens "Riviera") y de las dos propuestas conceptuales de producto contempladas, todas ellas clasificadas según el criterio con el que se relacionan en mayor grado.

Además, con tal de poder valorar cualitativamente a simple vista cada atributo, estos se han señalado con una cruz oscura, o no, dependiendo de si son considerados dentro de su criterio una debilidad o fortaleza del producto, respectivamente.



Figura 1. Afeitadora mecánica en seco Thorens "Riviera", con estuche y manuales. Fuente: Adaptada de Google Imágenes (URL no disponible).

Debido a que en cada criterio se contempla un número distinto de características, a estas se les ha asignado por simplicidad un peso equitativo dentro de cada criterio considerado (p. ej., en el criterio "Precio competitivo", se discuten un total de tres características, por lo que a cada una se le asigna un peso de 100/3 = 33,33 %).

Por último, en el apartado de evaluación, se comparan las características de las dos propuestas con las del producto de referencia, mostrando en qué atributos es superado (o no) y cómo [1].

Dentro de cada comparación figuran tres calificaciones cuantitativas interrelacionadas: una ponderación absoluta, una relativa parcial y una relativa total.

En la ponderación absoluta, se ha asignado a cada atributo un valor de "1", "0" o "-1" según si este supera, se valora igual o es superado por el del producto de referencia, respectivamente [1].

La ponderación relativa parcial se ha calculado multiplicando la ponderación absoluta de la característica por el peso equitativo del criterio en el que esta se encuentra, mientras que la ponderación relativa total se ha obtenido multiplicando a la anterior el grado de relevancia del criterio considerado en ese momento.

Las ponderaciones relativas se deben entender como el grado de mejora porcentual que un atributo aporta a un criterio concreto (i. e., ponderación relativa parcial) y, por ende, a la propuesta (i. e., ponderación relativa total), con respecto al producto de referencia, la afeitadora Thorens "Riviera".

Dicha graduación puede ser positiva, nula o negativa, significando lo mismo que en la ponderación absoluta (p. ej., si un atributo recibe una ponderación absoluta de "0", la relativa parcial y total darán 0 % ya que no mejora ni perjudica al criterio tenido en cuenta ni a la propuesta planteada).

Tras asignar los valores anteriores, se procede a calcular, para cada comparación, las sumatorias de las diferentes ponderaciones de cada criterio, separando los valores positivos (Σ"+1"), negativos (Σ"-1") y neutros (Σ"0"), y hallando la diferencia entre los dos primeros (Σ"+1"-"-1").

Acto seguido, se agrupan las sumatorias del mismo tipo (i. e., calcular ΣΣ"+1", ΣΣ"-1", ΣΣ"0" y ΣΣ"+1"-"-1") para finalmente obtener el grado de mejora de la propuesta considerada, con base en la ponderación absoluta total y relativa total.



Figura 2. Renderizado de la primera propuesta conceptual, mostrando el cabezal rasurador, la llave de recarga (izquierda) y el botón de encendido (derecha). Fuente: Primaria.



Figura 3. Renderizado de la parte superior de la primera propuesta conceptual, mostrando el cabezal rasurador y el botón de encendido. Fuente: Primaria.



Figura 4. Renderizado de la parte superior de la segunda propuesta conceptual, mostrando el cabezal rasurador y el botón de encendido. Fuente: Primaria.

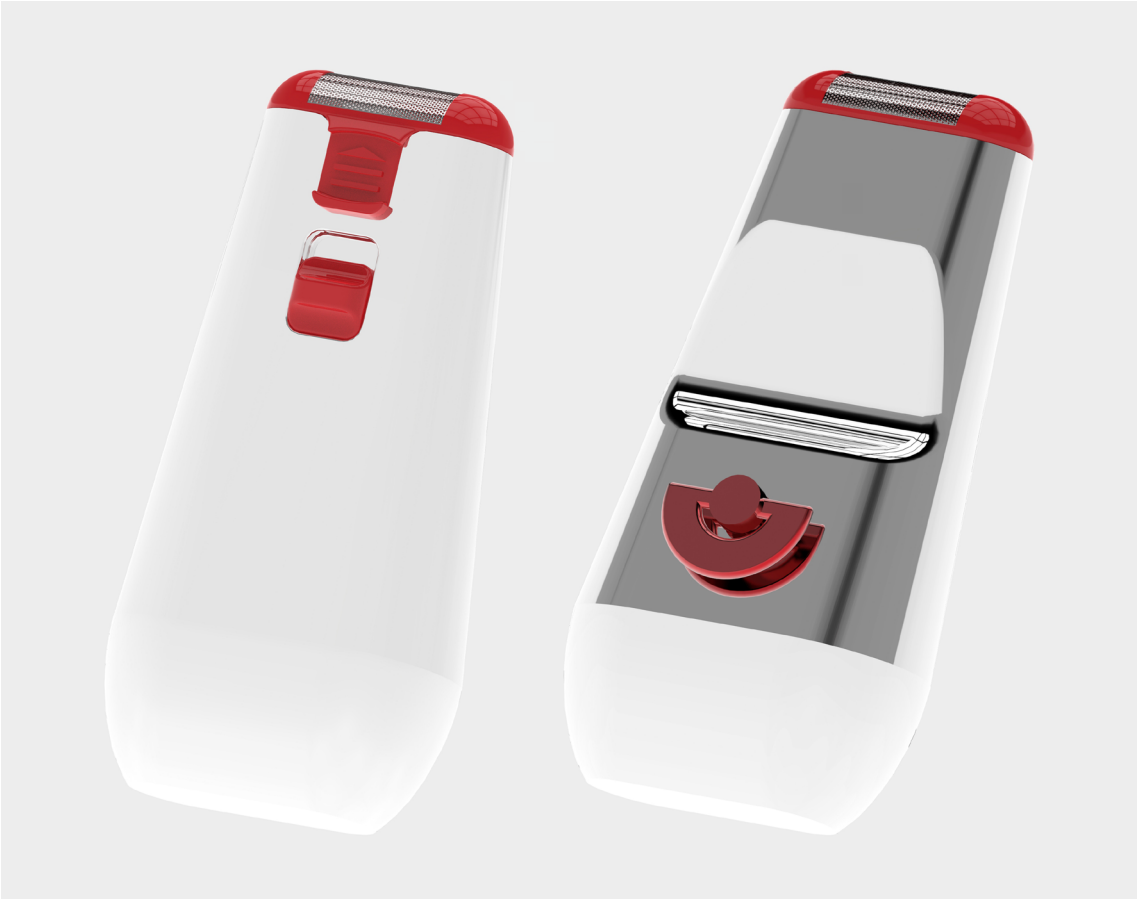


Figura 5. Renderizado de la segunda propuesta conceptual, mostrando el cabezal rasurador, la llave de recarga (derecha) y el botón de encendido (izquierda). Fuente: Primaria.

Por lo general, todos los campos y cálculos comentados se suelen agrupar en un solo diagrama para enfatizar visualmente las relaciones entre dichos datos.

Sin embargo, en este caso, tales elementos se dispondrán tabulados de forma separada, pudiendo interpretar con mayor claridad el grado de mejora de cada criterio y de las dos propuestas formuladas.

2. Resultados

Siguiendo la metodología ya descrita, se obtiene la matriz Pugh siguiente, la cual ha sido recopilada en las tablas 1 a la 12.

Respecto a la evaluación de alternativas presente en las tablas 8 a la 10, las sumatorias de las ponderaciones de cada criterio y propuesta figuran en las tablas 11 y 12.

Núm. de criterio	Lista de los "Qué" (Criterios)	Grado de relevancia de criterio (%)	Núm. de carácterísticas de criterio (Nc)	Peso de característica según criterio (100/Nc)
1	Precio competitivo	12,327 %	3	33,333 %
2	Autonomía basada en almacenaje de energía a largo plazo	11,556 %	2	50,000 %
3	Facilidad de uso	9,861 %	5	20,000 %
4	Estética formal distinguida	9,245 %	4	25,000 %
5	Alta reciclabilidad	8,320 %	5	20,000 %
6	Reducido impacto ambiental	8,320 %	3	33,333 %
7	Protección del producto	6,934 %	15	6,667 %
8	Protección del usuario	6,934 %	8	12,500 %
9	Multifuncionalidad	6,163 %	2	50,000 %
10	Ergonomía	5,547 %	19	5,263 %
11	Portabilidad	5,547 %	9	11,111 %
12	Alta reparabilidad	5,547 %	3	33,333 %
13	Facilidad de desensamblado	3,698 %	6	16,667 %

Tabla 1. Lista de criterios de la matriz Pugh, mostrando sus variables asociadas. Fuente: Primaria.

Núm. de atributo	Alternativas de producto		
	Thorens "Riviera" (Referencia)	Propuesta 1 (A)	Propuesta 2 (B)
	1. Precio competitivo		
1.1	El PVP supuestamente se contuvo al usar materiales más baratos en algún componente (p. ej., carcasa de urea-formaldehído).	El PVP se moderaría al usar materiales de menor calidad en algún componente (p. ej., carcasa de polímero ABS).	El PVP aumentaría al usar materiales de mayor calidad (p. ej., carcasa de aluminio).
1.2	Aparato internamente complejo de fabricar en su época (años 50).	Aparato internamente sencillo de fabricar con la automatización industrial actual.	Aparato internamente sencillo de fabricar con la automatización industrial actual.
1.3	PVP elevado en su época (años 50) debido a la supuesta manufactura tradicional.	PVP moderado debido a la manufactura automatizada actual.	PVP moderado debido a la manufactura automatizada actual.
	2. Autonomía basada en almacenaje de energía a largo plazo		
2.1	Muelle motor en espiral con engranaje solidario a este.	Muelle motor en espiral con engranaje solidario a este.	Muelle motor en espiral con engranaje solidario a este.
2.2	Movimiento circular de las cuchillas que utilizan el ciclo completo de giro del volante de inercia.	Movimiento prismático de las cuchillas que utilizan solo el ciclo senoidal de giro del volante de inercia.	Movimiento prismático de las cuchillas que utilizan solo el ciclo senoidal de giro del volante de inercia.
	3. Facilidad de uso (Parte 1 de 2)		
3.1	Código de colores indicadores de encendido/apagado (botones de acción pigmentados).	Código de colores indicadores de encendido/apagado (situados tras el botón de encendido deslizante).	Código de colores indicadores de encendido/apagado (situados tras el botón de encendido deslizante).

Tabla 2. Lista de características de las alternativas planteadas en la matriz Pugh (Parte 1 de 6). Fuente: Primaria.

Núm. de atributo	Alternativas de producto		
	Thorens "Riviera" (Referencia)	Propuesta 1 (A)	Propuesta 2 (B)
	3. Facilidad de uso (Parte 2 de 2)		
3.2	Relieves indicadores de dirección de desplazamiento o giro (en cabezales y llave de recarga).	Relieves indicadores de dirección de desplazamiento o giro (en cabezales y llave de recarga).	Relieves indicadores de dirección de desplazamiento o giro (en cabezales y llave de recarga).
3.3	Manual de instrucciones con ilustraciones.	Manual de instrucciones con ilustraciones.	Manual de instrucciones con ilustraciones.
3.4	Distribución bulbosa de volúmenes (el usuario se centra en el funcionamiento del aparato).	Distribución compacta de volúmenes (el funcionamiento del aparato se intuye sin temor).	Distribución compacta de volúmenes (el funcionamiento del aparato se intuye sin temor).
3.5	Estructura desordenada del aparato (cada elemento interactivo actúa en una dirección distinta).	Estructura vertical espaciosa del aparato (los elementos interactivos se distribuyen mejor).	Estructura vertical espaciosa del aparato (los elementos interactivos se distribuyen mejor).
	4. Estética formal distinguida		
4.1	Líneas curvas aerodinámicas (típico del "Styling"/"Borax" de los 50).	Líneas rectas y curvas, funcionales y ergonómicas.	Líneas curvas tangentes, funcionales y con ergonomía sutil.
4.2	Estilo pasado de moda ("Styling"/"Borax" de los años 50).	Estilo minimalista, moderno y atemporal.	Estilo situado entre el "Styling" y minimalismo.
4.3	Colores pastel claros (en carcasa).	Combinación bitonal de blanco con matices rojos (resalta elementos interactivos y sensación de limpieza en carcasa).	Combinación bitonal de blanco con matices rojos (resalta elementos interactivos y sensación de limpieza en carcasa).
4.4	Cromados (en cabezales y llave de recarga).	Cromados (en llave de recarga).	Cromados (en carcasa y llave de recarga).
	5. Alta reciclabilidad		
5.1	Metal reutilizable (material del mecanismo interno y elementos exteriores).	Metal reutilizable (material del mecanismo interno y llave de recarga).	Metal reutilizable (material del mecanismo interno, carcasa y llave de recarga).
5.2	Carcasa de polímero termoestable no reciclable (urea-formaldehído).	Polímero ABS reutilizable (material de la carcasa, cabezal cortante y botón de encendido).	Polímero ABS reutilizable (material del cabezal cortante y botón de encendido).
5.3	Ninguna pieza tiene marcado de material.	Todas las piezas tienen marcado de material.	Todas las piezas tienen marcado de material.
5.4	Separabilidad alta en piezas de un solo material (Piezas de metal).	Separabilidad alta en piezas de un solo material (Piezas de metal).	Separabilidad alta en piezas de material no aleado (Algunas piezas de metal).
5.5	Separabilidad baja en piezas de más de uno (Carcasa con insertos de metal).	Separabilidad baja en piezas de más de uno (Carcasa con insertos de diferente material).	Separabilidad baja en piezas de material aleado (Carcasa de aleación de aluminio).
	6. Reducido impacto ambiental		
6.1	Las piezas principales son metálicas (mecanismo interno y elementos exteriores).	Las piezas principales son metálicas (mecanismo interno y llave de recarga).	Numerosas piezas principales son metálicas (mecanismo interno, carcasa y llave de recarga).
6.2	La carcasa es de polímero termoestable (urea-formaldehído).	Numerosas piezas son de polímero termoplástico ABS (carcasa, cabezal cortante y botón de encendido).	Algunas piezas son de polímero termoplástico ABS (cabezal cortante y botón de encendido).
6.3	Lubricante sin clasificar con composición desconocida.	Lubricante clasificado con composición conocida.	Lubricante clasificado con composición conocida.
	7. Protección del producto (Parte 1 de 2)		
7.1	Ausencia de juntas que garanticen la estanqueidad del aparato, permitiendo la entrada de contaminantes y la perdida de lubricante interno.	Se incluyen juntas entre las piezas para garantizar una mayor estanqueidad del aparato, evitando la entrada de contaminantes y la perdida de lubricante interno en la medida de lo posible.	Se incluyen juntas entre las piezas para garantizar una mayor estanqueidad del aparato, evitando la entrada de contaminantes y la perdida de lubricante interno en la medida de lo posible.
7.2	Aislamientos de mecanismo interno y partes móviles dentro de carcasas con uniones solo manipulables mediante herramientas específicas.	Aislamientos de mecanismo interno y partes móviles dentro de carcasas con uniones solo manipulables mediante herramientas específicas.	Aislamientos de mecanismo interno y partes móviles dentro de carcasas con uniones solo manipulables mediante herramientas específicas.

Tabla 3. Lista de características de las alternativas planteadas en la matriz Pugh (Parte 2 de 6). Fuente: Primaria.

Núm. de atributo	Alternativas de producto		
	Thorens "Riviera" (Referencia)	Propuesta 1 (A)	Propuesta 2 (B)
	7. Protección del producto (Parte 2 de 2)		
7.3	Falta de mecanismo de restricción de funcionamiento al cambiar de configuración y/o estado (p. ej., al recargar o extraer el cabezal cortante).	Se incluye mecanismo de restricción de funcionamiento al cambiar de configuración y/o estado (p. ej., al recargar o extraer el cabezal cortante).	Se incluye mecanismo de restricción de funcionamiento al cambiar de configuración y/o estado (p. ej., al recargar o extraer el cabezal cortante).
7.4	Las piezas de polímero (urea-formaldehído) soportan polvo y humedad.	Las piezas de polímero (ABS) soportan polvo y humedad.	Las piezas de polímero (ABS) soportan polvo y humedad.
7.5	Las piezas de polímero (urea-formaldehído) no soportan el lubricante interno en gran medida.	Las piezas de polímero (ABS) soportan aceites animales, vegetales y minerales (posible lubricante interno).	Las piezas de polímero (ABS) soportan aceites animales, vegetales y minerales (posible lubricante interno).
7.6	Las piezas metálicas externas soportan polvo, humedad y lubricante al estar cromadas.	Las piezas metálicas externas soportan polvo, humedad y lubricante al estar cromadas.	Las piezas metálicas externas soportan polvo, humedad y lubricante al estar cromadas.
7.7	Las piezas metálicas internas soportan polvo y lubricante.	Las piezas metálicas internas soportan polvo y lubricante.	Las piezas metálicas internas soportan polvo y lubricante.
7.8	Las piezas metálicas internas no soportan humedad en gran medida.	Las piezas metálicas internas no soportan humedad en gran medida.	Las piezas metálicas internas no soportan humedad en gran medida.
7.9	La estructura interna soporta las vibraciones de su funcionamiento.	La estructura interna soporta las vibraciones de su funcionamiento gracias a las juntas entre piezas.	La estructura interna soporta las vibraciones de su funcionamiento gracias a las juntas entre piezas.
7.10	Las piezas de polímero (urea-formaldehído) no soportan caídas al ser un material frágil; se detectan grietas.	Las piezas de polímero (ABS) soportan mejor las caídas al tener mayor resistencia y flexibilidad.	Las piezas metálicas (Aluminio) soportan mejor las caídas al ser más resistentes y dúctiles.
7.11	Las piezas de polímero (urea-formaldehído) no soportan roces ligeros, siendo los arañazos detectables.	Las piezas de polímero (ABS) no soportan roces ligeros, siendo los arañazos detectables.	Las piezas metálicas (Aluminio) soportan roces ligeros.
7.12	Las piezas de polímero (urea-formaldehído) presentan descoloridos debido a la corrosión del lubricante interno.	Las piezas de polímero (ABS) no soportan la radiación UV, pudiendo producir descoloridos.	Las piezas metálicas (Aluminio) no se descoloran al estar la mayoría cromadas.
7.13	Las piezas metálicas soportan caídas, pero obteniendo deformaciones plásticas visibles.	Las piezas metálicas soportan caídas, pero obteniendo deformaciones plásticas visibles.	Las piezas metálicas soportan caídas, pero obteniendo deformaciones plásticas visibles.
7.14	Las piezas exteriores han resistido a productos de higiene personal (i. e., geles, aceites...).	Las piezas exteriores de ABS no resisten a alcoholes, presentes en productos de higiene personal.	Las piezas exteriores de metal resisten a productos de higiene personal (i. e., geles, aceites...) debido al cromado.
7.15	Normativa aplicada indeterminada.	Aplicación de la normativa relativa a seguridad del producto y resistencia de materiales.	Aplicación de la normativa relativa a seguridad del producto y resistencia de materiales.
	8. Protección del usuario (Parte 1 de 2)		
8.1	El área de corte de los cabezales es limitada.	El área de corte de los cabezales es mayor, siendo más eficientes.	El área de corte de los cabezales es mayor, siendo más eficientes.
8.2	El aparato tiene una alta velocidad de corte sin tirones.	El aparato tiene una alta velocidad y cadencia de corte sin tirones.	El aparato tiene una alta velocidad y cadencia de corte sin tirones.
8.3	El cabezal rasurador tiene una rejilla anticortes, tocable con los dedos desnudos.	El cabezal rasurador tiene una rejilla anticortes, tocable con los dedos desnudos.	El cabezal rasurador tiene una rejilla anticortes, tocable con los dedos desnudos.
8.4	La unión mediante bayoneta del cabezal cortante aporta estabilidad al anclarse.	El anclado de los cabezales basado en dos pulsadores laterales, que desbloquean dos pestañas parejas al presionarse, aporta estabilidad.	El anclado de los cabezales basado en un pulsador frontal, que desbloquea dos pestañas al deslizarse, aporta comodidad.
8.5	La unión mediante bayoneta del cabezal cortante se puede bloquear debido a la dilatación del material metálico.	El anclado de los cabezales, basado en dos pulsadores laterales, no se bloquea involuntariamente al dilatarse el material (polímero ABS).	El anclado de los cabezales, basado en un pulsador frontal no se bloquea involuntariamente al dilatarse el material (polímero ABS).

Tabla 4. Lista de características de las alternativas planteadas en la matriz Pugh (Parte 3 de 6). Fuente: Primaria.

