



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola Superior d'Enginyeries Industrial,
Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa

Proyecto de diseño de unos zapatos para ser producidos mediante fabricación aditiva

Documento:

Memoria

Autora:

Sara Muñoz Tapia

Director - Codirector:

Marcel Macarulla Martí

Titulación:

Grado en Tecnologías Industriales

Convocatoria:

Otoño, 2021-2022.

TRABAJO DE FIN DE ESTUDIOS

Resumen

En este proyecto de final de grado se ha realizado el diseño de unos zapatos de uso cotidiano personalizables en cuanto a talla, forma y color, para ser producidos mediante fabricación aditiva, comúnmente conocida como impresión 3D.

En un principio se hará una breve introducción teórica sobre los tipos de calzado, la ergonomía en el calzado, las partes del calzado y los materiales más comúnmente utilizados. A continuación, se explicará sobre la fabricación aditiva, sobre las tecnologías más importantes que la componen y también sobre la presencia de la fabricación aditiva en el sector del calzado, junto con sus ventajas.

Una vez estudiado el marco teórico, se realizarán los bocetos de los zapatos que se van a desarrollar hasta llegar al diseño final. Posteriormente se modelará el diseño final mediante un programa de software, *Autodesk Fusion 360*. Los materiales que se han seleccionado para su producción son reciclados o biodegradables.

Además de diseñar el zapato, también se ha implementado un elemento decorativo y una suela de cambio. Se ha diseñado un clip para los cordones que también es personalizable. Sobre la suela de cambio, el zapato cuenta con un mecanismo que la permite intercambiar por otra diferente. Se ha diseñado el calzado con una suela básica, además de una segunda suela con plataforma.

También, se ha complementado el trabajo con el análisis de una encuesta realizada a más de 100 personas, para validar el *value proposition* del proyecto.

Finalmente, se ha estudiado la viabilidad económica del proyecto, el impacto ambiental y social que producirá, llegando a la conclusión que es un proyecto viable, tanto económicamente como social y ambientalmente.

Abstract

In this final degree project we have designed shoes for everyday use that can be customised in terms of size, shape and colour, to be produced by additive manufacturing, commonly known as 3D printing.

Initially, a brief theoretical introduction will be given on the types of footwear, ergonomics in footwear, the parts of footwear and the most commonly used materials. Then, we will explain about additive manufacturing, about the most important technologies that compose it and also about the presence of additive manufacturing in the footwear sector, together with its advantages.

Once the theoretical framework has been studied, sketches of the shoes to be developed will be made until the final design is reached. Subsequently, the final design will be modelled using a software programme, *Autodesk Fusion 360*. The materials selected for their production are recycled or biodegradable.

In addition to designing the shoe, a decorative element and a change sole have also been implemented. A lace clip has been designed which is also customisable. On the changing sole, the shoe has a mechanism that allows it to be exchanged for a different one. The shoe has been designed with a basic sole, as well as a second sole with a platform.

The work has also been complemented with the analysis of a survey carried out on more than 100 people to validate the value proposition of the project.

Finally, the economic viability of the project and the environmental and social impact it will produce have been studied, reaching the conclusion that it is a viable project, both economically and socially and environmentally.