Núm. de atributo	Alternativas de producto		
	Thorens "Riviera" (Referencia)	Propuesta 1 (A)	Propuesta 2 (B)
	8. Protección del usuario (Parte 2 de 2)		
8.6	El cabezal cortante es limpiable con agua.	El cabezal cortante es limpiable con agua.	El cabezal cortante es limpiable con agua.
8.7	La estructura interna del cabezal rasurador hace difícil el reemplazo de las hojas, requiriendo herramientas específicas (p. ej., alicates de punta fina).	La estructura interna del cabezal rasurador permite un fácil reemplazo de las hojas, solo debiendo ceder manualmente las pestañas que anclan el soporte interno desechable.	La estructura interna del cabezal rasurador permite un fácil reemplazo de las hojas, solo debiendo ceder manualmente las pestañas que anclan el soporte interno desechable.
8.8	El cabezal cortapelos transmite un carácter cortante al situarse sobre una de las caras del aparato.	El cabezal perfilador transmite seguridad al adaptarse a la carcasa de morfología minimalista.	El cabezal perfilador transmite un carácter punzante al adaptarse a la morfología curva de la carcasa.
	9. Multifuncionalidad		
9.1	Cabezal intercambiable (rasurador y cortapelos).	Cabezal intercambiable (rasurador y cortapelos/perfilador).	Cabezal intercambiable (rasurador y cortapelos/perfilador).
9.2	No incluye apenas elementos auxiliares que asistan el afeitado (p. ej., espejo, cepillo para limpiar cabezales...).	Incluye elementos auxiliares que asisten el afeitado (i. e., espejo, cepillo para limpiar cabezales...).	Incluye elementos auxiliares que asisten el afeitado (i. e., espejo, cepillo para limpiar cabezales...).
	10. Ergonomía (Parte 1 de 2)		
10.1	Las medidas del aparato, situadas entre el percentil 5 y 95, permiten un manejo ergonómico.	Las medidas del aparato, basadas en las del percentil poblacional 95, permiten una sujeción firme y cómoda.	Las medidas del aparato, basadas en las del percentil poblacional 95, permiten una correcta sujeción y gran adaptabilidad.
10.2	El peso del aparato es de 472 gramos aproximadamente.	El peso sería menor a 400 gramos, materializable mediante estudio de materiales (p. ej., uso de ABS ligero) y adelgazamiento de piezas.	El peso sería similar al de la afeitadora de referencia al optar por una carcasa de aluminio.
10.3	Volumen total irregular debido a elementos exteriores puntualmente localizados.	Distribución regular en volúmenes.	Distribución funcional y ergonómica sutil de los volúmenes.
10.4	Morfología circular, curva y bulbosa de la afeitadora.	Morfología compacta, fusionando planos con perfiles redondeados.	Morfología bulbosa y con curvas tangentes entre ellas para una mayor manejabilidad.
10.5	Posición intuitiva y visible de los elementos móviles externos (botones a los lados y llave de recarga en cara posterior).	Posición intuitiva y visible de los elementos móviles externos (botón al frente y llave de recarga en cara posterior).	Posición intuitiva y visible de los elementos móviles externos (botones al frente y llave de recarga en cara posterior).
10.6	Posibles pinzamientos al accionar piezas externas.	Posibles pinzamientos al accionar piezas externas.	Pinzamientos solucionados en la llave de recarga al aumentar el espacio entre esta y la carcasa.
10.7	El cabezal cortante con movimiento circular de las cuchillas se sitúa en uno de los frontales del aparato.	El cabezal cortante con movimiento longitudinal prismático de las cuchillas se sitúa en la parte superior del aparato.	El cabezal cortante con movimiento longitudinal prismático de las cuchillas se sitúa en la parte superior del aparato.
10.8	El cabezal cortapelos no es eficiente ni eficaz al cortar circularmente y en todas direcciones, en vez de sobre una línea recta y en una sola dirección.	El cabezal cortapelos es intuitivo y eficaz al cortar sobre una línea recta y en una sola dirección.	El cabezal cortapelos es intuitivo y eficaz al cortar sobre una línea recta y en una sola dirección.
10.9	El cabezal rasurador plano no se adapta bien a las curvas de la cara, obligando a realizar movimientos incomodos y pudiendo provocar tirones.	El cabezal rasurador con rejilla curva se adapta bien a las curvas de la cara, sin forzar movimientos incómodos ni provocando tirones.	El cabezal rasurador con rejilla curva (con menor curvatura) y flancos redondeados se adapta bien a las curvas de la cara.
10.10	Libre de esquinas puntiagudas.	Libre de esquinas puntiagudas.	Libre de esquinas puntiagudas.
10.11	Aristas redondeadas.	Aristas redondeadas.	Aristas redondeadas.
10.12	Tacto suave de materiales y tratamientos exteriores (polímero y cromado).	Tacto suave de materiales y tratamientos exteriores (polímero ABS y cromado).	Tacto suave de materiales y tratamientos exteriores (polímero y cromado).

Tabla 5. Lista de características de las alternativas planteadas en la matriz Pugh (Parte 4 de 6). Fuente: Primaria.

Núm. de atributo	Alternativas de producto		
	Thorens "Riviera" (Referencia)	Propuesta 1 (A)	Propuesta 2 (B)
	10. Ergonomía (Parte 2 de 2)		
10.13	Las superficies excesivamente lisas (en carcasa, principalmente) promueven el resbalamiento del aparato de la mano.	Las superficies excesivamente lisas propensas al resbalamiento incluyen relieves para evitarlo (en cabezales y botón de encendido, principalmente; carcasa mejorable al no incluirlos).	Las superficies excesivamente lisas propensas al resbalamiento utilizan relieves (en cabezales y botón de encendido) y formas concretas (en carcasa) para un agarre firme.
10.14	Los botones de encendido y apagado son pulsables.	El botón de encendido es deslizante.	El botón de encendido es deslizante.
10.15	Los botones de encendido y apagado son lisos y tienen poca adherencia.	El botón de encendido es estrecho e incluye solo relieves para aumentar su adherencia.	El botón de encendido es más ancho e incluye un tirador, asegurando un desplazamiento ergonómico con el pulgar.
10.16	Las superficies del cabezal cortante son lisas, no integrando ningún método (p. ej., pulsadores, relieves...) para una mayor adherencia de los dedos al retirarlo.	Los pulsadores laterales de los cabezales integran un relieve denso para una mayor adherencia del pulgar.	El botón frontal de los cabezales integra relieves y topes curvos para una mayor adherencia y bloqueo del movimiento del pulgar.
10.17	El gran tamaño de la llave de recarga puede interferir en el agarre del aparato.	El gran tamaño de la llave de recarga puede interferir en el agarre del aparato.	La llave de recarga es más pequeña para no interferir en la ergonomía curva del aparato.
10.18	La forma de la carcasa no transmite una posición clara de reposo estable sobre una superficie.	La forma de la carcasa no transmite una posición clara de reposo estable sobre una superficie.	El modulo inferior incluye una superficie plana para mantener de pie al aparato.
10.19	La laterales curvos de la carcasa aseguran una sujeción correcta del aparato mediante un movimiento de pinza.	La carcasa no incluye métodos (p. ej., relieves) para asegurar una sujeción correcta del aparato mediante un movimiento de pinza.	El módulo superior incluye una gruta para apoyar los dedos y asegurar la sujeción correcta del aparato mediante un movimiento de pinza.
	11. Portabilidad		
11.1	Estuche de piel adaptado a las medidas generales del aparato.	Estuche rectangular de plástico en su exterior y espuma en su interior.	Estuche rígido de goma EVA y tela de poliéster adaptado a la forma ergonómica del aparato.
11.2	Cremallera de metal como sistema de cierre de estuche.	Broche sencillo de plástico como sistema de cierre de estuche.	Cremallera de plástico como sistema de cierre de estuche.
11.3	Volumen interno del estuche desaprovechado; no es compacto.	Volumen interno del estuche desaprovechado; no es compacto.	Volumen interno del estuche ajustado a los elementos guardados para inmovilizarlos; es muy compacto.
11.4	Estuche resistente a golpes, roces, líquidos de higiene y humedad.	Estuche resistente a golpes, roces, líquidos de higiene y humedad.	Estuche resistente a golpes, roces, líquidos de higiene y humedad.
11.5	Estuche solo permite guardar en su interior afeitadora y algunos elementos auxiliares (brocha limpiadora y cortapelos).	Estuche funcional capaz de guardar en su interior afeitadora y múltiples elementos auxiliares (p. ej., espejo, brocha limpiadora, cortapelos).	Estuche funcional capaz de guardar en su interior afeitadora y múltiples elementos auxiliares (p. ej., espejo, brocha limpiadora, cortapelos).
11.6	Embalaje compuesto de caja de cartón fino y corrugado, adaptándose a la forma del estuche para inmovilizarlo.	Embalaje compuesto de tira de cartón fino, ocultando el broche del estuche para evitar su apertura.	Embalaje compuesto de caja de cartón fino y corrugado, adaptándose a la forma del estuche para inmovilizarlo.
11.7	Embalaje apilable y manejable durante transporte mercantil.	Embalaje (con estuche) apilable y manejable durante transporte mercantil.	Embalaje apilable y manejable durante transporte mercantil.
11.8	Embalaje emplea pestañas de cartón y adhesivo para conformarse.	Embalaje emplea pestañas de cartón para conformarse.	Embalaje emplea pestañas de cartón y adhesivo para conformarse.
11.9	Embalaje no compacto debido a la forma irregular del envase.	Embalaje compacto debido a la forma regular del envase.	Embalaje no compacto debido a la forma irregular del envase.
	12. Alta reparabilidad (Parte 1 de 2)		
12.1	Lubricación interna realizable desde el exterior del aparato.	Lubricación interna únicamente realizable desmontando el aparato.	Lubricación interna únicamente realizable desmontando el aparato.

Tabla 6. Lista de características de las alternativas planteadas en la matriz Pugh (Parte 5 de 6). Fuente: Primaria.

Núm. de atributo	Alternativas de producto		
	Thorens "Riviera" (Referencia)	Propuesta 1 (A)	Propuesta 2 (B)
	12. Alta reparabilidad (Parte 2 de 2)		
12.2	Piezas fácilmente accesibles para su limpieza, solo debiendo retirar las uniones desmontables requeridas.	Piezas fácilmente accesibles para su limpieza, solo debiendo retirar el cabezal cortante para acceder al interior.	Piezas fácilmente accesibles para su limpieza, solo debiendo retirar el módulo inferior para acceder al interior.
12.3	Fácil sustitución de elementos averiados al ser mayormente metálicos y tener uniones desmontables/reutilizables.	Fácil sustitución de elementos averiados al ser mayormente metálicos y tener uniones accesibles.	Fácil sustitución de elementos averiados al ser mayormente metálicos y tener uniones accesibles.
	13. Facilidad de desensamblado		
13.1	Utilización de piezas genuinas (engranajes) y estandarizadas (tornillos).	Utilización de piezas genuinas (engranajes) y estandarizadas (tornillos).	Utilización de piezas genuinas (engranajes) y estandarizadas (tornillos).
13.2	Alta variedad y cantidad de uniones (i. e., sistemas macho-hembra y mecanismos de presión).	Reducción de variedad y cantidad de uniones.	Alta variedad y cantidad de uniones.
13.3	Carcasa compuesta por dos mitades unidas mediante tornillos.	Carcasa unimodular con acceso al interior del aparato tras retirar el cabezal cortante.	Carcasa compuesta por dos mitades unidas mediante un tornillo y una chapa de sujeción.
13.4	Existencia de uniones no reutilizables tras romperse (p. ej., pestañas de polímero).	Existencia de uniones no reutilizables tras romperse (p. ej., las pestañas de polímero sufren de fatiga tras muchos usos).	Mayor resistencia de uniones no reutilizables al redimensionar (p. ej., las pestañas de polímero sufren de fatiga tras muchos usos).
13.5	Cabezal cortante anclado mediante bayoneta giratoria.	Cabezal cortante anclado mediante dos pestañas laterales a la carcasa; estas se desanclan fácilmente al presionar dos pulsadores situados encima.	Cabezal cortante anclado mediante dos pestañas frontales a la carcasa; estas se desanclan fácilmente al deslizar un botón frontal con relieves.
13.6	Envase con componentes y uniones menos separables.	Envase con componentes y uniones más separables.	Envase con componentes y uniones menos separables.

Tabla 7. Lista de características de las alternativas planteadas en la matriz Pugh (Parte 6 de 6). Fuente: Primaria.

Núm. de atributo	Evaluación de propuesta					
	"A" respecto a "Referencia"			"B" respecto a "Referencia"		
	Ponderación					
	Absoluta (-1, 0, +1)	Relativa parcial (Abs × Peso)	Relativa total (% × Abs × Peso)	Absoluta (-1, 0, +1)	Relativa parcial (Abs × Peso)	Relativa total (% × Abs × Peso)
	1. Precio competitivo					
1.1	0	0,000 %	0,000 %	1	33,333 %	4,109 %
1.2	1	33,333 %	4,109 %	1	33,333 %	4,109 %
1.3	1	33,333 %	4,109 %	1	33,333 %	4,109 %
	2. Autonomía basada en almacenaje de energía a largo plazo					
2.1	1	50,000 %	5,778 %	1	50,000 %	5,778 %
2.2	1	50,000 %	5,778 %	1	50,000 %	5,778 %
	3. Facilidad de uso					
3.1	1	20,000 %	1,972 %	1	20,000 %	1,972 %
3.2	0	0,000 %	0,000 %	0	0,000 %	0,000 %
3.3	0	0,000 %	0,000 %	0	0,000 %	0,000 %
3.4	1	20,000 %	1,972 %	1	20,000 %	1,972 %
3.5	1	20,000 %	1,972 %	1	20,000 %	1,972 %
	4. Estética formal distinguida (Parte 1 de 2)					
4.1	1	25,000 %	2,311 %	1	25,000 %	2,311 %
4.2	1	25,000 %	2,311 %	0	0,000 %	0,000 %

Tabla 8. Evaluación de atributos de las alternativas planteadas en la matriz Pugh (Parte 1 de 3). Fuente: Primaria.

Núm. de atributo	Evaluación de propuesta					
	"A" respecto a "Referencia"			"B" respecto a "Referencia"		
	Ponderación					
	Absoluta (-1, 0, +1)	Relativa parcial (Abs × Peso)	Relativa total (% × Abs × Peso)	Absoluta (-1, 0, +1)	Relativa parcial (Abs × Peso)	Relativa total (% × Abs × Peso)
	4. Estética formal distinguida (Parte 2 de 2)					
4.3	1	25,000 %	2,311 %	1	25,000 %	2,311 %
4.4	0	0,000 %	0,000 %	0	0,000 %	0,000 %
	5. Alta reciclabilidad					
5.1	0	0,000 %	0,000 %	1	20,000 %	1,664 %
5.2	1	20,000 %	1,664 %	1	20,000 %	1,664 %
5.3	1	20,000 %	1,664 %	1	20,000 %	1,664 %
5.4	0	0,000 %	0,000 %	0	0,000 %	0,000 %
5.5	0	0,000 %	0,000 %	0	0,000 %	0,000 %
	6. Reducido impacto ambiental					
6.1	0	0,000 %	0,000 %	1	33,333 %	2,773 %
6.2	1	33,333 %	2,773 %	1	33,333 %	2,773 %
6.3	1	33,333 %	2,773 %	1	33,333 %	2,773 %
	7. Protección del producto					
7.1	1	6,667 %	0,462 %	1	6,667 %	0,462 %
7.2	0	0,000 %	0,000 %	0	0,000 %	0,000 %
7.3	1	6,667 %	0,462 %	1	6,667 %	0,462 %
7.4	0	0,000 %	0,000 %	0	0,000 %	0,000 %
7.5	1	6,667 %	0,462 %	1	6,667 %	0,462 %
7.6	0	0,000 %	0,000 %	0	0,000 %	0,000 %
7.7	0	0,000 %	0,000 %	0	0,000 %	0,000 %
7.8	0	0,000 %	0,000 %	0	0,000 %	0,000 %
7.9	1	6,667 %	0,462 %	1	6,667 %	0,462 %
7.10	1	6,667 %	0,462 %	1	6,667 %	0,462 %
7.11	0	0,000 %	0,000 %	1	6,667 %	0,462 %
7.12	0	0,000 %	0,000 %	1	6,667 %	0,462 %
7.13	0	0,000 %	0,000 %	0	0,000 %	0,000 %
7.14	-1	-6,667 %	-0,462 %	0	0,000 %	0,000 %
7.15	1	6,667 %	0,462 %	1	6,667 %	0,462 %
	8. Protección del usuario					
8.1	1	12,500 %	0,867 %	1	12,500 %	0,867 %
8.2	0	0,000 %	0,000 %	0	0,000 %	0,000 %
8.3	0	0,000 %	0,000 %	0	0,000 %	0,000 %
8.4	1	12,500 %	0,867 %	1	12,500 %	0,867 %
8.5	1	12,500 %	0,867 %	1	12,500 %	0,867 %
8.6	0	0,000 %	0,000 %	0	0,000 %	0,000 %
8.7	1	12,500 %	0,867 %	1	12,500 %	0,867 %
8.8	1	12,500 %	0,867 %	-1	-12,500 %	-0,867 %
	9. Multifuncionalidad					
9.1	0	0,000 %	0,000 %	0	0,000 %	0,000 %
9.2	1	50,000 %	3,082 %	1	50,000 %	3,082 %

Tabla 9. Evaluación de atributos de las alternativas planteadas en la matriz Pugh (Parte 2 de 3). Fuente: Primaria.

Núm. de atributo	Evaluación de propuesta					
	"A" respecto a "Referencia"			"B" respecto a "Referencia"		
	Ponderación					
	Absoluta (-1, 0, +1)	Relativa parcial (Abs × Peso)	Relativa total (% × Abs × Peso)	Absoluta (-1, 0, +1)	Relativa parcial (Abs × Peso)	Relativa total (% × Abs × Peso)
	10. Ergonomía					
10.1	0	0,000 %	0,000 %	0	0,000 %	0,000 %
10.2	1	5,263 %	0,292 %	-1	-5,263 %	-0,292 %
10.3	1	5,263 %	0,292 %	1	5,263 %	0,292 %
10.4	1	5,263 %	0,292 %	0	0,000 %	0,000 %
10.5	1	5,263 %	0,292 %	1	5,263 %	0,292 %
10.6	0	0,000 %	0,000 %	1	5,263 %	0,292 %
10.7	1	5,263 %	0,292 %	1	5,263 %	0,292 %
10.8	1	5,263 %	0,292 %	1	5,263 %	0,292 %
10.9	1	5,263 %	0,292 %	1	5,263 %	0,292 %
10.10	0	0,000 %	0,000 %	0	0,000 %	0,000 %
10.11	0	0,000 %	0,000 %	0	0,000 %	0,000 %
10.12	0	0,000 %	0,000 %	0	0,000 %	0,000 %
10.13	0	0,000 %	0,000 %	1	5,263 %	0,292 %
10.14	1	5,263 %	0,292 %	1	5,263 %	0,292 %
10.15	-1	-5,263 %	-0,292 %	1	5,263 %	0,292 %
10.16	1	5,263 %	0,292 %	1	5,263 %	0,292 %
10.17	0	0,000 %	0,000 %	1	5,263 %	0,292 %
10.18	0	0,000 %	0,000 %	1	5,263 %	0,292 %
10.19	-1	-5,263 %	-0,292 %	1	5,263 %	0,292 %
	11. Portabilidad					
11.1	-1	-11,111 %	-0,616 %	1	11,111 %	0,616 %
11.2	1	11,111 %	0,616 %	0	0,000 %	0,000 %
11.3	-1	-11,111 %	-0,616 %	1	11,111 %	0,616 %
11.4	0	0,000 %	0,000 %	0	0,000 %	0,000 %
11.5	1	11,111 %	0,616 %	1	11,111 %	0,616 %
11.6	1	11,111 %	0,616 %	0	0,000 %	0,000 %
11.7	1	11,111 %	0,616 %	0	0,000 %	0,000 %
11.8	1	11,111 %	0,616 %	0	0,000 %	0,000 %
11.9	1	11,111 %	0,616 %	-1	-11,111 %	-0,616 %
	12. Alta reparabilidar					
12.1	-1	-33,333 %	-1,849 %	-1	-33,333 %	-1,849 %
12.2	0	0,000 %	0,000 %	0	0,000 %	0,000 %
12.3	0	0,000 %	0,000 %	0	0,000 %	0,000 %
	13. Facilidad de desensamblado					
13.1	0	0,000 %	0,000 %	0	0,000 %	0,000 %
13.2	1	16,667 %	0,616 %	0	0,000 %	0,000 %
13.3	-1	-16,667 %	-0,616 %	-1	-16,667 %	-0,616 %
13.4	0	0,000 %	0,000 %	1	16,667 %	0,616 %
13.5	1	16,667 %	0,616 %	1	16,667 %	0,616 %
13.6	1	16,667 %	0,616 %	0	0,000 %	0,000 %

Tabla 10. Evaluación de atributos de las alternativas planteadas en la matriz Pugh (Parte 3 de 3). Fuente: Primaria.

Ponderación	Resumen de evaluación de propuesta							
	"A" respecto a "Referencia"				"B" respecto a "Referencia"			
	(Σ"+1")	(Σ"-1")	(Σ"0")	(Σ"+1"-"-1")	(Σ"+1")	(Σ"-1")	(Σ"0")	(Σ"+1"-"-1")
	1. Precio competitivo							
Absoluta	2	0	1	2	3	0	0	3
Relativa parcial	66,667 %	0,000 %	0,000 %	66,667 %	100,000 %	0,000 %	0,000 %	100,000 %
Relativa total	8,218 %	0,000 %	0,000 %	8,218 %	12,327 %	0,000 %	0,000 %	12,327 %
	2. Autonomía basada en almacenaje de energía a largo plazo							
Absoluta	2	0	0	2	2	0	0	2
Relativa parcial	100,000 %	0,000 %	0,000 %	100,000 %	100,000 %	0,000 %	0,000 %	100,000 %
Relativa total	11,556 %	0,000 %	0,000 %	11,556 %	11,556 %	0,000 %	0,000 %	11,556 %
	3. Facilidad de uso							
Absoluta	3	0	2	3	3	0	2	3
Relativa parcial	60,000 %	0,000 %	0,000 %	60,000 %	60,000 %	0,000 %	0,000 %	60,000 %
Relativa total	5,917 %	0,000 %	0,000 %	5,917 %	5,917 %	0,000 %	0,000 %	5,917 %
	4. Estética formal distinguida							
Absoluta	3	0	1	3	2	0	2	2
Relativa parcial	75,000 %	0,000 %	0,000 %	75,000 %	50,000 %	0,000 %	0,000 %	50,000 %
Relativa total	6,934 %	0,000 %	0,000 %	6,934 %	4,622 %	0,000 %	0,000 %	4,622 %
	5. Alta reciclabilidad							
Absoluta	2	0	3	2	3	0	2	3
Relativa parcial	40,000 %	0,000 %	0,000 %	40,000 %	60,000 %	0,000 %	0,000 %	60,000 %
Relativa total	3,328 %	0,000 %	0,000 %	3,328 %	4,992 %	0,000 %	0,000 %	4,992 %
	6. Reducido impacto ambiental							
Absoluta	2	0	1	2	3	0	0	3
Relativa parcial	66,667 %	0,000 %	0,000 %	66,667 %	100,000 %	0,000 %	0,000 %	100,000 %
Relativa total	5,547 %	0,000 %	0,000 %	5,547 %	8,320 %	0,000 %	0,000 %	8,320 %
	7. Protección del producto							
Absoluta	6	1	8	5	8	0	7	8
Relativa parcial	40,000 %	-6,667 %	0,000 %	33,333 %	53,333 %	0,000 %	0,000 %	53,333 %
Relativa total	2,773 %	-0,462 %	0,000 %	2,311 %	3,698 %	0,000 %	0,000 %	3,698 %
	8. Protección del usuario							
Absoluta	5	0	3	5	4	1	3	3
Relativa parcial	62,500 %	0,000 %	0,000 %	62,500 %	50,000 %	-12,500 %	0,000 %	37,500 %
Relativa total	4,334 %	0,000 %	0,000 %	4,334 %	3,467 %	-0,867 %	0,000 %	2,600 %
	9. Multifuncionalidad							
Absoluta	1	0	1	1	1	0	1	1
Relativa parcial	50,000 %	0,000 %	0,000 %	50,000 %	50,000 %	0,000 %	0,000 %	50,000 %
Relativa total	3,082 %	0,000 %	0,000 %	3,082 %	3,082 %	0,000 %	0,000 %	3,082 %
	10. Ergonomía							
Absoluta	9	2	8	7	13	1	5	12
Relativa parcial	47,368 %	-10,526 %	0,000 %	36,842 %	68,421 %	-5,263 %	0,000 %	63,158 %
Relativa total	2,628 %	-0,584 %	0,000 %	2,044 %	3,795 %	-0,292 %	0,000 %	3,503 %
	11. Portabilidad							
Absoluta	6	2	1	4	3	1	5	2
Relativa parcial	66,667 %	-22,222 %	0,000 %	44,444 %	33,333 %	-11,111 %	0,000 %	22,222 %
Relativa total	3,698 %	-1,233 %	0,000 %	2,465 %	1,849 %	-0,616 %	0,000 %	1,233 %

Tabla 11. Resumen de evaluación de las alternativas planteadas en la matriz Pugh (Parte 1 de 2). Fuente: Primaria.

Ponderación	Resumen de evaluación de propuesta							
	"A" respecto a "Referencia"				"B" respecto a "Referencia"			
	(Σ"+1")	(Σ"-1")	(Σ"0")	(Σ"+1"-"-1")	(Σ"+1")	(Σ"-1")	(Σ"0")	(Σ"+1"-"-1")
	12. Alta reparabilidad							
Absoluta	0	1	2	-1	0	1	2	-1
Relativa parcial	0,000 %	-33,333 %	0,000 %	-33,333 %	0,000 %	-33,333 %	0,000 %	-33,333 %
Relativa total	0,000 %	-1,849 %	0,000 %	-1,849 %	0,000 %	-1,849 %	0,000 %	-1,849 %
	13. Facilidad de desensamblado							
Absoluta	3	1	2	2	2	1	3	1
Relativa parcial	50,000 %	-16,667 %	0,000 %	33,333 %	33,333 %	-16,667 %	0,000 %	16,667 %
Relativa total	1,849 %	-0,616 %	0,000 %	1,233 %	1,233 %	-0,616 %	0,000 %	0,616 %
	Grado de mejora							
Absoluta total	44	7	33	37	47	5	32	42
Relativa total	59,863 %	-4,744 %	0,000 %	55,119 %	64,858 %	-4,240 %	0,000 %	60,618 %

Tabla 12. Resumen de evaluación de las alternativas planteadas en la matriz Pugh (Parte 2 de 2). Fuente: Primaria.

3. Análisis de resultados

A continuación, se discutirán los resultados de la metodología utilizada y se enunciarán las características más destacadas que el futuro producto pueda tener. Este análisis se planteará valorando cada criterio por separado, al igual que las propuestas en su conjunto.

Un aspecto destacable de los datos obtenidos es el reducido número de ponderaciones negativas.

Esto se debe a que las propuestas planteadas partieron de la lista de especificaciones ya establecida, la cual promovía la mejora del producto de partida, por lo que la mayor parte de características consideradas ya igualaban o superaban a las de la referencia (i. e., Thorens "Riviera").

3.1. Análisis por criterio

Este tipo de análisis tiene como objetivos los siguientes:

1. Destacar las características de mayor importancia de las propuestas (i. e., las que presentan ponderación positiva, que aportan mejoras), al igual que comentar los atributos de menor valoración, en cada criterio.
2. Ver el grado de mejora de las propuestas en cada criterio (i. e., Σ"+1"-"-1").
3. Comparar las propuestas 1 y 2 entre ellas en cada criterio.

3.1.1. Precio competitivo

Esta variable viene definida por los atributos que establecen en mayor o menor grado la propuesta dada. Aunque dichas características son de múltiple índole y se encuentran agrupadas en otros criterios, las que mayor influencia suelen tener sobre el precio son aquellas relacionadas con la fabricación del producto.

En este aspecto, ambas propuestas plantean una mejora sustancial respecto a la referencia ya que la automatización industrial actual permite desarrollar dicho bien a bajo coste, aprovechando además su simpleza técnica interna.

Una característica bien destacable de la propuesta 2 es la utilización de materiales de mayor calidad (p. ej., carcasa de aluminio), garantes de durabilidad a mayor coste; en contraste, la propuesta 1 propone emplear compuestos más austeros con tal de moderar el precio final, al igual que supuestamente hizo la referencia, que sí tenía un precio alto para la época.

Mientras que la propuesta 1 presenta un grado de mejora del 66,666 % en este criterio respecto a la referencia, la propuesta 2 llega al 100 % debido al interés en la durabilidad y reciclabilidad del futuro producto, aspectos valorados en el "Anexo I: Definición estratégica" y en las metodologías realizadas posteriormente.

3.1.2. Autonomía basada en almacenaje de energía a largo plazo

Este criterio depende estrictamente de la configuración interna del mecanismo, al igual que de la ergonomía externa del producto, aspecto también condicionado por el primero.

En ambas propuestas conceptuales, se plantea un muelle motor similar al de la referencia, con la salvedad de que el avance de la técnica permite obtener uno con mejores propiedades (p. ej., mayor resistencia del material, ligereza, mayor energía almacenada y duración…).

Respecto a la funcionalidad externa del mecanismo, las dos propuestas conceptuales apuestan por un movimiento prismático de las cuchillas, las cuales utilizarán solo el ciclo senoidal de giro del volante de inercia que está conectado con los engranajes y muelle motor.

Aunque la afeitadora mecánica en seco de referencia Thorens "Riviera" usa el ciclo de giro completo al presentar cuchillas circulares, el nuevo modelo de afeitadora mecánica planteado permite una mayor ergonomía al afeitarse, además de que se asemeja más a los productos del mercado, pudiendo el usuario objetivo intuir su funcionamiento desde el principio.

Como las propuestas 1 y 2 contempladas presentan las mismas soluciones, el grado de mejora de ambas en este criterio respecto al producto de referencia es del 100 %, no cabiendo ningún tipo de comparación entre ellas.

3.1.3. Facilidad de uso

Este aspecto es una vertiente de los criterios de ergonomía y seguridad del usuario, la cual se centra en maximizar las sinergias existentes entre el buen funcionamiento de la máquina y su correcto uso por parte del usuario.

Respecto a los métodos utilizados para guiar al usuario en el empleo correcto del aparato, tanto las dos propuestas conceptuales como la referencia plantean las mismas soluciones, introduciendo ligeras diferencias para adaptarse estas a los nuevos diseños conformados.

Algunas alternativas consideradas son la inclusión de un manual de instrucciones con ilustraciones, y la señalización de las direcciones de desplazamiento o giro de los elementos externos (p. ej., el cabezal cortante y la llave de recarga).

Atendiendo a esto último, también se ha planteado un código de colores indicadores del estado de la máquina (i. e., encendida o apagada), el cual pasa de estar en los botones de encendido del producto de referencia a situarse detrás del botón homólogo deslizante de ambas propuestas.

Atendiendo a las características ergonómicas, las propuestas conceptuales 1 y 2 subsanan sustancialmente las deficiencias de la referencia en este campo, orientando su diseño externo a una distribución compacta de los volúmenes, permitiendo al usuario intuir el funcionamiento de la máquina sin temor, y a una estructura vertical espaciosa, la cual permite distribuir más eficientemente los elementos interactivos externos de la afeitadora.

Ambas propuestas muestran las mismas características y mejoras, por lo que su grado de mejora en este criterio respecto a la referencia es del 60 %, debido sobre todo a los cambios ergonómicos mencionados previamente.

3.1.4. Estética formal distinguida

Este criterio no solo trata el aspecto estético y visual, sino que también aborda aspectos tales como la usabilidad y la ergonomía, discutidos en el punto anterior "3.1.4. Facilidad de uso".

Respecto a la relación entre ergonomía y apariencia, la propuesta 1 aboga por un estilo minimalista y atemporal, combinando líneas rectas y curvas para enfatizan la funcionalidad.

Sin embargo, la propuesta 2 plantea un estilo más anticuado, situado entre el "Styling" de los años 50 presente en la referencia y el minimalismo contemporáneo, al tiempo que define una ergonomía más sutil mediante el empleo de tangencias en la figura externa del producto.

Fusionando el ámbito artístico con el funcional, las dos propuestas conceptuales proponen una combinación bitonal de blanco con matices rojos, con tal de resaltar los elementos interactivos y enfatizar la sensación de limpieza, en contraste con los colores pastel de la Thorens "Riviera", que transmiten una degradación del material exterior.

Además, se incluyen los mismos cromados utilizados en la referencia, con tal de facilitar la limpieza y aumentar la protección del producto.

El grado de mejora de la propuesta 1 es del 75 % en este criterio respecto a la referencia, mientras que el de la propuesta 2 solo alcanza el 50 %, diferencia debida principalmente al estilo anticuado de esta segunda en contraste con el actual planteado.

3.1.5. Alta reciclabilidad

Esta variable se enfoca en los materiales empleados en las propuestas y en cómo afecta la composición de los componentes a su propia gestión, una vez termina la vida útil del producto.

En lo referido a la tipología de los materiales, las dos propuestas han sustituido al polímero principal que constituía la Thorens "Riviera" (i. e., urea-formaldehído), no reutilizable y potencialmente tóxico para la salud, por ABS, un termoplástico que solventa ambas problemáticas.

Atendiendo a los componentes metálicos, ambos planteamientos han imitado la configuración presente en la referencia, eminentemente más reciclable; la propuesta 2 va más allá, sustituyendo la carcasa de plástico por una de aluminio para aumentar sustancialmente la reciclabilidad total del producto.

Respecto a la gestión de los diferentes elementos constructivos del producto tras finalizar su vida útil, todas las piezas de ambas propuestas tienen un marcado de material, omitido completamente en la referencia, con tal de facilitar la clasificación y posterior reintroducción de los recursos brutos en un proceso industrial.

Tanto la referencia como las propuestas enfatizan esta tarea al garantizar una alta separabilidad en piezas de un solo material.

Caso contrario es el de aquellos componentes que contienen más de un elemento o que están formados por aleaciones, los cuales presentan una baja separabilidad y, por ende, reciclabilidad.

Tras este análisis, se concluye para la propuesta 1 un grado de mejora del 40 % en este criterio respecto a la referencia, mientras que la propuesta 2 sube hasta el 60 % gracias al aumento en su reciclabilidad total, esta debida a la introducción de una carcasa de metal, y no de polímero.

3.1.6. Reducido impacto ambiental

Apoyándose en lo discutido en el punto "3.1.5. Alta reciclabilidad", este criterio versa sobre las repercusiones ambientales de los materiales con los que están fabricadas las piezas de las propuestas.

En ambas propuestas, ciertos componentes (p. ej., botones, cabezal cortante…) han sido cambiados a polímero ABS, no tanto por aspectos medioambientales sino por facilidad de fabricación, al ser piezas morfológicamente complejas, por lo que su producción sigue generando cierto impacto aun siendo reciclables.

Al contrario que la propuesta 1, la segunda filtra aquellas piezas con propiedades singulares y sometidas a solicitaciones concretas, realizando una asignación de materiales más eficiente; un ejemplo de ello es su carcasa, la cual está constituida de metal conformado, debido a su simplicidad formal y a la resistencia tensional que se le requiere (p. ej., al caerse el aparato).

Paralelamente, esta vez sí se plantea utilizar un lubricante con composición conocida, la cual queda registrada en el interior del producto.

Respecto al grado de mejora, la propuesta 1 consigue un valor del 66,666 % en este criterio respecto a la referencia, mientras que para la propuesta 2 es del 100 %, diferencia debida a la elección selectiva de los materiales en esta última, destacando la carcasa de metal que, al ser un elemento estructural indispensable del futuro producto, generaría un mayor impacto ambiental si fuera de polímero, como en la referencia o en la primera alternativa.

3.1.7. Protección del producto

Este criterio trata sobre las características que aseguran la integridad del producto, ya sea durante su funcionamiento o al exponerse a los elementos externos.

La mayoría de los atributos están relacionados con los materiales empleados en los componentes, aspecto ya comentado en los puntos "3.1.5. Alta reciclabilidad" y "3.1.6. Reducido impacto ambiental", mientras que el resto de rasgos se centran en proteger el mecanismo interno.

Respecto a esto último, ambas propuestas plantean aislar el mecanismo y las partes móviles del producto dentro de la carcasa mediante juntas de goma, situadas entre las piezas con tal de evitar la entrada de contaminantes y la fuga de lubricante, además de uniones manipulables únicamente mediante herramientas, las cuales generan un ensamblaje más robusto y seguro.

Otro factor a considerar es la estabilidad del mecanismo interno durante su funcionamiento, la cual depende de la gestión de los estados de la máquina y de las vibraciones generadas.

Para evitar que las piezas internas sufran algún daño debido a cambios súbitos en la configuración o estado del producto, las dos propuestas han incluido un mecanismo de restricción de funcionamiento, de forma que, si se intenta recargar el aparato o extraer su cabezal cortante, este se pare y reinicie al estado de apagado.

Atendiendo a las vibraciones del sistema, estas serán amortiguadas por las juntas de goma citadas, evitando que las uniones de la estructura interna se debiliten o suelten.

Respecto a la resistencia a múltiples elementos de los materiales considerados, las piezas de polímero ABS soportan polvo, alta humedad y aceites animales, vegetales y minerales (incluyendo el lubricante interno)

Los componentes metálicos externos siguen el mismo esquema al estar cromados, mientras que los internos, debido a la falta de este acabado superficial, no tolerarían la humedad en gran medida.

Las diferencias notables entre propuestas se encuentran al aplicar unas solicitaciones más severas. En la propuesta 1, el polímero ABS empleado en muchas de sus piezas es propenso a tener arañazos detectables, no acepta alcoholes (presentes en los productos de higiene personal) y su baja resistencia a la radiación UV hace que se descolore.

La propuesta 2 sufre en menor medida estos problemas al aumentar el número de piezas metálicas, las cuales son más resistentes a las caídas y a roces ligeros, además de a la radiación UV, y a los alcoholes (sobre todo, en el caso de estar cromadas).

Aun con sus ventajas, las piezas metálicas de las dos propuestas y de la referencia obtienen deformaciones plásticas visibles si sufren algún golpe considerable, como una caída desde 1,5 metros.

Por último, ambas propuestas plantean aplicar las normativas actuales relativas a seguridad del producto y resistencia de materiales, ya que son indeterminadas las utilizadas en la referencia.

Respecto al grado de mejora, la propuesta 1 consigue un valor del 33,333 % en este criterio respecto a la referencia, mientras que para la propuesta 2 es de un 53,333 %.

Aunque en muchos aspectos se sitúan a la par, la segunda alternativa supera a la primera debido a las mejores propiedades del material metálico frente a las del polímero ABS; en concreto, por su mayor tolerancia a ser arañado y por su resistencia a la radiación UV y a alcoholes.

3.1.8. Protección del usuario

Este aspecto se enfoca en aquellas medidas garantes de la seguridad del usuario durante la utilización del producto.

Debido a esto, muchos aspectos comentados a continuación tienen una estrecha relación con la variable ergonómica y con su materialización en los diseños planteados.

Atendiendo a la ergonomía del afeitado, los tres productos considerados promueven una alta velocidad y cadencia de corte, elementos que, junto al incremento de área de corte planteado en las dos propuestas, hacen al rasurado más eficiente y confortable, sin generar tirones.

Respecto a las medidas de seguridad planteadas, ambas propuestas toman la rejilla anticortes de la referencia, la cual se puede tocar con los dedos desnudos sin peligro, al tiempo que incluyen dos mejorados sistemas de anclaje para los cabezales.

En vez de emplear una unión mediante bayoneta, difícilmente integrable de forma segura en la disposición longitudinal de los nuevos cabezales, las propuestas han planteado un mecanismo basado en pulsadores que, al ser presionados sin esfuerzo, desbloquean las pestañas que anclan el cabezal cortante a la carcasa de la afeitadora.

Mientras que la propuesta 1 utiliza dos pulsadores laterales para desanclar las dos pestañas que mantienen el conjunto unido, la propuesta 2 únicamente emplea un pulsador frontal deslizante.

Aunque la primera configuración puede ser más intuitiva visualmente, la segunda transmite una mayor comodidad debido a la posición de los dedos del usuario al usar la máquina; el pulgar se apoyaría en el botón de encendido, el cual está justo debajo de dicho pulsador, por lo que el dedo solo tendría que desplazándose ligeramente para alcanzar a este último.

Atendiendo a la unión por bayoneta mencionada, otro de sus inconvenientes era el bloqueo de esta al dilatarse el metal con el que estaba hecha, lo que impedía la retirada del cabezal y, por ende, el intercambio de las cuchillas gastadas en la referencia.