Índice de contenidos

RESUMEN.....	I
ABSTRACT	I
ÍNDICE DE CONTENIDOS	II
ÍNDICE DE TABLAS	IV
ÍNDICE DE GRAFICAS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	V
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETO	1
1.2 ORIGEN DEL PROYECTO	1
1.3 ALCANCE	1
1.4 REQUISITOS BÁSICOS	2
1.5 JUSTIFICACIÓN	2
2 ANTECEDENTES Y REVISIÓN DE LA CUESTIÓN.....	4
2.1 INTRODUCCIÓN.....	4
2.2 CALZADO	4
2.2.1 Tipos de calzado.....	4
2.2.2 Partes del calzado.....	5
2.2.3 Ergonomía	6
2.2.4 Tipos de materiales.....	6
2.3 FABRICACIÓN ADITIVA	7
2.3.1 Tecnologías de la fabricación aditiva.....	7
2.3.1.1 Powder Bed Fusion (PBF).....	7
2.3.1.2 Fused Deposition Modeling (FDM).....	7
2.3.1.3 Material Jetting (POLYJET).....	7
2.3.2 Fabricación aditiva vs. Impresión 3D.....	8
2.3.3 Ventajas de la fabricación aditiva	8
2.4 FABRICACIÓN ADITIVA EN EL SECTOR DEL CALZADO	8
3 METODOLOGÍA.....	10
3.1 OBJETIVOS	10
3.2 PLANIFICACIÓN.....	10
3.2.1 Etapa de diseño	10
3.2.2 Etapa de fabricación	10
3.2.3 Etapa de uso.....	11
4 PLANTEAMIENTO Y DECISIÓN SOBRE LAS POSIBLES SOLUCIONES.....	12
4.1 PRIMERAS IDEAS	12
4.2 IDEA FINAL	12
5 DESARROLLO DE LOS ZAPATOS	13
5.1 DESCRIPCIÓN.....	13
5.2 DISEÑO.....	13
5.2.1 Primeros bocetos	13
5.2.2 Diseño final	15
5.3 MODELADO	16
5.3.1 Escalado del modelo y creación de la malla.....	16

5.3.2	<i>Modelado base</i>	19
5.3.3	<i>Parte interior y lengüeta</i>	20
5.3.4	<i>Partes exteriores</i>	23
5.3.5	<i>Suela</i>	28
5.3.6	<i>Color</i>	32
5.3.7	<i>Suela de cambio</i>	33
5.3.8	<i>Elemento extra</i>	34
5.4	ESPECIFICACIONES	37
5.4.1	<i>Partes del calzado</i>	37
5.4.2	<i>Personalización</i>	37
5.4.2.1	Color	37
5.4.2.2	Suelas intercambiables	37
5.4.2.3	Elementos decorativos	38
5.4.3	<i>Materiales</i>	38
5.5	VALUE PROPOSITION	39
5.5.1	<i>Encuesta</i>	41
5.5.1.1	Análisis de resultados	41
6	RESUMEN DEL PRESUPUESTO Y ESTUDIO DE LA VIABILIDAD ECONÓMICA	53
7	ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LAS IMPLICACIONES AMBIENTALES Y SOCIALES	55
8	ANÁLISIS DE RESULTADOS	57
8.1	CONCLUSIONES.....	57
8.2	CONTINUACIÓN DEL TRABAJO	57
9	REFERENCIAS	59
9.1	FUENTES FIGURAS.....	59
9.2	FUENTES BIBLIOGRÁFICAS	59
10	ANEXO A	61



Índice de tablas

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS Y REQUISITOS PARA LOS ZAPATOS	13
TABLA 2. COSTES TOTALES	54

Índice de graficas

GRAFICA 1. RESPUESTAS PREGUNTA 1	41
GRAFICA 2. RESPUESTAS PREGUNTA 2	42
GRAFICA 3. RESPUESTAS PREGUNTA 3	42
GRAFICA 4. RESPUESTAS PREGUNTA 4	43
GRAFICA 5. RESPUESTAS PREGUNTA 5	43
GRAFICA 6. RESPUESTAS PREGUNTA 6	44
GRAFICA 7. RESPUESTAS PREGUNTA 7	44
GRAFICA 8. RESPUESTAS PREGUNTA 8	45
GRAFICA 9. RESPUESTAS PREGUNTA 9	45
GRAFICA 10. RESPUESTAS PREGUNTA 10	46
GRAFICA 11. RESPUESTAS PREGUNTA 11	46
GRAFICA 12. RESPUESTAS PREGUNTA 12	47
GRAFICA 13. RESPUESTAS PREGUNTA 13	48
GRAFICA 14. RESPUESTAS PREGUNTA 14	48
GRAFICA 15. RESPUESTAS PREGUNTA 15	49
GRAFICA 16. RESPUESTAS PREGUNTA 16	49
GRAFICA 17. RESPUESTAS PREGUNTA 17	50
GRAFICA 18. RESPUESTAS PREGUNTA 18	50
GRAFICA 19. RESPUESTAS PREGUNTA 19	51
GRAFICA 20. RESPUESTAS PREGUNTA 20	51
GRAFICA 21. RESPUESTAS PREGUNTA 21	52