Para resolver dicho problema de dilatación del material, ambas alternativas han optado por sustituir el metal del cabezal cortante por polímero ABS, menos propenso a sufrir este efecto.

Respecto a la ergonomía presente en el mantenimiento del aparato, ambas propuestas cambiaron la configuración del cabezal rasurador de circular a longitudinal, por lo que su ensamblaje interno también lo hizo.

Al contrario que en la referencia, la cual implementaba un sistema de cuchillas únicamente extraíbles y recambiables con herramientas específicas, las dos propuestas plantean un soporte desechable con cuchillas embebidas, fácilmente retirable con los dedos, siendo únicamente necesario tirar ligeramente de este hasta que las pestañas que lo anclan al interior del cabezal rasurador cedan.

Respecto al cabezal cortapelos/perfilador, la propuesta 1 supera a su homóloga y a la referencia adaptando la forma de este a la morfología minimalista del aparato, pudiendo transmitir una sensación de seguridad.

Tal aspecto flaquea en los otros dos aparatos, los cuales mostraban un carácter punzante del cortapelos debido a cómo se integraba, incluso de manera deficiente a nivel ergonómico, en la carcasa.

En lo referido a limpieza, los tres planteamientos permiten limpiar con agua el cabezal rasurador y el cortapelos.

Mientras que la propuesta 2 presenta un grado de mejora del 37,5 % en este criterio respecto a la referencia, la propuesta 1 llega hasta el 62,5 % debido a su mejor integración del cabezal cortapelos. Aun así, es digno de mención el sistema de anclaje de los cabezales de la segunda propuesta, muy similar pero más ergonómico y, por ende, seguro que el de la primera.

3.1.9. Multifuncionalidad

Debido a las limitaciones técnicas que presenta una afeitadora de estas características respecto a una eléctrica, el aspecto multifuncional de ella se ciñe al intercambio de cabezales y a la inclusión de elementos auxiliares que asistan al afeitado.

Respecto a lo primero, las nuevas propuestas no muestran ningún cambio, incluyendo con la afeitadora dos cabezales cortantes, uno rasurador y otro cortapelos/perfilador, al igual que la referencia; las modificaciones realizadas en dichos cabezales se comentan en otros puntos de este epígrafe "3.1. Análisis por criterio".

Característica en la que sí destacan las alternativas consideradas es en la de elementos auxiliares incluidos; entre ellos, destacan un espejo y un cepillo para limpiar los cabezales, guardados ambos dentro del estuche del aparato.

Como las propuestas 1 y 2 presentan las mismas soluciones, el grado de mejora de ambas en este criterio respecto a la referencia es del 50 %, solo diferenciándose de esta última en los elementos auxiliares incluidos ya mencionados.

3.1.10. Ergonomía

La ergonomía es una de las variables más sensibles a la hora de diseñar productos enfocados a ser utilizados con las manos, ya que una mala integración de las soluciones planteadas puede degenerar en una importante falta de usabilidad y, por ende, en una alternativa comercial poco competitiva.

En este criterio, se tratarán aspectos tales como la morfología de las propuestas, su funcionalidad y su acabado.

Respecto al ámbito morfológico, ambas propuestas abogan por una sujeción firme y cómoda, consiguiendo una gran adaptabilidad del producto al basarse en las medidas del percentil poblacional 95, concretamente, en las de una mano masculina.

Al contrario que en la referencia, las dos alternativas presentan una distribución regular y funcional de los volúmenes, lograda, sobre todo, tras la reubicación de ciertos elementos externos.

Aun así, la morfología de ambas alternativas difiere en gran medida. Mientras que la primera propuesta, definida por planos con perfiles redondeados, se orienta más a la

funcionalidad y usabilidad, la segunda tiende más a la ergonomía presente en la afeitadora de referencia, la cual destaca por sus formas bulbosas y curvas tangentes.

Aunque todas estas características son valoradas positivamente en la definición estratégica, esta sitúa a la variable de usabilidad por encima de la ergonomía, por lo que los atributos de la propuesta 1 son más susceptibles de ser incluidos en el diseño conceptual final.

El peso del producto también influye significativamente en la ergonomía, ya que limita cuánto tiempo va a poder sujetar el usuario el aparato sin cansarse en exceso.

La referencia tiene un peso aproximado de 472 gramos, de los cuales corresponden en su mayoría a los componentes internos que, al ser fabricados en los años 50 (con todo lo que ello implica), tienden a pesar más. Dichos datos son de gran importancia ya que ambas propuestas se benefician de los avances de la técnica actual, pudiendo lograr un menor peso.

Partiendo de ello, la primera propuesta incluye una carcasa de polímero (ABS), al igual que la referencia (de urea-formaldehído), pudiendo situarse por debajo de los 400 gramos; caso contrario es el de la segunda propuesta, que opta por una carcasa metálica (posiblemente de aluminio), disponiendo de una mayor resistencia física a cambio de tener un peso similar al de la referencia.

Respecto a las soluciones que influyen en la funcionalidad, las dos propuestas abogan por remodelar los elementos móviles externos, además de ubicarlos en una posición intuitiva y visible (p. ej., botones al frente y llave de recarga en cara posterior).

La muestra más notoria de esto se encuentra en el cabezal cortante que, tras modificarse en múltiples apartados, pasa de estar en un lateral a situarse en la parte superior del aparato.

Esta última mejora, junto a otras del cabezal rasurador como la inclusión de una rejilla curva y la sustitución de las cuchillas circulares de referencia por otras con movimiento prismático, hacen que la afeitadora se adapte mejor a las curvas faciales, sin forzar movimientos incómodos ni producir tirones.

En el caso de la propuesta 2, estas ventajas se acentúan al reducir la curvatura de la rejilla y redondear los flancos del cabezal rasurador, todo ello en comparación con la propuesta 1.

Atendiendo al cabezal cortapelos, ambas propuestas replantean el diseño utilizado en la referencia, pasando de uno con cuchillas circulares poco eficientes a rectas; este modelo es similar al encontrado en cualquier afeitadora, cuyo corte en línea recta y en una sola dirección es mucho más predecible e intuitivo.

Otros elementos cuya usabilidad es importante son la llave de recarga y los botones de encendido y desbloqueo de los cabezales.

En la propuesta 1, tal llave de recarga posee la misma disposición y medidas que en la referencia, haciendo que interfiera en el agarre del aparato e incluso produzca pinzamientos al plegarse sobre la carcasa; la propuesta 2 solventa dichos inconvenientes a través de una llave más pequeña y aumentando el espacio entre esta y la carcasa, respectivamente.

En lo referido a los controles del producto, las dos propuestas sustituyen los pulsadores de encendido por un botón deslizante, el cual ocupa un menor volumen en la parte exterior del aparato.

Mientras que el botón de encendido de la primera alternativa es pequeño y solo incluye un relieve como mecanismo de adherencia para el dedo que lo activaría, la segunda propuesta plantea uno con mayor anchura y cuya forma se adapta a la del pulgar, proporcionando un cómodo e intuitivo agarre.

Algo similar ocurre con los pulsadores de los cabezales cortantes, no solo reduciéndose de dos a uno en la última propuesta, sino también incluyendo relieves y topes ergonómicos para inmovilidad al dedo pulgar que lo desplazaría.

Respecto al acabado del producto, las dos alternativas siguen rechazando la presencia de esquinas puntiagudas, promoviendo el empleo de aristas redondeadas y superficies suaves.

Por otra parte, aunque ambas propuestas intentan resolver el posible resbalamiento que generan dichas superficies pulidas, es la segunda alternativa la que mejor afronta esta problemática a través de relieves y formas ergonómicas, algunas ya comentadas.

En relación con esto último, destacan las modificaciones geométricas introducidas en la carcasa de la propuesta 2.

Con tal de que el aparato pueda apoyarse firmemente sobre una superficie, se ha generado un plano en la parte inferior de esta, aspecto omitido en la propuesta 1 y en la referencia.

De la misma forma, para garantizar un agarre seguro y cómodo, esta incluye una gruta encima de la llave de recarga para apoyar los dedos, los cuales ejecutan un movimiento de pinza para sujetar el aparato.

Mientras que la propuesta 1 presenta un grado de mejora del 36,842 % en este criterio respecto a la referencia, la propuesta 2 alcanza un 63,158 % debido, en general, a una mejor integración de las especificaciones del producto redactadas previamente.

Concretamente, la propuesta conceptual 2 supera a la 1 en la ergonomía del cabezal cortante y de los controles (i. e., llave de recarga, botón de encendido y pulsador de cabezal), al tiempo que hace mayor hincapié en aspectos asociados con la seguridad, como la sujeción del aparato y su apoyo.

Aun así, son dignas de mención algunas características de la primera propuesta tales como la morfología compacta y la carcasa ligera de polímero ABS, superando a los planteamientos de la propuesta 2 al apelar de forma directa a la funcionalidad y usabilidad del producto.

3.1.11. Portabilidad

Mientras que en el punto "3.1.10. Ergonomía" se definía la funcionalidad modificando formalmente el propio aparato, este criterio se enfoca en el resto de elementos a tener en cuenta en el diseño conceptual final para garantizar un transporte seguro y cómodo de este, favoreciendo así la funcionalidad mencionada.

Concretamente, este criterio versa sobre el diseño del envase de la afeitadora mecánica (i. e., un estuche) y el embalaje primario que les protegerá.

Respecto al envase, las dos propuestas plantean modelos distintos, enfocándose en la facilidad de transporte o en su compacidad, según el caso.

La propuesta 1 aboga por un estuche de plástico con forma rectangular, relleno de espuma moldeada para inmovilizar al dispositivo y a sus utensilios auxiliares (p. ej., espejo, brocha limpiadora…) en su interior, mientras que la propuesta 2 elige un estuche rígido de goma EVA y tela de poliéster, adaptado ergonómicamente a la forma del aparato y de los utensilios incluidos.

Este último atributo hace que el segundo planteamiento sea más susceptible de ser elegido al satisfacer mejor el requisito de ergonomía establecido en la definición estratégica.

Como sistema de cierre del envase, la primera alternativa integra un broche sencillo en el propio plástico exterior, mientras que la segunda utiliza una cremallera, también de plástico.

Aunque ambas son del mismo material, el hecho de que la primera esté integrada en la carcasa de plástico exterior del envase facilita su reciclaje al no necesitar desmontado de ningún tipo.

La principal diferencia destacable entre ambos envases es su gestión del volumen interno, siendo la propuesta 2 la que mejor realiza dicha tarea debido a su gran compacidad, a cambio de una silueta externa orgánica menos apilable y una menor protección del producto.

En contraste, la propuesta 1 se beneficia de las formas rectangulares para garantizar un fácil transporte mercantil, a cambio de tener un porcentaje considerable del envase relleno únicamente de espuma que, aun aumentando la protección del producto, también acrecienta sus medidas.

Atendiendo a la resistencia del envase, en lo que respecta a golpes y roces, como se ha mencionado, varía según la propuesta; sin embargo, ambas alternativas soportan satisfactoriamente los líquidos (de higiene, principalmente) y la humedad.

Respecto al embalaje primario del envase, la propuesta conceptual 1 utiliza una tira esbelta de cartón fino, la cual rodea al envase rectangular y oculta el broche del estuche para evitar su apertura; con ella, se aprovecha la resistencia y apilabilidad que ya aportaba el envase.

De esta forma, además, se apuesta por reducir el material empleado al mínimo al ser un elemento de un solo uso, prescindible tras abrir el producto por primera vez.

En el caso de la segunda propuesta, al tener su modelo de envase una forma irregular poco resistente a los golpes, es necesario introducir una estructura que supla esta carencia, por lo que se ha optado por una caja de cartón de fino espesor con un armazón interior de cartón corrugado, el cual inmoviliza su contenido.

De esta forma, no solo se aumenta la resistencia, sino también la apilabilidad durante el transporte mercantil al presentar una forma más regular; sin embargo, en contraste con la propuesta 1, esta segunda genera un mayor impacto al emplear más material, además de no ser tan compacta debido al envase irregular que guarda y protege.

Respecto a la construcción de estos, la variable ambiental se repite, ya que la primera propuesta emplea pestañas troqueladas en el propio cartón para conformarse, mientras que la segunda propuesta requiere, además, de uniones adhesivas, siendo menos reciclables los materiales al contener impurezas.

A la hora de analizar las valoraciones, la propuesta 1 presenta un grado de mejora del 44,444 % en este criterio respecto a la referencia, mientras que la propuesta 2 solo llega al 22,222 %.

Sin embargo, debido a que se tratan dos elementos físicos distintos, es considerado obligarotio discutir el grado de mejora de cada uno de forma separada, con tal de obtener una evaluación individual más representativa y no solo la de la variable “Portabilidad” considerada.

En lo referido al envase, la propuesta 2 alcanza un 33,333 % de grado de mejora, mientras que la propuesta 1 se mantiene estática con un 0 %, debido principalmente a la falta de ergonomía y compacidad que neutraliza su puntuación positiva, aspectos que sí trabaja la segunda propuesta.

Por el contrario, el embalaje sugerido por la primera propuesta supera en casi todos los ámbitos a la segunda, la cual copia a la referencia debido a la necesidad de aislar su envase irregular con poca protección mediante una caja de cartón.

En este punto, la primera alternativa recibe un 44,444 % de grado de mejora, siendo la segunda peor que la referencia en un -11,111 %.

Debido a que tanto envase como embalaje deben proteger su contenido en diferentes contextos, la disparidad actual de los resultados no genera una elección clara.

En caso de apostar por la ergonomía del envase, se elegiría la propuesta 2, mientras que, si se enfatiza un fácil transporte mercantil y un bajo impacto ambiental del embalaje, sería más susceptible la primera propuesta. En ambos casos, los aspectos que no cubre un elemento, los cubre el otro.

Teniendo en cuenta que el envase sí se conservaría al ser usado durante toda la vida útil del producto, la propuesta 2 gana notoriedad, aun con un embalaje menos respetuoso con el medio.

Aun así, se deberá estudiar en el diseño conceptual final si es posible hacer énfasis tanto en la variable de protección como en la ambiental, fusionando ambas propuestas.

3.1.12. Alta reparabilidad

Este criterio se centra en el mantenimiento interno de la afeitadora mecánica.

Respecto a la accesibilidad y sustitución de elementos averiados, ambas propuestas se sitúan al mismo nivel que la referencia, debiendo desmontar un ensamblado no excesivamente complejo para acceder al mecanismo y realizar las reparaciones necesarias, las cuales son de fácil ejecución al ser metálicas la mayoría de las piezas y al emplear uniones accesibles.

Concretamente, la propuesta 1 sugiere desacoplar el cabezal cortante para acceder al interior, mientras que la propuesta 2 fusiona dicha idea con la referencia, planteando retirar parte de la carcasa, en esta ocasión, el módulo inferior, en vez de un módulo trasero como en la Thorens "Riviera".

El único aspecto en el que las dos propuestas obtienen una valoración negativa es aquel que define el método de lubricación.

La Thorens "Riviera" realiza esta tarea filtrando el lubricante a través de ciertas piezas del cabezal cortante, lo que permite no tener que desmontar el aparato entero, como sugieren las propuestas.

Aunque, en una primera instancia, esta técnica es más conveniente al permitir un fácil mantenimiento, a nivel de seguridad y ergonomía es peor, ya que dicho lubricante puede volver a salir empleando los mismos juegos entre piezas por los que entró.

Dicho fenómeno no ocurre en las propuestas proyectadas debido al empleo de juntas de goma sellantes entre los elementos de la carcasa.

Como las propuestas 1 y 2 presentan en esencia las mismas soluciones, el grado de mejora de ambas en este criterio respecto a la referencia es del -33,333 %, no cabiendo ningún tipo de comparación entre ellas más allá de las menciones ya realizadas.

3.1.13. Facilidad de desensamblado

Este criterio versa sobre la propia configuración interna y externa del aparato, además de sobre los métodos de acoplamiento empleados; ambos aspectos influyen en el punto previo "3.1.12. Alta reparabilidad", determinando en cierta forma el grado de rehabilitación del producto.

A su vez, este criterio tiene reminiscencias de los puntos anteriormente comentados "3.1.10. Ergonomía", "3.1.7. Protección del producto", "3.1.8. Protección del usuario" y "3.1.5. Alta reciclabilidad".

Respecto a las piezas y uniones empleadas, las dos propuestas siguen los pasos de la referencia promoviendo tanto componentes genuinos como estandarizados.

Junto a esto, destaca la reducción de uniones de la primera propuesta, lograda gracias a una carcasa unimodular con solo un orificio, ocupado por el cabezal cortante.

En el caso de la segunda propuesta, no disfruta de esta ventaja al optar por una configuración de dos módulos, uno superior y otro inferior, unidos mediante un tornillo y una chapa de sujeción, elementos los cuales dificultan ligeramente el desensamblado.

Aun con sus cualidades, las dos alternativas no pueden superar en líneas generales a la idea de la Thorens "Riviera": una carcasa de dos mitades, una frontal y otra trasera, más sencilla de fabricar y desmontar.

Atendiendo a algunos aspectos relativos a las uniones, ambas propuestas muestran poca resistencia en las uniones no reutilizables (p. ej., pestañas de polímero que sufren de fatiga tras muchos usos); sin embargo, la propuesta 2 se enfoca en el redimensionamiento de estas y otros componentes para lograr una mayor durabilidad.

Un ejemplo de ello se encuentra en el cabezal cortante, cuyas sujeciones pasan de estar en los laterales del primer aparato, siendo más pequeñas y frágiles, a situarse en la cara frontal y trasera del segundo, siendo más anchas y, por ende, robustas.

Aun con esta diferencia, ambas propuestas conceptuales presentan sistemas de anclaje para tal pieza más eficientes e intuitivos que el usado por la referencia, que tendía a bloquearse.

Por último, en lo referido al envase del producto, ambas propuestas muestran soluciones que no solo protegen el producto durante su transporte, sino que, además, intentan reducir el impacto ambiental de un elemento con un limitado ciclo de vida, el cual finaliza cuando lo hace el del propio aparato que contiene.

Con base en este aspecto, es la propuesta 1 la que demuestra una mayor facilidad de desensamblado, ya que los elementos que constituyen el envase son escasos y no emplean adhesivos para su montaje, lo que además enfatiza la reciclabilidad.

Mientras que la propuesta 2 presenta un grado de mejora del 16,667 % en este criterio respecto a la referencia, la propuesta 1 alcanza un 33,333 % debido principalmente a una reducción significativa del número de uniones utilizadas y a un envase más separable.

Aun con todo ello, cabe una mención especial a la mayor resistencia de las uniones presentes en la propuesta 2, a través de su redimensionamiento.

3.2. Análisis por propuesta

Este tipo de análisis tiene como objetivos los siguientes:

1. Ordenar los criterios considerados de cada propuesta según su grado de mejora (i. e., Σ"+1"-"-1").
2. Enunciar las soluciones más notorias que generan dicho orden en cada propuesta.
3. Comparar el orden de los criterios de las propuestas 1 y 2 entre ellas.
4. Ver el grado de mejora total de cada propuesta (i. e., ΣΣ"+1"-"-1").
5. Indicar la mejor propuesta según el grado de mejora total.

Tal como se comentó en el epígrafe anterior "1. Metodología", tras multiplicar la ponderación relativa parcial del grado de mejora (i. e., Σ"+1"-"-1") de cada criterio por su grado de relevancia asociado, se obtiene la ponderación relativa total del grado de mejora de cada uno para ambas propuestas, siendo estos resultados mostrados en orden decreciente en las tablas 13 y 14.

En tales tablas, también se incluye el orden de cada criterio según su grado de relevancia (extraído del QFD del "Anexo III: Estudio de marketing"), lo cual permite visualizar la evolución de su importancia tras plantear las propuestas conceptuales.

Junto a ello, se le ha aplicado a cada criterio un código de color, con tal de diferenciar en cuáles apartados una propuesta supera o empata con la otra.

El código de color es el siguiente: "azul" si la propuesta 1 es superior, "rojo" si lo es la propuesta 2, y "verde" si ambas obtienen la misma ponderación relativa total del grado de mejora en el criterio considerado.

Al valorar el orden de los criterios según su grado de mejora, la propuesta 1 plantea un panorama en el que los ocho primeros puestos los ocupan criterios con una posición similar según su grado de relevancia, presentando una ponderación relativa total entre el 12 % y el 3 %.

Por debajo de ese umbral, el resto de criterios mejoran marginalmente (menos del 2,5 %) o, incluso, empeoran con respecto a la referencia.

Respecto a los criterios con mayor grado de mejora de la propuesta 1, destacan la alta autonomía, un precio competitivo, una estética formal distinguida y la facilidad de uso.

Algunas de las alternativas más influyentes que forman parte de dichas variables son la mejora y reestructuración del mecanismo principal (p. ej., cambio de configuración de las cuchillas), la utilización de materiales austeros para reducir el PVP, la inclusión de un estilo minimalista atemporal y funcional, y el planteamiento de una distribución vertical, espaciosa y compacta de los volúmenes que permite un mejor manejo del producto durante su funcionamiento.

Los criterios considerados con un nivel de mejora medio (entre el 5,5 % y el 3 %) son un reducido impacto ambiental, la protección del usuario, una alta reciclabilidad y la multifuncionalidad.

En estos, la propuesta 1 plantea soluciones tales como la utilización de materiales reutilizables y de composición conocida, una mejor integración formal y segura de los cabezales cortantes, y la inclusión de elementos auxiliares que asistan el afeitado.

La menor innovación se detecta en los criterios de portabilidad, protección del producto, ergonomía y facilidad de desensamblado.

Núm. de criterio según:		Lista de los "Qué" (Criterios)	Evaluación de "A" respecto a "Referencia"
Ponderación relativa total de (Σ"+1"-"-1")	Grado de relevancia de criterio		Ponderación relativa total de (Σ"+1"-"-1")
1	2	Autonomía basada en almacenaje de energía a largo plazo	11,556 %
2	1	Precio competitivo	8,218 %
3	4	Estética formal distinguida	6,934 %
4	3	Facilidad de uso	5,917 %
5	6	Reducido impacto ambiental	5,547 %
6	8	Protección del usuario	4,334 %
7	5	Alta reciclabilidad	3,328 %
8	9	Multifuncionalidad	3,082 %
9	11	Portabilidad	2,465 %
10	7	Protección del producto	2,311 %
11	10	Ergonomía	2,044 %
12	13	Facilidad de desensamblado	1,233 %
13	12	Alta reparabilidad	-1,849 %
Grado de mejora total			55,119 %

Tabla 13. Extracto de evaluación de propuesta "A" respecto a "Referencia", mostrando la ponderación relativa total del grado de mejora de cada criterio. Fuente: Primaria.

En estos criterios se consideran alternativas tales como un envase de fácil transporte mercantil y embalaje reducido, el empleo de materiales ligeros y resistentes (ABS) a nivel general, una morfología compacta de la afeitadora y el uso en ella de un número reducido de uniones.

Atendiendo al gradiente de mejora obtenido en la propuesta 2, esta muestra una estabilidad superior a la vista en la primera propuesta, conservando la mayoría de criterios la posición asignada según su grado de relevancia.

Este fenómeno se observa en los primeros nueve puestos, visibles en la tabla 14, que reciben una ponderación relativa total de entre el 12,4 % y el 3 %.

El aumento de variables con un porcentaje considerable de mejora muestra, en una primera instancia, la superioridad de la segunda propuesta sobre la primera, relegando los criterios restantes a una posición secundaria agravada, además, por las soluciones planteadas, inferiores a las de la primera alternativa de producto.

Los criterios con mayor mejora en esta segunda propuesta son un precio competitivo, una alta autonomía, un reducido impacto ambiental y la facilidad de uso.

Las soluciones más notorias consideradas son la elección selectiva de los materiales (p. ej., aluminio en vez de polímero ABS para la carcasa) para garantizar la durabilidad y reciclabilidad del producto, y la modificación del diseño externo y de las cuchillas para una mayor funcionalidad, siendo estos dos últimos aspectos también plasmados por la propuesta 1.

Los criterios con nivel medio de mejora (entre el 5 % y el 3 %) son una alta reciclabilidad, una estética formal distinguida, la protección del producto, la ergonomía y la multifuncionalidad.

Tales variables medias promueven el uso de materiales no aleados, para garantizar su separabilidad, y más resistentes (p. ej., aluminio) a nivel mecánico, y el correcto dimensionamiento de la geometría curva y elementos externos del aparato para una mayor usabilidad y seguridad.

Núm. de criterio según:		Lista de los "Qué" (Criterios)	Evaluación de "B" respecto a "Referencia"
Ponderación relativa total de (Σ"+1"-"-1")	Grado de relevancia de criterio		Ponderación relativa total de (Σ"+1"-"-1")
1	1	Precio competitivo	12,327 %
2	2	Autonomía basada en almacenaje de energía a largo plazo	11,556 %
3	6	Reducido impacto ambiental	8,320 %
4	3	Facilidad de uso	5,917 %
5	5	Alta reciclabilidad	4,992 %
6	4	Estética formal distinguida	4,622 %
7	7	Protección del producto	3,698 %
8	10	Ergonomía	3,503 %
9	9	Multifuncionalidad	3,082 %
10	8	Protección del usuario	2,600 %
11	11	Portabilidad	1,233 %
12	13	Facilidad de desensamblado	0,616 %
13	12	Alta reparabilidad	-1,849 %
Grado de mejora total			60,618 %

Tabla 14. Extracto de evaluación de propuesta "B" respecto a "Referencia", mostrando la ponderación relativa total del grado de mejora de cada criterio. Fuente: Primaria.

En lo referido a la multifuncionalidad, ambas propuestas comparten lo proyectado.

Las variables restantes, con el menor grado de mejora, son la protección del usuario, la portabilidad y la facilidad de desensamblado. Aunque, como se ha mencionado previamente, sus planteamientos no superan a los de la primera propuesta, se justifica su mención con tal de realizar un análisis más riguroso.

Algunas de las ideas consideradas son un sistema de anclaje de los cabezales cortantes más ergonómico en comparación con el de la propuesta 1, un envase compacto de figura orgánica y embalaje de gran protección, y una mayor resistencia de las uniones no reutilizables, sobre todo en los cabezales cortantes, a través de su redimensionamiento.

Respecto a la alta reparabilidad, el grado de mejora es negativo en ambas propuestas, situándose en el último puesto. Este escenario se debe en ambos casos a la nueva configuración externa del aparato que, aun siendo similar a la de la referencia, afecta negativamente a su mantenimiento, concretamente, a la facilidad de lubricación del mecanismo interno.

Aun así, y como se vio en el punto "3.1.12. Alta reparabilidad", dichas soluciones plantean, junto a otras modificaciones (p. ej., el añadido de juntas sellantes entre piezas), una mayor seguridad y ergonomía del producto, aspectos con una notoriedad mayor.

A la hora de comparar el orden y grado de mejora de ambas propuestas, se observa que la segunda sitúa en los primeros puestos a los criterios en los que supera a su homóloga, mientras que emplaza a las posiciones más bajas a aquellos en los que pierde, mostrando así la falta de desarrollo de estos últimos apartados.

Por parte de la propuesta 1, sus criterios ganadores se dispersan a lo largo de su clasificación, ocupando posiciones cuyo nivel de mejora es generalmente medio-bajo.

Respecto a los criterios en los que se empata, estos se sitúan por toda la ordenación, con valores de mejora diversos.

Sorprendentemente, dichos criterios reciben prácticamente la misma ubicación en ambas propuestas, tanto según el nivel de mejora, definido en la matriz Pugh, como según el grado de relevancia, definido en el QFD.

A nivel cuantitativo, la propuesta 1 presenta un grado de mejora total del 55,119 % respecto a la referencia, mientras que la propuesta 2 alcanza el 60,618 %.

Con base en estos datos, se puede establecer que la segunda alternativa de afeitadora tiene un mayor potencial de mejorar las características de la afeitadora de referencia Thorens "Riviera" que la primera.

Tal como se ha visto en los análisis realizados en este anexo, estudiando criterios y propuestas por separado, cada alternativa presenta sus pros y contras, destacando las soluciones relativas a un precio competitivo, al aspecto ambiental, a la seguridad y a la ergonomía, consideradas por la segunda propuesta en su mayoría.

Aun así, son reseñables ciertas de las ideas mencionadas en criterios o propuestas poco valoradas, ya que estas pueden introducir fácilmente características interesantes no vistas en la afeitadora de referencia.

Este es el caso de la primera propuesta, la cual destaca de manera puntual en apartados tales como la estética o la ergonomía vinculada a la protección del usuario, aspectos no desdeñables desde un punto de vista comercial.

4. Referencias de apartado B (anexo V)

[1] S. Burge, "Pugh Matrix (PM)," *The Systems Engineering Tool Box*, 2009, Accedido: ago. 2, 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.burgehugheswalsh.co.uk/Systems-Engineering/Tools.aspx

Anexo V
Diseño conceptual

Apartado C: Rediseño resultante

En este apartado, se definirán los atributos del diseño conceptual final con base en los resultados de la metodología Pugh desarrollada en el "Apartado B: Selección de propuestas" de este mismo anexo, en donde se concretaron las soluciones que mejor satisfacían las especificaciones impuestas.

1. Descripción de características

1.1. Características relativas a las especificaciones de fabricación

El tamaño de la afeitadora es similar al presente en la Thorens "Riviera", tomando como referencia las medidas de la mano de un hombre perteneciente al percentil poblacional 95, las cuales figuran en el libro "Las dimensiones humanas en los espacios interiores" [1].

El empleo de dichas proporciones, junto a la reubicación de ciertos elementos externos, generan una morfología compacta y de volúmenes regulares, la cual garantiza una notable ergonomía, a través de una sujeción firme y cómoda del aparato, y una mayor facilidad de transporte.

Respecto al peso del producto, esta variable depende principalmente del estado de la técnica, la cual se constituye a partir de los avances actuales en los ámbitos de materiales y procesos de fabricación. El empleo de dicha innovación permite mejoras tales como la elección selectiva y uso eficiente de los materiales, lo cual puede derivar, por ejemplo, en componentes más ligeros.

Este aspecto es de vital importancia ya que el peso puede influenciar negativamente en la ergonomía y usabilidad del aparato, limitando su tiempo de uso por el usuario en caso de cargas excesivas; debido a la naturaleza del producto, estas se concentrarían principalmente en el mecanismo interno de metal.

Considerando tales afirmaciones, materializadas en las propuestas, la afeitadora final debe situarse por debajo de los 400 gramos, debiendo sus elementos externos pesar menos de 30 gramos cada uno, con tal de que el aparato sea más cómodo y seguro de utilizar.

Los tipos de materiales empleados en el aparato son polímeros y metales, estando sujetos a los avances actuales de la técnica comentados previamente.

La carcasa externa, la estructura de los cabezales intercambiables (tanto su exterior como el soporte interno para cuchillas del rasurador) y el botón de encendido son de polímero ABS, ya que dichas piezas, de geometría compleja, requieren de procesos de fabricación más versátiles, como el moldeo por inyección.

El mecanismo interno, la llave de recarga, las cuchillas y el resto de elementos que intervengan en el corte de los cabezales intercambiables son de metal, siendo el aluminio, el acero inoxidable y el latón los más probables a utilizar.

A la hora de determinar el diseño de detalle, algunos de los componentes mencionados requerirán de un análisis más profundo, debiendo realizar un estudio de materiales, además de diferentes cálculos y simulaciones, para de esta forma, entre otras cosas, asignar correctamente un material concreto a cada pieza según las solicitaciones a las que esté sometida.

Un ejemplo de ello es la carcasa externa, la cual se fabricará, a priori, de polímero ABS,un termoplástico con gran resistencia al impacto [2]; sin embargo, en caso de requerir más resistencia, se deberá barajar su sustitución por aluminio conformado, la segundo alternativa considerada en las propuestas.

Atendiendo a la gestión de los componentes del producto tras finalizar su vida útil, todos ellos tendrán un marcado que designe el tipo de material usado, permitiendo su fácil clasificación y un correcto tratamiento de los residuos.

Con base en esto, el lubricante utilizado en el mecanismo interno también tendrá una composición conocida, la cual figurará en el interior de la afeitadora.

Para garantizar una alta separabilidad y reciclabilidad de las piezas del aparato, se procurará que sean de un solo material, preferiblemente no aleado.

Al depender tal tipología de las solicitaciones a las que estará sometido cada componente, serán los estudios técnicos realizados a posteriori en un diseño de detalle los que, al concretar los materiales, definan el grado de impacto ambiental del producto.

Aun con ello, tanto los metales como el polímero ABS ya contemplados son fácilmente reutilizables en próximos procesos productivos, ya que pueden ser fundidos y conformados múltiples veces; dicho aspecto permite una menor extracción de recursos vírgenes del medio, reduciendo considerablemente el impacto que los procesos de fabricación tienen en él.

Respecto a las piezas y uniones empleadas, este diseño integra tanto componentes genuinos normalizados (p. ej., engranajes personalizados basados en la ISO 6336 o similares) como estandarizados, empleando todos ellos únicamente tipos de uniones basados en sistemas macho-hembra (p. ej., tornillos y tuercas) o en mecanismos de presión (p. ej., pestañas deformables).

Dicha configuración se puede visualizar en la carcasa externa del aparato, la cual está formada por dos mitades, una frontal y otra trasera, unidas mediante tornillos accesibles a través de esta última para un cómodo montaje.

Estas uniones se situarán en puntos concretos de la geometría para sujetar los componentes internos del aparato, una vez se definan en detalle, garantizando de esta forma la robustez del producto y reduciendo el número de uniones necesarias, aspecto que también facilita el desensamblado.

Respecto a los métodos de acoplamiento de ciertos componentes, los cabezales intercambiables integran un sistema compuesto por dos pestañas y un tirador, los cuales permiten un anclaje intuitivo a la carcasa, solo debiendo empujar verticalmente dicho tirador con el dedo pulgar hasta que las pestañas se liberen o bloqueen, según la circunstancia.

En el caso de la llave de recarga, esta se enrosca al eje del muelle motor que sobresale por la parte trasera del aparato.

En lo que respecta a la resistencia mecánica de las uniones consideradas, las únicas con altas posibilidades de ruptura son las pestañas de los cabezales intercambiables que, al ser de polímero ABS, sufrirán una considerable fatiga del material.

Con tal de disminuir dicho efecto, estas se orientan en las direcciones en las que consiguen unas mayores dimensiones una vez ancladas (sobre todo, un mayor ancho, paralelo al sentido prismático de corte), lo que las dota de mayor resistencia mecánica.

Respecto a la normativa aplicable, se seguirán las directrices de los Reales Decretos de ámbito general y normas no armonizadas que figuran en las especificaciones.

Estas se han seleccionado siguiendo lo dispuesto en el Artículo 3.3, del Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos, por el cual, en caso de falta de normativa que no contemple todas las variables de riesgo en un producto, se procederá a valorar la transposición de normas europeas no armonizadas, normas nacionales, la buena praxis de la industria y el actual estado del arte y de la técnica.

Entre dichas normas, se encuentran las que definen el diseño de los engranajes, tales como la UNE-EN ISO 2203:1998 (ISO 2 203:1973), UNE 18004-1:1993 (ISO 1122-1:1983), UNE 18005:1984 (ISO 54:1977), UNE 18033:1984 (ISO 701:1976), UNE 18 066:1961, al igual que los cálculos para determinar la resistencia mecánica de estos, los cuales figuran en la ISO 6336-1:2019, ISO 6336-2:2019 y ISO 6336-3:2019.

En relación con la seguridad del producto, las características de la afeitadora, tanto conceptuales como en detalle, seguirán los criterios dispuestos en la norma UNE-EN ISO 12100:2012 (ISO 12100:2010), con tal de reducir los riesgos inherentes presentes en el diseño.

1.2. Características relativas a las especificaciones de mantenimiento

Respecto a la accesibilidad y sustitución de elementos averiados, la estructura de la carcasa, basada en dos módulos (uno frontal y otro trasero) con un reducido número de uniones, garantiza un desensamblado fácil e intuitivo, lo cual posibilita, a su vez, un alto grado de reparabilidad.

Este último aspecto también se beneficia del empleo de uniones accesibles y reutilizables, junto a la facilidad de sustitución y tratamiento de las piezas metálicas dañadas, las cuales conforman gran parte del aparato.

A la hora de realizar un mantenimiento general, para acceder al mecanismo interno del aparato se debe, previamente, desacoplar el cabezal intercambiable, desenroscar la llave de recarga y los tornillos de la carcasa, y retirar el módulo trasero de esta, en este orden; tras ello, se puede proceder a la limpieza y lubricación de los componentes, además de a su extracción y sustitución.

Respecto a la lubricación y estanqueidad del producto, este incluye una serie de juntas de goma entre los perfiles de contacto de aquellas piezas expuestas al exterior, como los dos módulos de la carcasa externa, evitando así la introducción de contaminantes del entorno al interior, al igual que pérdida de lubricante al exterior.

1.3. Características relativas a las especificaciones de ergonomía

Respecto a la morfología del aparato, esta se compone de figuras compactas y volúmenes regulares, fusionando planos con curvilíneas y perfiles redondeados, y basa sus medidas en las de una mano adulta masculina del percentil 95 para, en ambos casos, enfatizar la manejabilidad del aparato.

Dichos planteamientos se materializan principalmente en la carcasa, cuya geometría incluye una gruta en la parte posterior para apoyar los dedos, ejecutando estos un cómodo movimiento de pinza para sujetar el aparato, al igual que un plano en la parte inferior para mantener la afeitadora erguida sobre una superficie, evitando su caída.

Asimismo, los elementos exteriores se disponen de forma intuitiva con tal de hacerlos accesibles y notorios a la vista.

Respecto a la multifuncionalidad, el aparato dispone de dos cabezales intercambiables longitudinales, uno rasurador y otro cortapelos/perfilador, los cuales se sitúan en la parte superior del conjunto para evitar que el usuario realice movimientos incómodos al afeitarse. Además, dentro del envase se incluyen un espejo y un cepillo para limpiar los cabezales, añadidos que permiten asistir el afeitado en mayor grado.

Por simplicidad del diseño mecánico interno, dichos cabezales emplean conjuntamente dos componentes de corte: uno fijo, que posiciona el vello, y otro móvil, que ejecuta el cizallamiento. En el caso del rasurador, el componente fijo es una rejilla con gran área de corte, logrando un rasurado eficiente, mientras que en el del cortapelos/perfilador es un peine recto, aspecto que permite un corte lineal e intuitivo.

Tal rejilla del cabezal rasurador presenta, además, un ligera curvatura, la cual permite al cabezal adaptarse a los rasgos de la cara para, así, evitar tirones.

Respecto al peine recto del cabezal cortapelos/perfilador, visible en las figuras 3 y 4, este se dispone mirando hacia el lado donde se sitúa la llave de recarga, permitiendo un agarre cómodo si se afeita a otra persona; en caso de utilizarse con uno mismo, la posición de los elementos permite sujetar el aparato al revés sin dificultad.

En ambos cabezales, sus cuchillas siguen un movimiento prismático periódico, permitiendo una alta cadencia de cortes simultáneos por cada ciclo (i. e., cuando las hojas vuelven a su posición inicial tras moverse prismáticamente).

Mientras que el cortapelos únicamente emplea una hoja con perfil de sierra, el cabezal rasurador dispone de múltiples cuchillas embebidas en un soporte extraíble, dispuestas en hilera y en dirección perpendicular al desplazamiento.

Dicho soporte se puede sustituir por uno nuevo fácilmente con los dedos, una vez las cuchillas se gasten; únicamente se deberá tirar o empujar de él para deformar elásticamente las pestañas que lo mantienen anclado al interior del cabezal.

El movimiento prismático mencionado se consigue mediante el giro de un eje descentrado, del cual se aprovecha uno de sus desplazamientos senoidales para crear el vaivén de las hojas.

Este eje se encuentra en uno de los componentes internos del mecanismo, el volante de inercia, el cual almacenará energía cinética para que las hojas corten los pelos de forma rápida y eficaz; otra de sus funciones es el control de velocidad de las cuchillas a través de dos frenos centrífugos.