Índice de figuras

FIGURA 1. PARTES DEL CALZADO (FUENTE: ZAPATOS HOMBRE)	5
FIGURA 2. PARTES DEL CALZADO (FUENTE: CALZADOS PICOLINES)	6
FIGURA 3. MATERIALES UTILIZADOS (FUENTE: CALZADOS PICOLINES).....	6
FIGURA 4. CLIP PARA CORDONES (FUENTE: ALIBABA).....	12
FIGURA 5. GUÍA PIE.....	13
FIGURA 6. BOCETO SUELA BÁSICA Y SUELA CON PLATAFORMA.....	14
FIGURA 7. BOCETO MODELO 1	14
FIGURA 8. BOCETO UNIÓN SUELAS INTERCAMBIABLES	15
FIGURA 9. BOCETO CLIP DE CORDONES.....	15
FIGURA 10. DISEÑO FINAL DEL ZAPATO	15
FIGURA 11. DISEÑO FINAL DEL CLIP PARA LOS CORDONES.....	16
FIGURA 12. MEDIDAS TALLAJE	16
FIGURA 13. PIE SIN ESCALAR CON MEDIDAS TALLA 38.....	17
FIGURA 14. CONFIGURACIÓN DEL ESCALADO	17
FIGURA 15. PIE ESCALADO CON MEDIDAS TALLA 38.....	17
FIGURA 16. MALLA PIE	18
FIGURA 17. PROCESO DE MODELADO DE LA BASE	19
FIGURA 18. CAPA BASE QUE SE USARA COMO GUÍA SIN VOLUMEN	19
FIGURA 19. PERFIL PARA LA ABERTURA DONDE IRA LA LENGÜETA.....	20
FIGURA 20. PLANO MEDIDA TOBILLO.....	20
FIGURA 21. PARTE INTERIOR SIN VOLUMEN	21
FIGURA 22. PERFIL DE LA LENGÜETA	21
FIGURA 23. PROCESO DE RECORTE DE LA LENGÜETA Y RESULTADO.....	22
FIGURA 24. LENGÜETA Y PARTE INTERIOR SIN VOLUMEN	22
FIGURA 25. ENGROSADO DE LA LENGÜETA	23
FIGURA 26. PARTE INTERIOR Y LENGÜETA CON VOLUMEN.....	23
FIGURA 27. CREACIÓN DEL DESFASE DE LA CAPA BASE PARA HACER LA PRIMERA PARTE EXTERIOR	24
FIGURA 28. PLANO GUÍA DE RECORTE	24
FIGURA 29. PARTE INTERIOR, LENGÜETA Y PARTE EXTERIOR 1 CON VOLUMEN.....	24
FIGURA 30. DISEÑO DEL PERFIL EXTERIOR	25
FIGURA 31. EXTRUSIÓN DEL PLANO CON EL DISEÑO DEL PERFIL EXTERIOR.....	26
FIGURA 32. PLANO PERFIL REDONDEADO Y MEJORADO ESTÉTICAMENTE	26
FIGURA 33. PARTE EXTERIOR SIN HUECO PARA LA LENGÜETA Y SIN VOLUMEN	27
FIGURA 34. PERFIL EXTERIOR CON HUECO PARA LA LENGÜETA Y SIN VOLUMEN	27
FIGURA 35. REDONDEO DE LA CAÑA DEL ZAPATO.....	28
FIGURA 36. PERFIL PARTE INTERIOR, LENGÜETA Y PARTES EXTERIORES CON VOLUMEN	28
FIGURA 37. CONTORNO SUELA	28
FIGURA 38. EXTRUSIÓN DEL CONTORNO DE LA SUELA	29
FIGURA 39. PERFIL CON FORMA ERGONÓMICA DE LA SUELA	29
FIGURA 40. CURVATURA ERGONÓMICA DE LA SUELA.....	29
FIGURA 41. PARTE DE LA SUELA CON VOLUMEN	30
FIGURA 42. ZAPATO CON SUELA.....	30
FIGURA 43. PATRÓN DE DISEÑO DE LA SUELA	31
FIGURA 44. VISTA DETALLE DE LA SUELA DONDE SE VE EL RELIEVE	31
FIGURA 45. ZAPATO ACABADO SIN COLOR.....	31
FIGURA 46. ZAPATO ACABADO CON COLOR	32
FIGURA 47. DETALLE COLOR DE LA SUELA	32
FIGURA 48. PERFIL SUELA CAMBIO – PLATAFORMA.....	33
FIGURA 49. ZAPATO ACABADO CON SUELA DE CAMBIO Y COLOR	33
FIGURA 50. DESFASE PARA CLIP CORDONES	34
FIGURA 51. CONTORNO CLIP PARA CORDONES	34