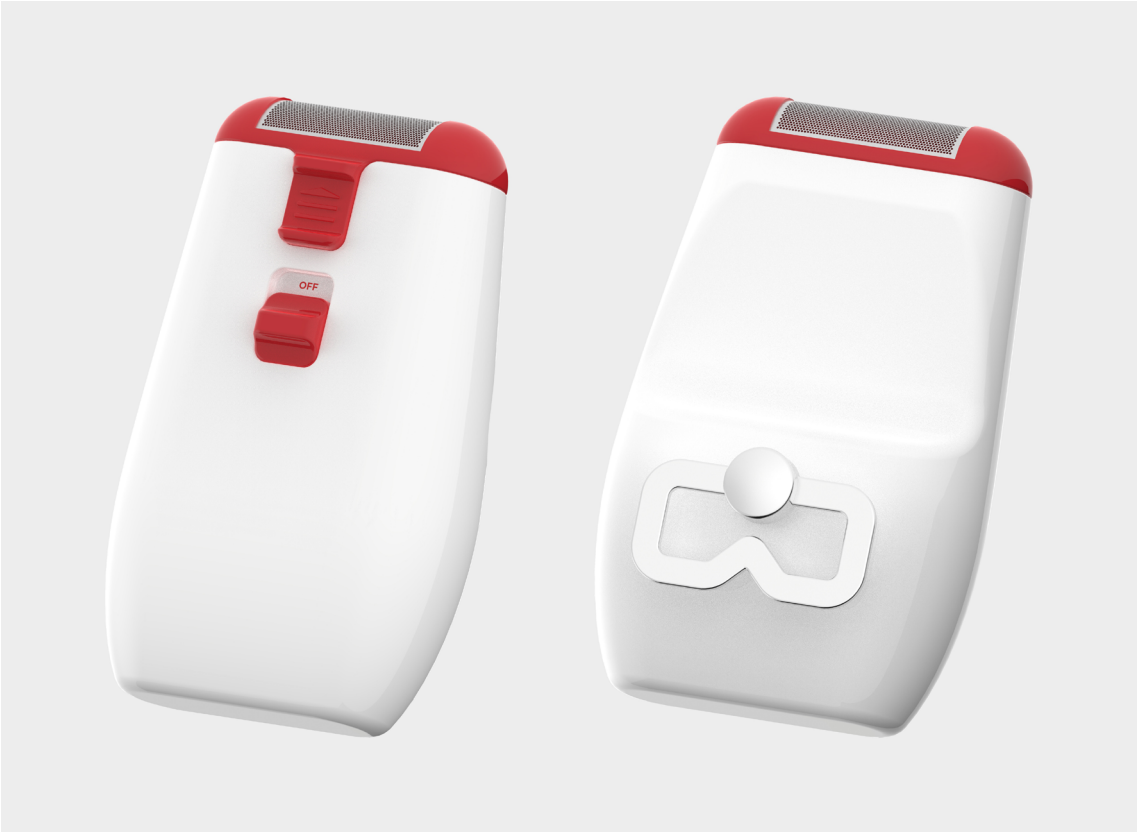


Figura 1. Renderizado del rediseño conceptual final, mostrando el cabezal rasurador, la llave de recarga (derecha) y el botón de encendido (izquierda). Fuente: Primaria.

En relación con la funcionalidad, destacan las características de los elementos externos principales, aquellos con los que el usuario interactuará de forma regular al utilizar el producto, o sea, el botón de encendido del aparato, el de desbloqueo de los cabezales intercambiables y la llave de recarga.

Considerando el método de agarre de la afeitadora (i. e., con los dedos realizando un movimiento de pinza sobre las caras anterior y posterior), los controles del producto se sitúan en la cara superior frontal, mientras que la llave de recarga está en la parte inferior trasera.

Atendiendo a los cabezales intercambiables, en ellos se integra un sistema de acoplamiento basado en un botón deslizante, el cual se dispone equidistante a cada lado del componente, permitiendo una cómoda interacción del pulgar con él.

Dicho botón presenta una serie de relieves en su superficie central para aumentar la adherencia del pulgar, además de indicar la dirección de deslizamiento con una flecha.

Junto a estos, se incorporan dos topes curvos, uno en cada extremo vertical, para facilitar el intercambio de funciones.



Figura 2. Renderizado de la parte superior frontal del rediseño conceptual final, mostrando el cabezal rasurador y el botón de encendido. Fuente: Primaria.

Cuando se quiera quitar el cabezal, el tope superior se adaptará a la cabeza del pulgar al empujar hacia arriba, lo cual evitará que el dedo se deslice accidentalmente sobre las rejillas localizadas superiormente. Al reintroducir el cabezal en su posición, el tope inferior garantizará un agarre firme con la yema del pulgar al tirar hacia abajo.

Esta permuta se produce tras deformarse elásticamente las pestañas internas del cabezal, las cuales lo unen a la carcasa, tanto en el acople como desacople de este.

El control operacional del aparato lo rige en primera instancia otro botón deslizante, cuyo rango de desplazamiento (únicamente vertical) se limita a las posiciones de encendido (arriba) y apagado (abajo); este se sitúa debajo del botón del cabezal cortante. Las características que destacan en su fisonomía son una anchura considerable y la inclusión de una cresta horizontal en medio del botón para un mayor agarre.

Esta cresta está adaptada en ambos flancos para que se pueda empujar cómodamente con el dedo pulgar, lo que también influye positivamente en la firme sujeción del aparato (apoyando el pulgar en el botón y el resto de los dedos en la cara opuesta, por encima de la llave de recarga).

Respecto a la llave de recarga, su reducido tamaño y la capacidad de plegarse sobre la carcasa le permiten no interferir en la ergonomía del aparato, de forma que el usuario puede sujetar la máquina sin que ninguno de los elementos exteriores le estorbe.

Asimismo, con tal de evitar posibles pinzamientos al plegar la llave sobre la carcasa tras recargarse el aparato, existe entre ambos componentes una distancia cercana al grosor de un dedo. Partiendo del mismo propósito, no existirá excesiva resistencia a la hora de plegar y desplegar dicho apéndice, por lo que el usuario podrá manejarlo de forma segura sin preocuparse de un posible daño en los dedos.

Respecto a la portabilidad del aparato, se incluye un estuche rígido de tela cuya forma exterior se adapta a la de su contenido, ocupando lo menos posible y permitiendo un fácil transporte.

El envase está formado por dos carcasas de goma EVA cubiertas de tela de poliéster, unidas mediante una cremallera de polímero y una bisagra, también de poliéster. Aunque dichas uniones son complejas a nivel constructivo y, por ende, menos separables y reciclables, su sencillo funcionamiento permite un uso intuitivo del envase, además de simplificar su fabricación.

Los materiales usados en su construcción (goma EVA y poliéster) le otorgan ligereza y resistencia a golpes y roces, siempre que sean leves, lo cual se traduce en una extensa vida útil del contenedor. Tales componentes también soportan diferentes líquidos de higiene y la humedad, aunque estos sean en una primera instancia absorbidos por la tela, debiendo lavar el envase al mancharse.

A la hora de guardar la afeitadora y los elementos adicionales incluidos, estos se sitúan en sus respectivos huecos adaptados, manteniéndose inmóviles dentro de ellos tras deformar elásticamente los retenedores de cada cubículo, pequeñas protuberancias que abrazan a la pieza encajada.

Dentro del estuche, destacan los huecos específicos dispuestos para el botón de encendido y la llave de recarga (sin retenedores al estar unidos a la afeitadora, cuyo cubículo sí los tiene), para el cabezal intercambiable restante (el otro debe ir instalado en la afeitadora) y para la brocha de limpieza. Asimismo, en el interior de una de las carcasas de goma EVA, se sitúa incrustado el espejo para asistir el afeitado.

Atendiendo al transporte mercantil, el embalaje primario se compone de una caja de cartón fino (de base rectangular) con un armazón interior de cartón corrugado, el cual inmoviliza el contenido.

Tal armazón se construye a partir de dos tiras estrechas, las cuales rodean al envase horizontal y verticalmente para protegerlo de posibles golpes, sobretodo, en esas direcciones. Asimismo, esta disposición aumenta la resistencia del paquete, permitiendo así una mayor capacidad de apilamiento junto a embalajes similares durante su transporte comercial.

A nivel constructivo, el embalaje primario solo emplea adhesivo para cerrar el lateral de cartón, creando la tapa y la base al plegar las solapas y pestañas troqueladas correspondientes.

En términos de impacto ambiental, como se puede observar, esta configuración destaca por la reducida variedad y cantidad de materiales utilizados, permitiendo una alta reciclabilidad debida a de la ausencia notable de impurezas, concretamente, al emplear materiales similares y pocos adhesivos.

1.4. Características relativas a las especificaciones de seguridad

1.4.1. Seguridad mecánica

Para garantizar la integridad de la máquina a lo largo de su vida útil, los componentes mecánicos internos son aislados del exterior y del usuario dentro de la carcasa.

Para satisfacer esta especificación, son empleadas juntas de goma entre las piezas exteriores, con tal de evitar la entrada de contaminantes y la fuga de lubricante, además de uniones manipulables únicamente mediante herramientas específicas (i. e., destornillador Phillips, entre otras), las cuales permiten un ensamblaje más robusto y seguro al evitar que el usuario abra el aparato manualmente.

Otro aspecto determinante en la conservación del aparato es su correcta utilización por el usuario, por lo que el producto integra una serie de medidas gráficas para guiar al este en tal tarea.

Entre ellas, se encuentran la inclusión de un manual de instrucciones con ilustraciones, aclarando las posibles dudas sobre el empleo y mantenimiento de la afeitadora, y diferentes mecanismos de señalización, los cuales asistan una buena comunicación entre producto y usuario.

Atendiendo a la semiótica empleada, se incluye un código de colores detrás del botón de encendido que, al deslizarse a la posición opuesta, muestra el estado actual de la máquina (i. e., los términos "ON" en verde para indicar "encendido" y "OFF" en rojo para "apagado"). Además, la llave de recarga está acompañada de flechas impresas en la carcasa para indicar la dirección de giro y, por ende, carga del muelle.

Respecto a la señalización formal, destacan los relieves y topes curvos incluidos en el botón frontal de los cabezales intercambiables, visibles en la figura 2 y 3, los cuales indican las direcciones de empuje y transmiten firmeza al realizar dicha acción, al igual que la cresta ergonómica del botón de encendido que, junto al código de color ya comentado, indica la acción a realizar solo con cómo está presentada.

Otro factor importante es la estabilidad del mecanismo interno durante su funcionamiento, la cual depende de la gestión de los estados de la máquina.

Para evitar que las piezas internas sufran algún daño debido a cambios súbitos en la configuración o estado del producto, se deberá incluir en el diseño de detalle un mecanismo de restricción de funcionamiento que bloqueará (o parará primero, si se está en marcha) la afeitadora completamente, en caso de que la configuración idónea de uso cambie a una menos segura, ya sea para el mecanismo interno o para el usuario.

Concretamente, los posibles estados de poca seguridad se producirán cuando se retire el cabezal intercambiable o al girar la llave de recarga para realimentar el aparato.

Una vez bloqueado (y parado previamente) el sistema, este se mantendrá (y reiniciará primero, tras pararse) apagado, solo pudiendo encenderse tras volver a una configuración de funcionamiento segura, esto es, con un cabezal introducido y sin girar la llave de recarga, y tras activar el botón de encendido, en ese orden.

1.4.2. Protección del producto

Atendiendo a la resistencia a diferentes elementos de los materiales utilizados, las piezas de polímero ABS (i. e., la carcasa, el exterior y soporte interno para cuchillas de los cabezales intercambiables, y el botón de encendido) soportan polvo, humedad y aceites animales, vegetales y minerales, incluyendo el lubricante del mecanismo interno; esto permite la limpieza y lubricación del aparato con facilidad.

Los componentes metálicos externos presentan las mismas ventajas, ya sea debido a las propiedades inherentes del material empleado o al incluir un tratamiento superficial concreto; en el caso de la llave de recarga, esta presenta un acabado cromado en su superficie de aluminio, mientras que la rejilla y las cuchillas de los cabezales intercambiables se componen de acero inoxidable.

Por contra, los componentes metálicos internos (seguramente de latón y otros metales), debido a la falta de acabado superficial, no tolerarían la humedad en gran medida.

Dicha carencia se debe a que el mecanismo del aparato ya está aislado de los elementos dentro de la carcasa para garantizar su integridad, tal como se enunció en el punto anterior "1.4.1. Seguridad mecánica", a través del uso de juntas de goma dispuestas entre piezas concretas.

Estas juntas también aumentan la robustez del aparato al reducir las vibraciones del sistema durante su funcionamiento, evitando que las uniones de la estructura interna se debiliten o suelten.

Considerando lo planteado en el subapartado "1.1. Características relativas a las especificaciones de fabricación" respecto al diseño en detalle de los componentes del aparato, estos dependerán de múltiples análisis técnicos, los cuales permitirán, entre otras cosas, asignar correctamente materiales concretos a las piezas según las solicitaciones a las que estén sometidas.

Debido a que estos estudios se realizarían tras definir el diseño conceptual presente en este apartado (no siendo planteados en este trabajo al no ser su objetivo principal), a continuación, se indicarán algunas de las cualidades generales de los materiales asignados provisionalmente a los componentes, con tal de vislumbrar su influencia en la protección del producto.

Respecto al polímero termoplástico ABS, este otorga a los principales componentes exteriores una considerable resistencia mecánica (límite de rotura del ABS: 41 MPa) y flexibilidad (módulo de Young del ABS: 2 GPa) [3] frente a caídas de hasta 1,5 metros, además de una excelente durabilidad en entornos marinos, indicando un gran aguante de la humedad [4].

En relación con el peso, dicho polímero también destaca por su ligereza (densidad relativa del ABS: 1,1), aspecto determinante para un producto sujeto con la mano, lo cual aumenta su ergonomía [3].

Como principales desventajas del polímero ABS, son contempladas una baja resistencia a la radiación UV (solar) y a los alcoholes, como los incluidos en los productos de higiene personal, y una escasa dureza superficial, pudiendo generarse arañazos detectables con facilidad [4].

Respecto a uno de los metales empleados, el aluminio, este permite a los componentes soportar caídas de 1,5 metros y roces ligeros gracias a su gran ductilidad y resistencia mecánica (límite de rotura del Al 3004-H18: 285 MPa [5, Tabla 13.5, p. 406]).

Con base en ello, el material presenta una muy buena relación resistencia/peso [5, p. 402], aunque no deja de ser más pesado que cualquier otro polímero (densidad relativa del aluminio: 2,7 [5, p. 402]).

Aun así, la ausencia de fragilidad puede generar deformaciones plásticas en la pieza tras golpes destacables, como las caídas nombradas.

En esta ocasión, se considera el "Al 3004-H18", una aleación de aluminio forjado de propósito general con moderada resistencia y apropiada para el trabajo de láminas [6, c. 6, p. 55], la cual contiene un 1,2 % Mn y 1 % Mg [5, Tabla 13.5, p. 406].

En el escenario de practicar un proceso de embutición profunda con dicho material (p. ej., si al final se elige para la carcasa al presentar mejores propiedades que el ABS provisionalmente elegido), dicho proceso conllevaría un endurecimiento en frío (de ahí el sufijo del aluminio escogido, HXX: "strain hardening" [7, c. 4, p. 58]), sin tratamiento térmico posterior (H1X [7, c. 4, p. 60]) y en el que se conseguiría un temple total tras el proceso de endurecimiento (HX8 [7, c. 4, pp. 61-62]).

1.4.3. Protección del usuario

Atendiendo a la ergonomía del afeitado, la nueva configuración interna de los cabezales intercambiables, ya comentada en el subapartado "1.3. Características relativas a las especificaciones de ergonomía", logra una alta velocidad y cadencia de corte, lo que, junto a los atributos exteriores también presentados en dicho epígrafe, se traduce en un afeitado apurado y seguro para el consumidor que maneje el dispositivo.

Uno de las características más destacadas a nivel de carga semiótica se encuentra en el cabezal cortapelos/perfilador, el cual se mimetiza con las líneas minimalistas y ergonómicas del producto para ocultar su carácter visualmente punzante y, así, transmitir seguridad al utilizarlo.



Figura 3. Renderizado de la parte superior frontal del rediseño conceptual final, mostrando el cabezal perfilador y el botón de encendido. Fuente: Primaria.



Figura 4. Renderizado de la parte superior trasera del rediseño conceptual final, mostrando el cabezal perfilador y su fisonomía. Fuente: Primaria.

En relación con las medidas de seguridad consideradas en el producto, dichos cabezales intercambiables incluyen un mecanismo de anclaje basado en un pulsador frontal deslizante el cual, al adaptarse al pulgar controlador (ubicado este, al sujetar el aparato, en el botón de encendido localizado debajo del pulsador) y al estar compuesto de polímero ABS, permite intercambiar de forma cómoda, sin esfuerzos ni bloqueos inesperados, la función de la afeitadora, garantizando una fácil y correcta interacción entre el usuario y el producto.

En lo que respecta al cabezal rasurador, este también destaca a nivel de seguridad al emplear una rejilla anticortes, manipulable con los dedos sin ningún tipo de peligro, e integrar una geometría curva con flancos redondeados, visibles en la figura 2, los cuales se adaptan a las facciones de la cara con suavidad.

En lo referido al cabezal cortapelos/perfilador, en los mismo términos, este incluye un tope lateral, situado debajo de las hojas para evitar que los dedos se deslicen accidentalmente sobre ellas, además de un ligero moleteado en su superficie superior, evitando así que esta se adhiera a la piel al entrar en contacto directo.

En relación con el mantenimiento de la afeitadora, debido a los materiales empleados (i. e., ABS y acero inoxidable), los cabezales intercambiables pueden limpiarse de forma fácil con agua corriente, sin necesidad de productos abrasivos que perjudiquen al componente o al usuario.

Por otra parte, a la hora de sustituir las múltiples cuchillas del cabezal rasurador por unas nuevas, únicamente se deberá extraer con los dedos el soporte de plástico desechable en el que están embebidas; de esta forma, se evita que el usuario manipule directamente las hojas en mal estado, simplificando y asegurando el reemplazo.

1.5. Características relativas a las especificaciones de estética y acabado

1.5.1. Estética

A nivel semántico, la geometría compacta del conjunto y la distribución vertical de los elementos externos, visibles en la figura 1, permiten al usuario intuir el funcionamiento de la máquina fácilmente, transmitiendo un mensaje de adaptabilidad, ligereza y seguridad a la hora de ejecutar las funciones del aparato.

Tales aspectos ya se han comentado en detalle anteriormente en el subapartado "1.3. Características relativas a las especificaciones de ergonomía".

Atendiendo a la relación entre ergonomía y apariencia, la afeitadora presenta un estilo minimalista y atemporal, combinando líneas rectas y curvas para enfatizan la funcionalidad, sobre todo, en aquellos elementos que deben adaptarse a la morfología de la mano del usuario, como la carcasa o los controles.

Fusionando el ámbito funcional y artístico, el producto emplea en su exterior una combinación bitonal de blanco con matices rojos, con tal de resaltar los elementos interactivos y enfatizar la sensación de higiene y limpieza, lo que aumenta la seguridad del usuario; concretamente, la carcasa es blanca, mientras que el botón de encendido y la estructura exterior de los cabezales intercambiables son rojos.

Junto a este esquema tonal, los componentes metálicos a la vista (i. e., la rejilla del rasurador, las cuchillas del cortapelos y la llave de recarga) mantienen el tono característico del material y acabado empleados en cada uno; la llave de recarga tiene un acabado cromado y los elementos de corte muestran el tono de su acero inoxidable.

1.5.2. Acabado

En relación con el acabado del aparato, su estructura externa, compuesta de figuras compactas y regulares, destaca por el redondeado de todas las aristas y por la ausencia de vértices pronunciados, permitiendo una sujeción firme, cómoda y segura.

Dicho agarre también se beneficia de la combinación de materiales (i. e., polímero ABS, aluminio y aceros inoxidables) y tratamientos superficiales (los cuales dan a los componentes exteriores un tacto suave), junto al añadido de elementos formales como relieves o siluetas ergonómicas, que aumentan la adherencia de los dedos.

Estas últimas cualidades figuran desarrolladas en el subapartado "1.3. Características relativas a las especificaciones de ergonomía" ya mencionado.

Atendiendo a la carcasa y a los cabezales intercambiables, el polímero ABS del que están compuestos consigue una superficie lisa y brillante, lo que aumenta el valor estético y comercial del producto.

Asimismo, la superficie de la llave de recarga se remata con un cromado, tanto por cuestiones estéticas como de protección del material ante corrosión.

Debido a que la mayor parte del desgaste de la máquina procederá de su interacción cotidiana con líquidos, a continuación, se comentará la resistencia química de los materiales y tratamientos mencionados; el resto de sus características ya se han comentado en el epígrafe "1.4.2. Protección del producto" del subapartado "1.4. Características relativas a las especificaciones de seguridad".

En el caso del polímero ABS, este soporta ácidos acuosos, bases, ácido clorhídrico (presente en productos de limpieza doméstica [8]) y fosfórico (cuyos derivados se emplean en las pastas dentales [9]), además de aceites animales, vegetales y minerales, utilizados comúnmente en cosmética.

Por contra, tiene una baja tolerancia a los alcoholes, compuestos muy presentes en los productos de higiene personal [2], [4].

Respecto al cromado aplicado a metales, este protege de la corrosión a la superficie tratada tras aplicar una primera capa de níquel [10, p. 215], obteniendo resistencia sobre un gran número de ácidos y aceites [11].

2. Resumen de características

A continuación, se mostrará el resumen de características del rediseño conceptual comentado en el epígrage anterior, siendo recopilado en las tablas 1 a la 4.

1. Características relativas a las especificaciones de fabricación
1.1. Tamaño y peso
El tamaño del aparato es similar al de la Thorens "Riviera", tomando como referencia las medidas de la mano de un hombre perteneciente al percentil poblacional 95.
El peso del aparato debe ser menor a 400 gramos y el de cada elemento externo menor a 30 gramos, valores alcanzables mediante la elección selectiva y uso eficiente de materiales.
1.2. Materiales e impacto ambiental
La carcasa, la estructura de los cabezales intercambiables (su exterior y el soporte interno para cuchillas del rasurador) y el botón de encendido son de polímero ABS.
El mecanismo interno, la llave de recarga, las cuchillas y el resto de elementos que intervengan en el corte de los cabezales intercambiables son de metal, siendo aluminio, acero inoxidable y latón los más probables a utilizar.
El diseño en detalle de los componentes dependerá de multiples análisis técnicos (i. e., estudio de materiales, cálculos, simulaciones...) para satisfacer sus solicitaciones y tener un reducido grado de impacto ambiental.
Todos los componentes tendrán un marcado que designe el tipo de material empleado.
La composición del lubricante utilizado en el mecanismo interno figurará en el interior de la afeitadora.
Los materiales empleados (i. e., metales y polímero ABS) son fácilmente reutilizables en próximos procesos productivos.
1.3. Instalación y uniones
Los componentes son tanto genuinos normalizados (p. ej., engranajes personalizados basados en la ISO 6336 o similar) como estandarizados.
Los tipos de uniones utilizados son aquellos basados en sistemas macho-hembra (p. ej., tornillos y tuercas) y en mecanismos de presión (p. ej., pestañas deformables).
La carcasa del aparato está formada por dos mitades, una frontal y otra trasera, unidas mediante tornillos, a los cuales se accede a través de esta última.
Las uniones se situarán en puntos concretos de la geometría para reducir el número de uniones necesarias.
Los cabezales intercambiables integran un sistema de acoplamiento compuesto por dos pestañas y un tirador vertical.
La llave de recarga se une al aparato enroscándose en el eje del muelle motor.
Las uniones de los cabezales intercambiables se orientan en las direcciones en las que consiguen unas mayores dimensiones para una mayor resistencia mecánica.
1.4. Normativa técnica
Se aplicará el Artículo 3.3, del Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos, para aquellos aspectos no regulados expresamente.
El diseño geométrico de los engranajes seguirá las normas UNE-EN ISO 2203:1998 (ISO 2203:1973), UNE 18004-1:1993 (ISO 1122-1:1983), UNE 18005:1984 (ISO 54:1977), UNE 18033:1984 (ISO 701:1976), UNE 18066:1961.
El diseño resistivo de los engranajes seguirá las normas ISO 6336-1:2019, ISO 6336-2:2019 y ISO 6336-3:2019.
Las características de seguridad del producto seguirán los criterios dispuestos en la norma UNE-EN ISO 12100:2012 (ISO 12100:2010).
2. Características relativas a las especificaciones de mantenimiento
La estructura externa del aparato, formada por dos mitades, garantiza un fácil desensamblado y un alto grado de reparabilidad.
Se emplean uniones accesibles y reutilizables.
Los componentes metálicos (que conforman la mayor parte del aparato) son fáciles de sustituir y tratar al estar dañados.
La retirada de los elementos externos y uniones de la carcasa permite la total limpieza, lubricación, extracción y sustitución de los componentes.
Los componentes externos presentan juntas de goma entre sus perfiles de contacto para mayor estanqueidad.
3. Características relativas a las especificaciones de ergonomía (Parte 1 de 2)
3.1. Morfología del producto
La morfología del aparato se compone de figuras compactas y volúmenes regulares, fusionando planos con curvilíneas y perfiles redondeados.
La geometría de la carcasa incluye una gruta en la parte posterior para apoyar cómodamente los dedos.
La geometría de la carcasa incluye un plano en la parte inferior para mantener la afeitadora erguida sobre una superficie.
Los elementos exteriores se disponen de forma intuitiva con tal de hacerlos accesibles y notorios a la vista.

Tabla 1. Resumen de características del rediseño conceptual final (Parte 1 de 4). Fuente: Primaria.

3. Características relativas a las especificaciones de ergonomía (Parte 2 de 2)
3.2. Multifuncionalidad
El aparato dispone de dos cabezales intercambiables longitudinales, uno rasurador y otro cortapelos/perfilador, los cuales se sitúan en la parte superior del conjunto.
El envase incluye un espejo y un cepillo para limpiar los cabezales.
El rasurador integra una rejilla fija con gran área de corte y ligéramente curva para mayor adaptabilidad.
El cortapelos integra un peine recto fijo como elemento guía del corte, apuntándo a la parte trasera del aparato (donde está la llave de recarga) para poder afeitar a otro usuario.
Las cuchillas siguen un movimiento prismático periódico que permite una alta cadencia de cortes simultáneos por cada ciclo.
El rasurador integra un soporte con múltiples cuchillas embedidas, dispuestas en hilera y en dirección perpendicular al desplazamiento, como elemento de corte móvil.
El cortapelos/perfilador integra una hoja con perfil de sierra como elemento de corte móvil.
3.3. Funcionalidad del producto
Los controles del producto se sitúan en la cara superior frontal del aparato.
La llave de recarga se sitúa en la parte inferior trasera del aparato.
El botón deslizante del sistema de acoplamiento de los cabezales intercambiables se dispone equidistante a cada lado del componente.
El botón deslizante del sistema de acoplamiento de los cabezales intercambiables presenta relieves en su superficie para indicar dirección de desplazamiento y aumentar el agarre.
El botón deslizante del sistema de acoplamiento de los cabezales intercambiables presenta dos topes curvos, uno en cada extremo vertical, para fácilitar el intercambio de funciones.
El control operacional del aparato lo rige un botón deslizante vertical con dos posiciones: encendido y apagado.
El botón deslizante de encendido se sitúa debajo del botón del cabezal intercambiable.
El botón deslizante de encendido tiene una anchura considerable e incluye una cresta horizontal en medio para mayor agarre.
La llave de recarga es de reducido tamaño para no interferir en la ergonomía de la carcasa.
La llave de recarga se puede plegar con poco esfuerzo sobre la carcasa, guardando una distancia cercana al grosor de un dedo para evitar pinzamientos.
3.4. Envase y embalaje
El envase es un estuche rígido de tela cuya forma exterior se adapta a la de su contenido para ocupar lo menos posible y facilitar el transporte.
El envase está constituido por dos carcasas de goma EVA cubiertas de tela de poliéster, unidas mediante una cremallera de plástico y una bisagra, también de poliéster.
Los materiales utilizados en el envase (goma EVA y poliéster) son ligeros y resistentes a golpes y roces.
Los materiales utilizados en el envase (goma EVA y poliéster) pueden soportar diferentes líquidos de higiene y humedad.
El envase presenta huecos adaptados para guardar la afeitadora y los elementos adicionales incluidos (el cabezal intercambiable restante y la brocha de limpieza).
La afeitadora y los elementos adicionales incluidos se mantienen inmóviles dentro del estuche empleando los retenedores de cada hueco adaptado.
Los elementos del propio aparato (i. e., el botón de encendido y la llave de recarga) tienen huecos específicos sin retenedores.
El espejo se sitúa incrustado en el interior de una de las carcasas de goma EVA.
El embalaje primario se compone de una caja de cartón fino (de base rectangular) con un armazón interior de cartón corrugado.
El armazón interior del embalaje se construye a partir de dos tiras estrechas, las cuales rodean al envase horizontal y verticalmente, para aumentar la resistencia durante el transporte y la capacidad de apilamiento.
El embalaje primario emplea únicamente adhesivo para cerrar su lateral, creando la tapa y la base mediante sus solapas y pestañas troqueladas.
4. Características relativas a las especificaciones de seguridad (Parte 1 de 2)
4.1. Seguridad mecánica (Parte 1 de 2)
Los componentes mecánicos se aislan dentro de la carcasa, empleando juntas de goma entre las piezas exteriores para evitar la entrada de contaminantes y la fuga de lubricante.
Las uniones son manipulables únicamente mediante herramientas específicas (i. e., destornillador Phillips, entre otras).

Tabla 2. Resumen de características del rediseño conceptual final (Parte 2 de 4). Fuente: Primaria.

4. Características relativas a las especificaciones de seguridad (Parte 2 de 2)
4.1. Seguridad mecánica (Parte 2 de 2)
El producto incluye un manual de instrucciones con ilustraciones.
El botón de encendido incluye detrás de él un código de colores indicador del estado del aparato (i. e., encendido o apagado).
La llave de recarga se acompaña de flechas impresas en la carcasa para indicar la dirección de carga del muelle.
Los cabezales intercambiables y el botón de encendido emplean sus relieves y geometría ergonómica como señalación formal.
El aparato incluirá un mecanismo de restricción de funcionamiento que bloqueará (o parará primero, si se está en marcha) la afeitadora completamente, en caso de que la configuración idónea de uso cambie a una menos segura, ya sea para el mecanismo interno o para el usuario.
4.2. Protección del producto
Las piezas de polímero ABS (i. e., la carcasa, el exterior y soporte interno para cuchillas de los cabezales intercambiables, y el botón de encendido) soportan polvo, humedad y aceites animales, vegetales y minerales, incluyéndose el lubricante del mecanismo interno.
Los componentes metálicos soportan las mismas inclemencias que el ABS, gracias a sus propiedades o al acabado superficial empleado.
La llave de recarga presenta un acabado cromado.
La rejilla y las cuchillas de los cabezales intercambiables se componen de acero inoxidable.
Los componentes metálicos internos no toleran en gran medida la humedad al estar ya aislados en el interior del aparato.
Las juntas de goma presentes entre las piezas exteriores reducen las vibraciones del sistema durante su funcionamiento.
El termoplástico ABS presenta una considerable resistencia mecánica (límite de rotura del ABS: 41 MPa) y flexibilidad (módulo de Young del ABS: 2 GPa) frente a caídas de hasta 1,5 metros.
El termoplástico ABS presenta una excelente durabilidad en entornos marinos.
El termoplástico ABS presenta un peso ligero (densidad relativa del ABS: 1,1).
El termoplástico ABS presenta una baja resistencia a la radiación UV (solar) y a los alcoholes.
El termoplástico ABS presenta una escasa dureza superficial, pudiendo generarse arañazos fácilmente.
El aluminio presenta una gran ductilidad y resistencia mecánica (límite de rotura del aluminio: 285 MPa) frente a caídas de 1,5 metros y roces ligeros.
El aluminio presenta una buena relación resistencia/peso (densidad relativa del aluminio: 2,7), aun siendo el peso menos ergonómico que cualquier polímero.
El aluminio presenta un grado de ductilidad que permite deformaciones plásticas en la pieza tras golpes destacables.
4.3. Protección del usuario
La nueva configuración interna de cabezales intercambiables permite un afeitado apurado y seguro.
El cabezal cortapelos se mimetiza con las líneas minimalistas y ergonómicas del producto para ocultar su carácter punzante.
La rejilla del cabezal rasurador es anticortes, manipulable con los dedos desnudos.
El sistema de anclaje de los cabezales cortantes, por su ergonomía y por estar hecho de ABS, permite intercambiarlos cómodamente.
El cabezal rasurador integra flancos redondos para adaptarse a la facciones de la cara con suavidad.
El cabezal cortapelos integra un tope lateral debajo de las cuchillas para evitar que los dedos se deslicen accidentalmente sobre ellas.
El cabezal cortapelos integra un moleteado en su superficie superior, evitando así que esta se adhiera a la piel al entrar en contacto directo.
Los cabezales intercambiables pueden limpiarse fácilmente con agua corriente.
El soporte para cuchillas del cabezal rasurador es desechable, pudiendo extraerlo de forma segura con los dedos.
5. Características relativas a las especificaciones de estética y acabado (Parte 1 de 2)
5.1. Estética (Parte 1 de 2)
La morfología y disposición de los elementos externos del aparato permiten al usuario intuir el funcionamiento de la máquina fácilmente.
La morfología y disposición de los elementos externos del aparato transmiten adaptabilidad, ligereza y seguridad.
El aparato tiene un estilo minimalista y atemporal, combinando líneas rectas y curvas para enfatizan la funcionalidad.

Tabla 3. Resumen de características del rediseño conceptual final (Parte 3 de 4). Fuente: Primaria.

5. Características relativas a las especificaciones de estética y acabado (Parte 2 de 2)
5.1. Estética (Parte 2 de 2)
La estética del aparato sigue una combinación bitonal; la carcasa es blanca, mientras que el botón de encendido y la estructura exterior de los cabezales intercambiables son rojos.
Los componentes metálicos muestran el color de su material o su acabado superficial; los elementos de corte muestran el tono de su acero inoxidable, mientras que la llave de recarga está cromada.
5.2. Acabado
La estructura externa incluye el redondeado de todas sus aristas y la ausencia de vértices pronunciados.
La combinación de materiales y tratamientos superficiales empleados proporcionan un tacto suave a los componentes externos.
Los componentes fabricados con polímero ABS consiguen una superficie lisa y brillante.
La llave de recarga tiene un acabado cromado como protector anticorrosión y frente a múltiples ácidos y aceites.
Las piezas de polímero ABS prensentan resistencia química frente a ácidos acuosos, bases, ácido clorhídrico y fosfórico concentrados (presentes en productos de limpieza), además de aceites animales, vegetales y minerales (como el lubricante del mecanismo interno).

Tabla 4. Resumen de características del rediseño conceptual final (Parte 4 de 4). Fuente: Primaria.

3. Referencias de apartado c (anexo v)

[1] J. Panero y M. Zelnik, *Las dimensiones humanas en los espacios interiores*, 7ª ed. México D.F., México: Ediciones G. Gili, 1996.

[2] Wikipedia. "Acrylonitrile butadiene styrene." Wikipedia.org. Accedido: ago. 22, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_w32J

[3] Oxford Reference. "Acrylonitrile-butadiene-styrene (ABS plastic)." Oxfordreference.com. Accedido: ago. 22, 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/acref/9780198832102.001.0001/acref-9780198832102-e-9061

[4] CES EduPack 2013. (ver. 12.2.13). Granta Design Limited. [Software]. Database: "CES EduPack 2013 Nivel 2", Table: "Universo Materiales", Subset: "Edu Nivel 2 con propiedades de durabilidad".

[5] D. R. Askeland, *The Science and Engineering of Materials*, 3ª S.I. ed. Dordrecht, Países Bajos: Springer Science+Business Media B.V., 1996.

[6] E. A. Avallone y T. Baumeister III, *Marks' Standard Handbook for Mechanical Engineers*, 10ª ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 1996.

[7] J. G. Kaufman, *Introduction to Aluminum Alloys and Tempers*, ASM International, 2000.

[8] Wikipedia. "Hydrochloric acid." Wikipedia.org. Accedido: ago. 22, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_zGrC

[9] Wikipedia. "Phosphoric acid." Wikipedia.org. Accedido: ago. 22, 2023. [En línea]. Disponible en: https://w.wiki/_w2VG

[10] D. L. Snyder, "Decorative chromium plating," *Metal Finishing*, vol. 98, issue 1, pp. 215-222, ene. 2000, doi: 10.1016/S0026-0576(00)80328-1.

[11] TECNOCROM. "Resistencia de las películas de cromo a la corrosión." Tecnocrom.es. Accedido: ago. 22, 2023. [En línea]. Disponible en: https://tecnocrom.es/index.php/es/tratamientos/cromo-duro/resistencia-a-la-corrosion.html

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

Escuela de Ingenierías Industriales

Departamento de Expresión Gráfica, Diseño y Proyectos

Áreas del conocimiento:
Expresión Gráfica en la Ingeniería
Proyectos de Ingeniería