FIGURA 52. EXTRUSIÓN DEL CLIP PARA CORDONES	35
FIGURA 53. CROQUIS DE LAS RANURAS PARA PASAR LOS CORDONES	35
FIGURA 54. RECORTE DE LAS RANURAS PARA LOS CORDONES	36
FIGURA 55. CLIP PARA CORDONES SIN PERSONALIZAR	36
FIGURA 56. CLIP PARA CORDONES PERSONALIZADO	36
FIGURA 57. CLIP DE CORDONES EN EL ZAPATO.....	37
FIGURA 58. PLANTILLA VALUE PROPOSITION	39
FIGURA 59. VALUE PROPOSITION	40

1. Introducción

1.1 Objeto

El objetivo principal de este proyecto es diseñar unos zapatos que sean producidos mediante fabricación aditiva (impresión 3D). Los zapatos que se pretenden diseñar son para uso cotidiano o diario. Además, aprovechando el hecho de que serán producidos por fabricación aditiva, los zapatos serán personalizables en cuanto a talla, forma y color. El modelado se realizará con el programa *Autodesk Fusion 360*.

Este proyecto también tiene como objetivo estudiar la viabilidad técnica y económica de la producción de dichos zapatos.

1.2 Origen del proyecto

La idea de este proyecto surge un día en el cual iba a hacer una clase práctica de conducción para obtener el carnet de conducir. En el momento de salir de casa y darme cuenta de que llevaba unos zapatos con plataforma, que no son lo más no óptimo para ello, se me ocurrió la idea. A partir de este hecho surge el proyecto de diseñar unos zapatos, a los que se les pueda intercambiar la suela y poder tener un calzado de uso cotidiano que pueda ser personalizable, en cuanto a forma, color y talla.

1.3 Alcance

Este proyecto consistirá en diseñar unos zapatos que puedan ser producidos mediante fabricación aditiva. Para llegar a este objetivo se tendrán de realizar una serie de paquetes de trabajo.

A continuación, se presentan los distintos apartados del alcance del proyecto:

- Introducción: Esta primera tarea consistirá en la recopilación de información sobre el uso de la impresión 3D en el sector, que ayudará a llevar a cabo el resto de tareas.
- Selección del tipo de zapato: Esta tarea incluirá un estudio teórico y práctico (encuesta) para seleccionar el tipo de zapato a desarrollar.
- Adaptación de los zapatos al pie: Teniendo en cuenta la ergonomía del pie se intentará que el zapato tenga la forma más cómoda posible para el/la usuario/a ya que se tiene como objetivo que sea un zapato de uso cotidiano.
- Selección de los materiales: Esta tarea se basa en la búsqueda de materiales biodegradables o reciclados a utilizar para la producción de las distintas partes de los zapatos. Materiales que en el caso de las partes realizadas con impresión 3D, se puedan usar en las impresoras de fabricación aditiva.
- Diseño de bocetos de los zapatos: Esta tarea consistirá en hacer un primer diseño de los zapatos teniendo en cuenta las ideas que han surgido durante las etapas previas.
- Diseño del prototipo de los zapatos con el programa de diseño 3D, *Autodesk Fusion 360*.

- Análisis del resultado obtenido: Esta tarea incluye una reflexión sobre el resultado que hemos obtenido y sobre posibles mejoras que se podrían incorporar en un futuro.
- Estudio de la viabilidad técnica y económica de la producción de los zapatos incluyendo el cálculo aproximado del coste de impresión del prototipo.
- Conclusiones: Finalmente este apartado incluirá las conclusiones que se obtienen y un recopilatorio de todo lo aprendido con la realización del proyecto.

Pese a que este proyecto trata de diseñar unos zapatos para ser fabricados en impresión 3D en su mayoría, la impresión del prototipo queda excluida del trabajo.