Trabajo de Fin de Grado
Rediseño de Afeitadora Mecánica en Seco

PLANOS

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto

Curso 2022/2023

Autor: D. Ricardo Jurado Martínez

Tutor: D. José Luis Martínez Torres

Cotutor: D. Jorge Pérez García

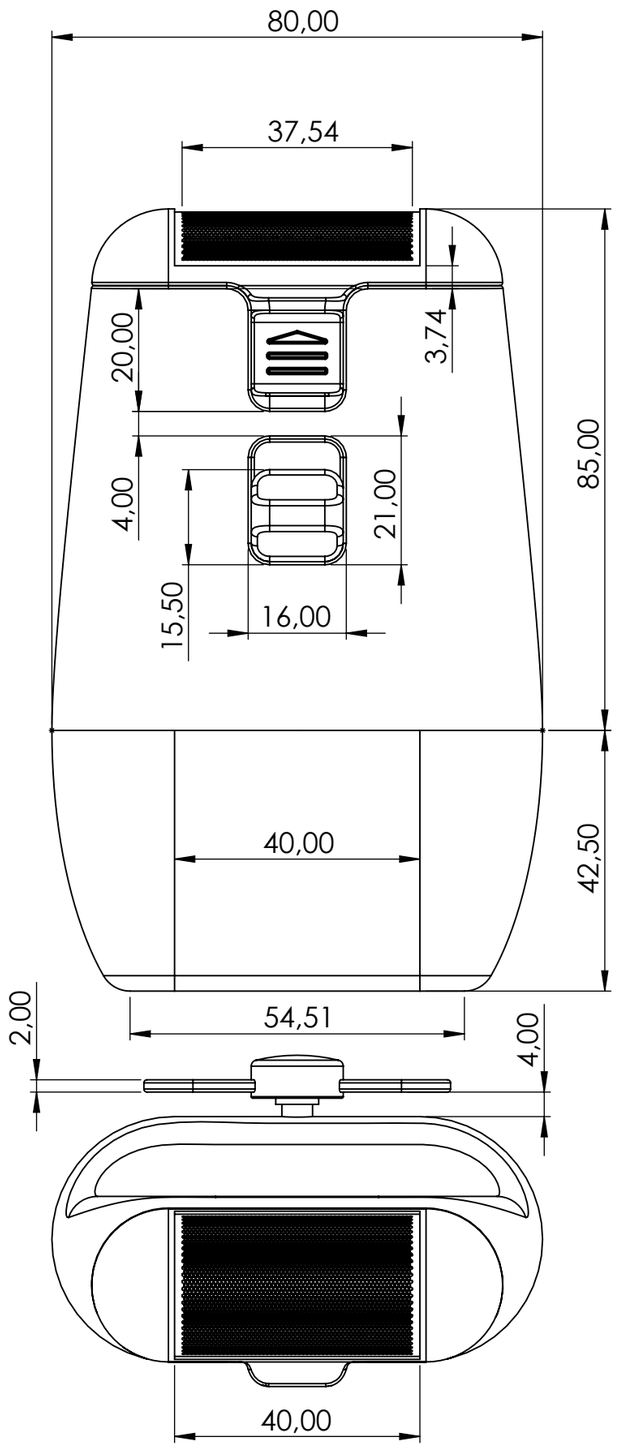
A 19 de septiembre de 2023, Málaga

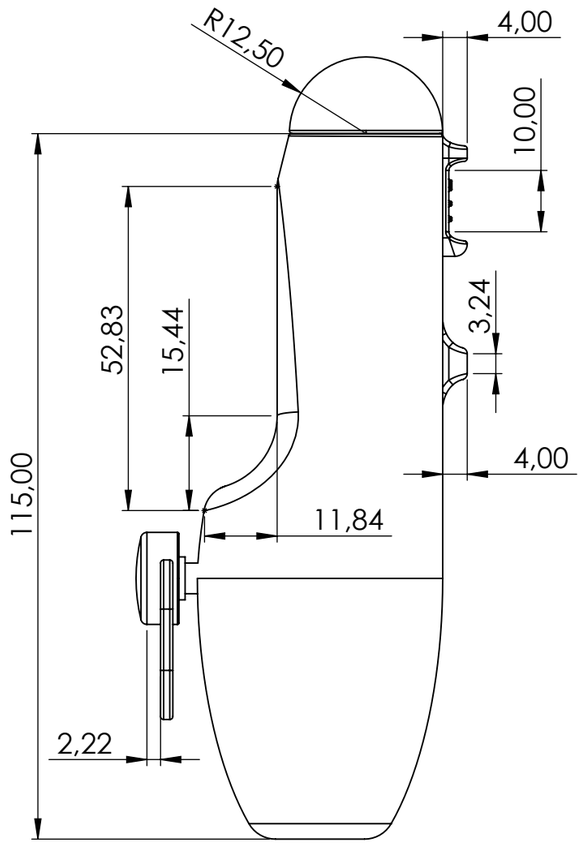
Índice de Planos

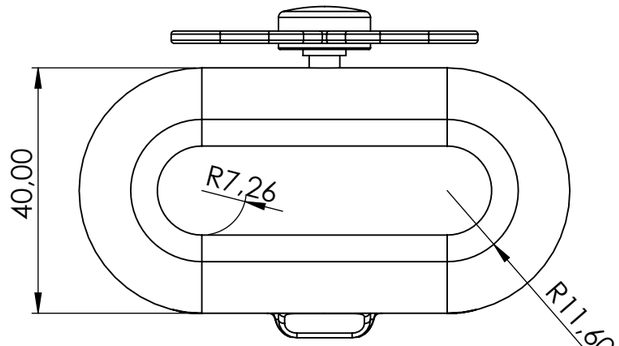
Índice de Planos 235

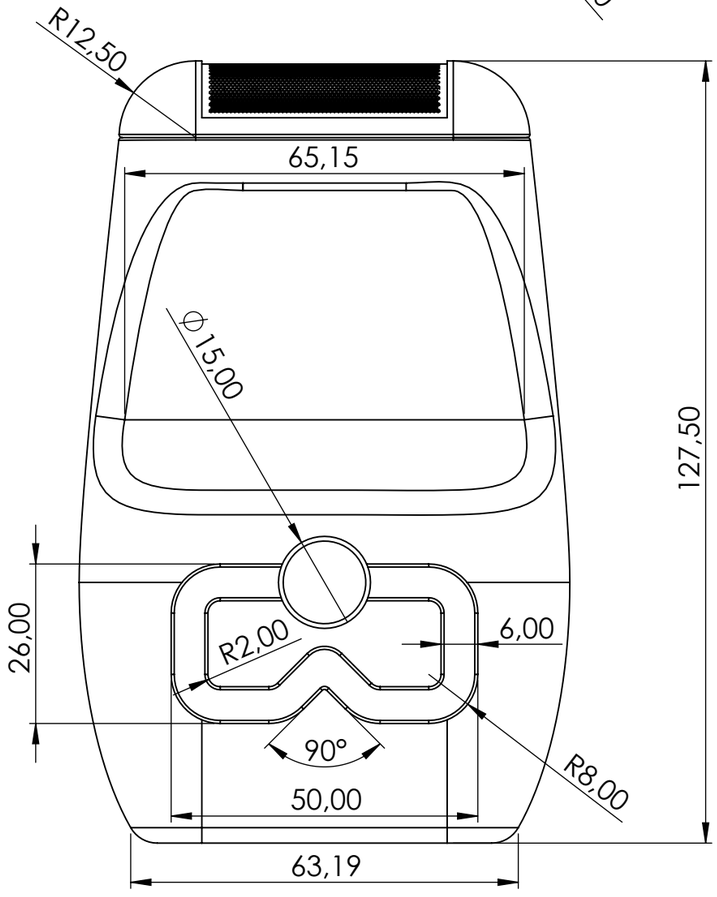
Rediseño de afeitadora mecánica en seco, con cabezal rasurador ..... 1 de 4
Rediseño de afeitadora mecánica en seco, con cabezal perfilador ..... 2 de 4
Vista en detalle frontal del botón deslizante del cabezal perfilador ..... 3 de 4
Vista en detalle lateral del botón deslizante del cabezal perfilador ..... 4 de 4

Autor: D. Ricardo Jurado Martínez
Cotutor: Don Jorge Pérez García
Escuela de Ingenierías Industriales
Universidad de Málaga – 19/09/2023

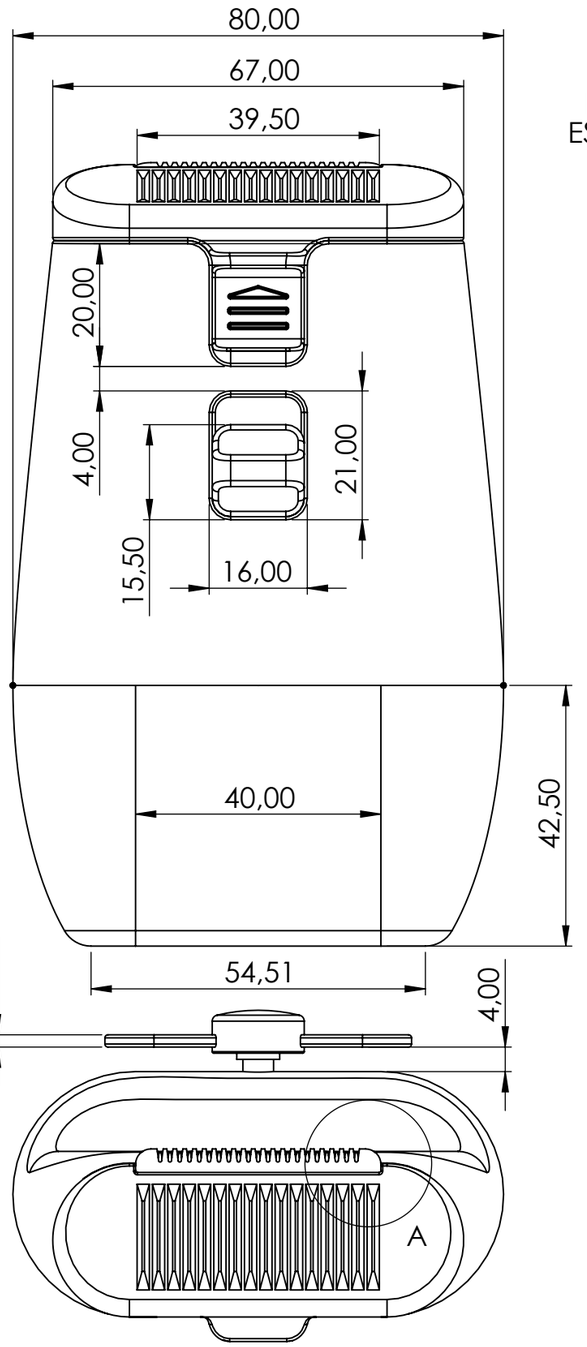


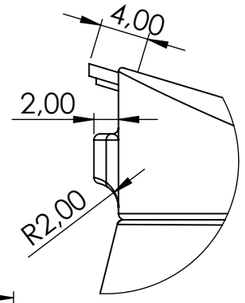




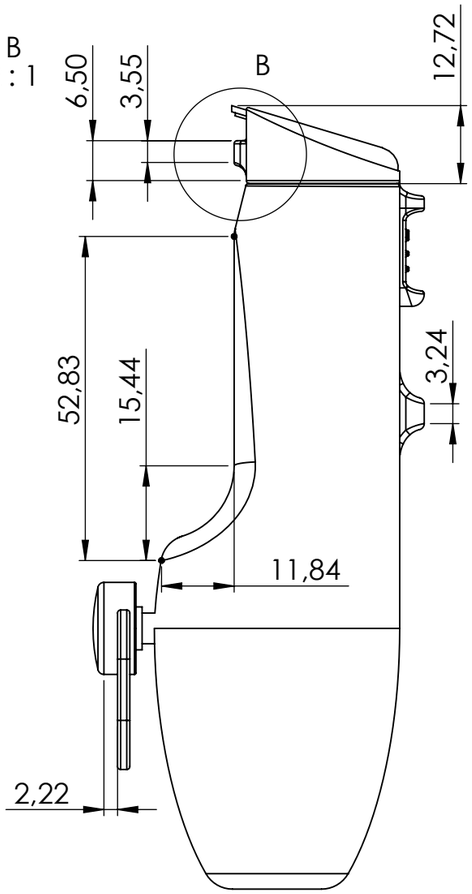


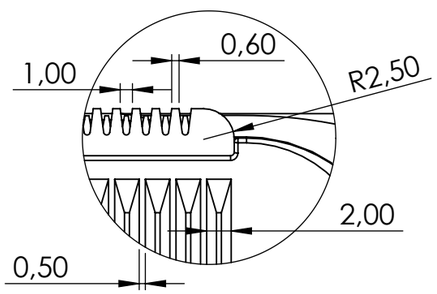
Trabajo de Fin de Grado - Curso 22/23 - EII - Universidad de Málaga		
Autor: D. Ricardo Jurado Martínez	Escala: **1/1**	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES
Tutor: D. José Luis Martínez Torres		
Cotutor: D. Jorge Pérez García		
Rediseño de afeitadora mecánica en seco, con cabezal rasurador	Firma del autor:	Núm. de plano: **1 de 4**
		Fecha: **19/9/2023**



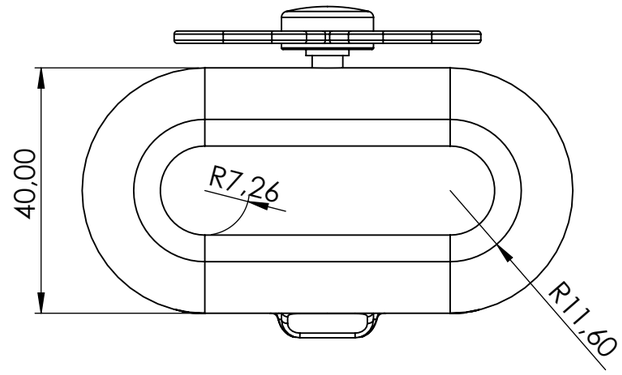


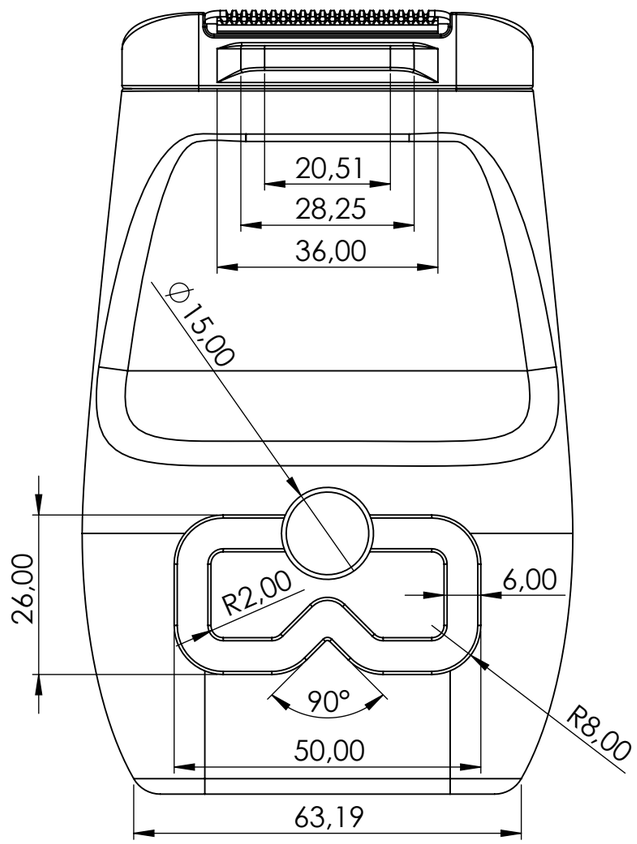
DETALLE B
ESCALA 2 : 1



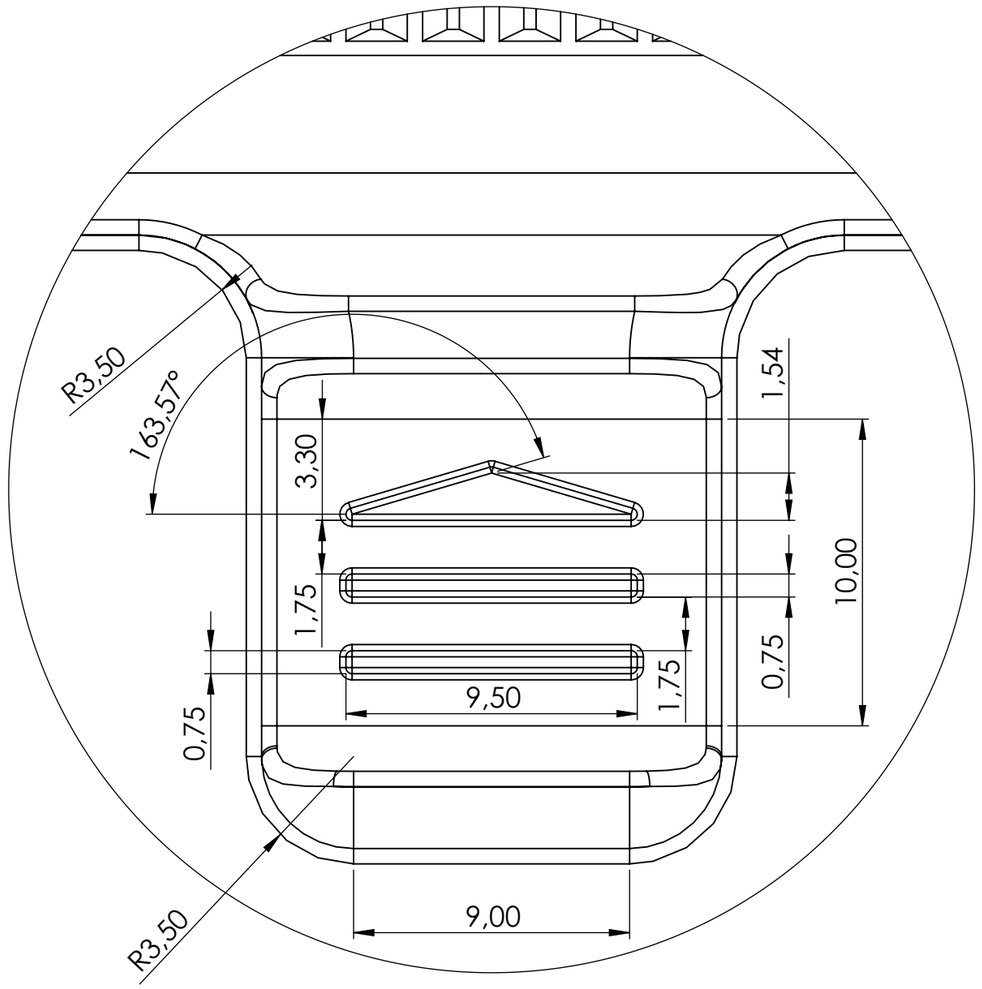


DETALLE A
ESCALA 2 : 1

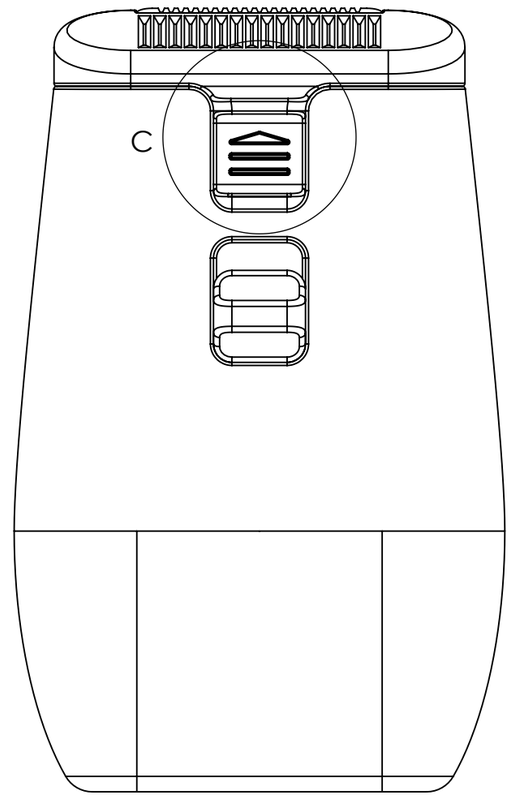




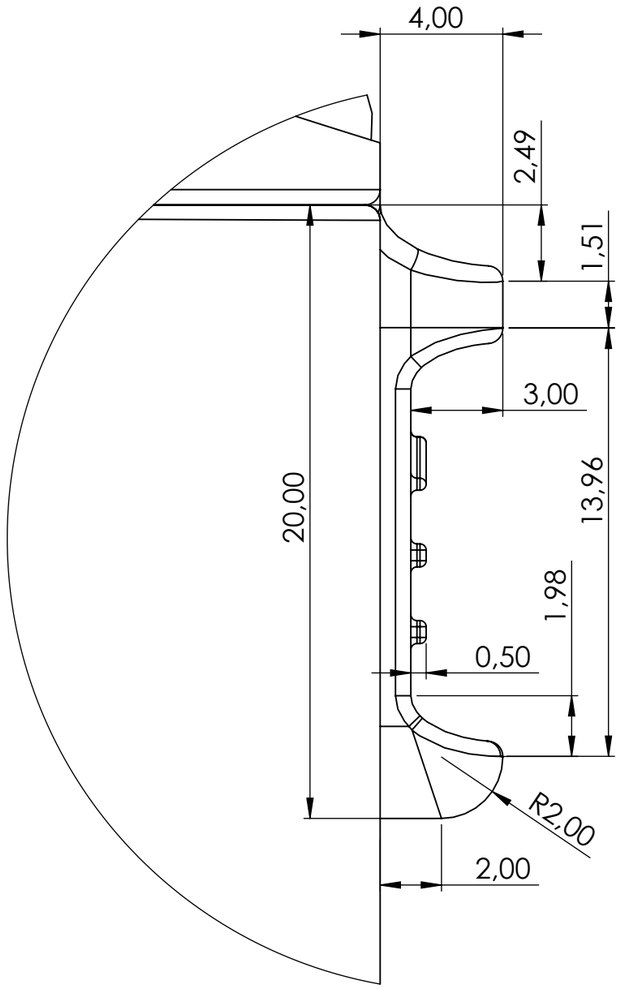
Trabajo de Fin de Grado - Curso 22/23 - EII - Universidad de Málaga		
Autor: D. Ricardo Jurado Martínez	Escala: **1/1**	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES
Tutor: D. José Luis Martínez Torres		
Cotutor: D. Jorge Pérez García		
Rediseño de afeitadora mecánica en seco, con cabezal perfilador	Firma del autor:	Núm. de plano: **2 de 4**
		Fecha: **19/9/2023**



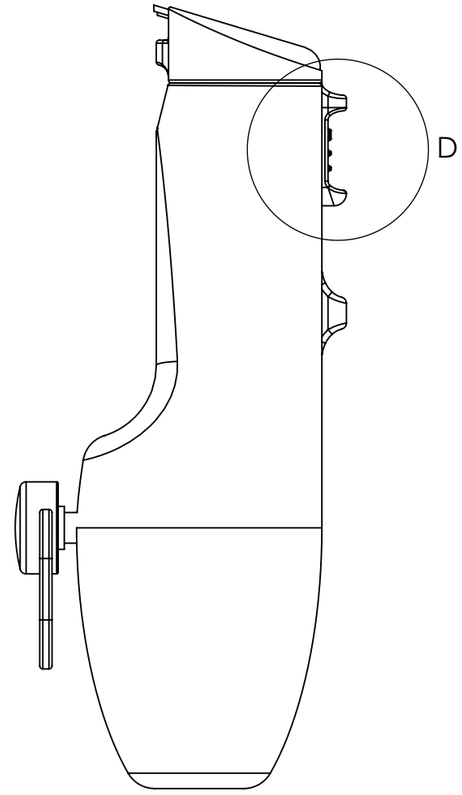
DETALLE C
ESCALA 5 : 1



Trabajo de Fin de Grado - Curso 22/23 - EII - Universidad de Málaga		
Autor: D. Ricardo Jurado Martínez	Escala: **1/1**	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES
Tutor: D. José Luis Martínez Torres		
Cotutor: D. Jorge Pérez García		
Vista en detalle frontal del botón deslizante del cabezal perfilador	Firma del autor:	Núm. de plano: **3 de 4**
		Fecha: **19/9/2023**



DETALLE D
ESCALA 5 : 1



Trabajo de Fin de Grado - Curso 22/23 - EII - Universidad de Málaga		
Autor: D. Ricardo Jurado Martínez	Escala: **1/1**	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES
Tutor: D. José Luis Martínez Torres		
Cotutor: D. Jorge Pérez García		
Vista en detalle lateral del botón deslizante del cabezal perfilador	Firma del autor:	Núm. de plano: **4 de 4**
		Fecha: **19/9/2023**