1.4 Requisitos básicos

Para llevar a cabo el proyecto hemos de tener en cuenta unas condiciones y especificaciones con tal de garantizar que los resultados del proyecto cumplan con los objetivos establecidos.

En primer lugar, las piezas o partes que conformarán los zapatos que diseñaremos deberán poder ser producidas mediante fabricación aditiva en su mayoría o totalidad.

Por otro lado, sobre la fabricación aditiva, el diseño deberá cumplir con las especificaciones de diseño recomendadas para su correcta impresión. Con el objetivo de minimizar los posibles errores de impresión.

A continuación, explicaré cada una de las especificaciones básicas y restricciones que se tendrán en cuenta durante la realización del proyecto:

- La mayoría o la totalidad de las piezas que conformen los zapatos deben ser producidas por fabricación aditiva.
- El diseño ha de ser funcional, original y personalizable en cuanto a talla, forma y color.
- El modelado de las piezas se debe hacer con el programa *Autodesk Fusion 360*. Debido a que es un programa muy completo y permite diseñar las piezas en 3D, hacer los planos y renderizar los modelos entre otras funciones disponibles.
- El precio de producción de los zapatos completos ha de ser inferior a 120€ con el objetivo de que el precio final de venta del producto no sea muy elevado y así ser un producto accesible y competitivo en el mercado.
- Los materiales utilizados para la fabricación deben ser biodegradables o reciclados, para reducir el impacto ambiental de la producción.

1.5 Justificación

La razón de la elección de este proyecto fue diseñar unos zapatos de uso cotidiano que se puedan personalizar en cualquier momento por el usuario/la usuaria. Por ejemplo, intercambiando la suela plana por una suela con plataforma u otro tipo de suela o bien añadiendo elementos decorativos. Aprovechando las ventajas que ofrece la tecnología de la fabricación aditiva.

Es cierto que ya existen zapatos en el mercado que contienen algunas de sus partes producidas con fabricación aditiva y zapatos producidos utilizando métodos



convencionales con partes intercambiables, sin embargo, actualmente no se pueden encontrar ningunos que aprovechen a tan alto nivel la versatilidad que ofrece la fabricación aditiva, con el hecho de poder intercambiar sus distintas partes hasta llegar a tener unos zapatos distintos con la misma base y que, además en casi su totalidad, sean producidos con impresión 3D.

2 Antecedentes y revisión de la cuestión

2.1 Introducción

Antes de desarrollar la parte práctica del proyecto, se ha hecho una búsqueda de información y su posterior análisis acerca del tema que se va tratar.

En primer lugar, se ha buscado información sobre el calzado y su procesado y posteriormente sobre la fabricación aditiva. Finalmente, una vez analizadas ambas cuestiones se ha buscado información más concreta sobre la fabricación aditiva en el sector del calzado.

2.2 Calzado

El calzado se usa para proteger los pies. Como todos los sectores, el sector del calzado también ha ido evolucionado a lo largo de los años pasando de un proceso artesanal a un proceso industrial, pese que aún hay unas pocas marcas que siguen fabricando como antaño.

2.2.1 Tipos de calzado

Existen una gran variedad de calzado como por ejemplo las deportivas, los zapatos de tacón, mocasines, botas etc.

Pero en general, se puede clasificar el tipo de calzado según el uso que se le vaya a dar, a continuación, se explicaran cada uno de los tipos:

➤ Calzado de calle

Este calzado se caracteriza por ser de uso cotidiano.

Como calzado de uso diario ha de cumplir con unos requisitos como por ejemplo que deben tener un buen agarre al suelo para evitar resbalar o tropezar, han de ser cómodos, no provocar rozaduras o molestias, dar un buen soporte al pie amortiguándolo al caminar y por último han de ser estéticamente agradables. [7]

➤ Calzado deportivo

Pese a que actualmente el calzado deportivo se usa de manera cotidiana, éste tiene mayores prestaciones que el calzado de calle. Ha de tener una mayor amortiguación y mayor agarre que el calzado de calle. Además, no ha de resultar un problema para el rendimiento del deportista.

Se ha tener en cuenta que para diseñar este tipo de calzado se tiene en cuenta el deporte al cual estarán destinados y la intensidad del deporte para saber cómo de resistentes y cuan duraderos han de ser. [7]

➤ Calzado de uso profesional

El calzado de uso profesional, también conocido como calzado de seguridad, para ser producido y clasificado como tal en Europa ha de cumplir las normas UNE-EN ISO 20345. Estas normas definen los requisitos básicos que ha de cumplir este tipo de calzado, como, por ejemplo, resistencia térmica, resistencia a la abrasión, puntera de protección, propiedades antideslizantes... [7]

➤ Calzado ortopédico

Este tipo de calzado tiene la función de corregir o evitar imperfecciones y deformidades del pie o de las piernas. Este tipo de calzado se suele fabricar a medida para cada usuario. [7]

Sin embargo, lo más común es que se usen plantillas ortopédicas, en vez de un zapato completo.

2.2.2 Partes del calzado

Pese a que un zapato puede parecer un objeto simple, está compuesto por diversas partes que hacen que sea cómodo para el pie y duradero. El calzado se puede dividir en dos partes principales, la parte superior o corte y la inferior o suela. [7] [9]

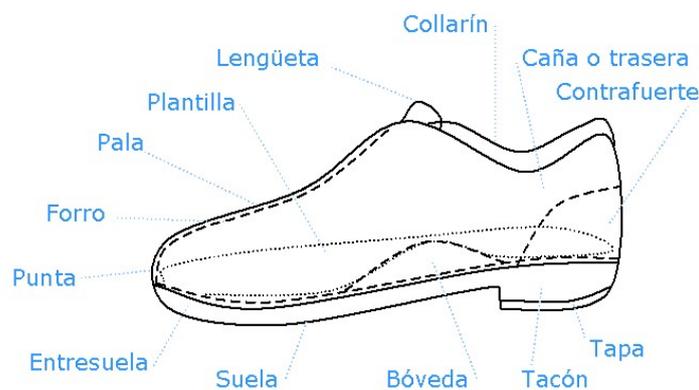


Figura 1. Partes del calzado (Fuente: Zapatos hombre)

Los elementos de la parte superior del zapato tienen la función de sujetar correctamente el pie. Las piezas más importantes son la pala y la caña o trasera. En la pala se pueden diferenciar otras partes, así como la punta, el forro y la lengüeta. En la pala, la parte exterior del calzado se colocarán los elementos decorativos, así como el tipo de cierre.

La suela del zapato es la parte que está en contacto con el suelo, mientras que por la parte interior de la suela está la plantilla, que es la pieza que está en contacto con el pie. Entre la suela y la plantilla se encuentra la entresuela que tiene la función de unir la suela con las demás partes que conforman el zapato. Al hacer la unión entre la suela, la entresuela y la plantilla se debe tener en cuenta la forma del pie. Por este motivo el calzado tiene una parte denominada bóveda.

Además, según el tipo de calzado, en la suela también se encuentra el tacón, que está en contacto al suelo por otra pieza llamada tapa, que es una cubierta protectora.

El contrafuerte se encuentra en la parte trasera interna del zapato y tiene la función de reforzar esa parte, donde está situado el talón del pie. Esta pieza tiene que ser resistente al calor, a la sudoración de pie y tiene que estar bien colocada y ser de materiales que resulten cómodos y suaves, pero fuerte y resistente a la vez, ya que en la zona del talón del pie es donde comúnmente se producen más rozaduras y donde el calzado suele dar más problemas a su usuario/a, si no resulta adecuado. [7] [9]

2.2.3 Ergonomía

La ergonomía en el calzado hace referencia en cómo se relacionan nuestro calzado con el lugar de uso, el entorno. El calzado ergonómico está diseñado para simular la postura natural del pie al caminar.

Pese a que habitualmente se asocia este término a un calzado de tipo ortopédico, cualquier tipo de calzado puede ser ergonómico. De hecho, sería lo ideal, ya que un calzado ergonómico hace que el peso de todo el cuerpo se encuentre equilibrado de manera uniforme y como consecuencia se genere una mejor postura. Además, a la larga también se consigue mejorar el equilibrio y aliviar dolores. [8]

2.2.4 Tipos de materiales

El en sector del calzado se suelen usar distintos materiales según el tipo calzado que se vaya a fabricar y el uso que se le vaya a dar.

Actualmente los fabricantes colocan en las etiquetas del calzado un recuadro informativo para que los consumidores sepan de que materiales está fabricada cada una de las piezas del calzado.



Figura 2. Partes del calzado (Fuente: Calzados Picolines)



Figura 3. Materiales utilizados (Fuente: Calzados Picolines)

Antiguamente el cuero era el material más utilizado para fabricar calzado, sin embargo, en la actualidad su uso se ha reducido considerablemente debido a que el cuero proviene de la piel de animales. También se ha reducido el uso del cuero a causa de la aparición de materiales sintéticos que imitan su estética. Por otro lado, también se usa el cuero untado, que difiere del cuero en que aquel tiene una capa protectora que no excede unos 0.15 mm, que el cuero (no untado) no tiene. Tanto el cuero como el cuero untado se someten a un tratamiento para que no se pudran. [9]

Por otro lado, actualmente también se utilizan para la fabricación de calzado los materiales textiles, incluidos los textiles naturales, como por ejemplo el algodón, y los textiles sintéticos. Si en la fabricación del calzado se utiliza algún otro material que no sea alguno de los mencionados anteriormente, constará en el etiquetado de como “otros materiales”. [9]

En el calzado de fabricación aditiva del que trata este proyecto, el calzado resultante deberá llevar el símbolo relativo a “otros materiales”, dado que los materiales reciclados o biodegradables no están incluidos en el grupo de cuero o textiles.

2.3 Fabricación aditiva

La fabricación aditiva es un nuevo método de producción que se basa en la superposición de capas de material secuencialmente de manera controlada. Finalmente, estas son adheridas entre sí para obtener la pieza. Los materiales que se pueden usar pueden ser plásticos o metales. [1]

Este método de producción permite obtener tanto piezas con diseños simples como diseños muy complejos, que con otro tipo de fabricación serían muy difíciles de obtener. Habitualmente este tipo de fabricación se utiliza para prototipado rápido pese a que actualmente cada vez más sectores la utilizan como método de fabricación. [1]

2.3.1 Tecnologías de la fabricación aditiva

Actualmente existen varias tecnologías de fabricación aditiva. Según lo que se desee producir se empleará una u otra, dependiendo de diversos factores, como por ejemplo el material que se vaya a utilizar o la función que tendrá la pieza una vez elaborada.

A continuación, se explicarán brevemente las tecnologías de fabricación aditiva más relevantes:

2.3.1.1 *Powder Bed Fusion (PBF)*

La tecnología de fabricación aditiva *Powder Bed Fusion (PBF)*, también llamada Fusión por lecho de polvo, se basa en la deposición de capas de material en polvo que posteriormente se funden para ir formando la pieza.

Lo que destaca de esta tecnología es que los materiales que se pueden emplear pueden ser metálicos o plásticos.

Dentro de esta tecnología podemos diferenciar distintas opciones en el momento de fundir el polvo, tales como por haz de electrones, por láser y por fusión selectiva. Pasa utilizar esta tecnología se requieren ciertos conocimientos sobre la máquina y por ello requiere que sea manipulada por profesional especializado.

Esta tecnología permite realizar diseños muy complejos que con otras tecnologías no son posibles. Además, como se pueden emplear materiales metálicos se pueden obtener piezas de elevada resistencia. [1]

2.3.1.2 *Fused Deposition Modeling (FDM)*

Esta segunda tecnología *Fused Deposition Modeling (FDM)* o modelado por deposición fundida, se basa en la deposición del material fundido por extrusión y su solidificación para obtener la pieza. Por ello, el material ha de estar en forma de filamento para pasar por la boquilla y ser extruido.

Es la tecnología más utilizada, debido a que es la más sencilla y a que su coste inicial y el de los materiales es muy reducido. Por el contrario, el acabado superficial y las propiedades mecánicas de las piezas obtenidas son peores comparadas con las demás tecnologías.

Este tipo de tecnología es lo que usan las impresoras 3D que podemos encontrar y adquirir fácilmente hoy en día. Como se ha mencionado es una tecnología de las más sencillas de usar y, por tanto, no hace falta ser un profesional especializado para utilizarlas. [1]

2.3.1.3 *Material Jetting (POLYJET)*

Por último, la tecnología de *Material Jetting (POLYJET, SLA)*, como en el caso de PBF¹, se basa en la deposición de capas de material. La diferencia con las demás tecnologías es que posteriormente estas capas se solidifican mediante un proceso de curado con una luz UV. Por este motivo, en este tipo de tecnología se utiliza como material resina fotosensible.

¹ *Powder Bed Fusion (PBF)*

Esta tecnología permite obtener piezas con una elevada resolución y rapidez de impresión. Además, como en el caso de FDM², su uso es sencillo y no requieren de conocimientos avanzados para utilizarlas.

Por otro lado, esta tecnología no es de las más utilizadas debido a que el coste de la resina es muy elevado y por este motivo si se tiene la opción se suele optar por otra tecnología más económica. [1]

2.3.2 Fabricación aditiva vs. Impresión 3D

Los términos de fabricación aditiva e impresión 3D habitualmente se usan como equivalentes sin embargo existen diferencias entre estos dos términos pese a que ambos tipos de fabricación hacen referencia a la fabricación de elementos por adición de material.

La fabricación aditiva se utiliza para obtener elementos o piezas finales, siendo estas más complejas y duraderas. Por otro lado, la impresión 3D hace referencia a la fabricación de prototipos o piezas más sencillas. [1]

Pese a esta pequeña diferencia a lo largo de todo el trabajo usaremos estos términos de fabricación aditiva e impresión 3D indistintamente.

2.3.3 Ventajas de la fabricación aditiva

El uso de la fabricación aditiva frente a los métodos de producción habituales proporciona varias ventajas frente a estos. Por este motivo, cada vez más sectores están incorporando la fabricación aditiva como método de producción.

Durante la producción con fabricación aditiva se usa la cantidad justa de material. Como resultado de ello, se generan menos residuos y se consume únicamente el material que se va a utilizar. Como se produce únicamente lo necesario además de reducir el material, también se consigue una reducción de consumo energético y la reducción de los costes de almacenaje, debido a que no es necesario producir y almacenar. En consecuencia, esto permite reducir el tiempo de producción y por lo siguiente, incrementar el ritmo de producción y como consecuencia reducir costes. [1]

La fabricación aditiva además de trabajar con materiales plásticos o metálicos, también permite utilizar materiales biodegradables o reciclados, incluso en tecnologías como el SLS³ o la MJF⁴, vistas en el apartado 2.3.1, se permite reciclar parte del material empleado durante la impresión. sí pues, sea un método de producción respetuoso con el medio ambiente

Por tanto, teniendo en cuenta todo lo mencionado anteriormente, podemos decir que se trata de un método más respetuoso con el medio ambiente y sostenible comparado con otros métodos de producción tradicionales.

2.4 Fabricación aditiva en el sector del calzado

En la actualidad la fabricación aditiva o impresión 3D, está revolucionando el sector industrial. Cada vez más empresas optan por este recurso debido a que es un método de fabricación económico, rápido, personalizable y que únicamente necesita de un modelo en 3D.

Como ya se ha mencionado en apartados anteriores, en la actualidad la impresión 3D está cada vez más presente en los sectores industriales y en concreto en el sector del calzado cada vez son más marcas las que optan por esta opción en la fabricación de sus productos.

² *Fused Deposition Modeling* (FDM)

³ *Selective laser sintering* (SLS)

⁴ *Multi Jet Fusion* (MJF)

El hecho de usar este tipo de fabricación permite crear calzado personalizado haciendo que cada producto que se cree sea totalmente único, ajustándose a las necesidades de cada usuario. Asimismo, añade exclusividad al producto y valor en el sector de la moda.

Además, el hecho de poder diseñar productos totalmente personalizados nos permite estudiar la anatomía del pie, la manera de caminar del usuario para así crear un modelo ergonómico y adaptado a las necesidades del usuario final. [2] [3]

3 Metodología

A continuación, se explicarán los pasos que se van a seguir para conseguir cumplir los objetivos del proyecto, así como las herramientas que usaran para llevarlo a cabo.

3.1 Objetivos

Antes de empezar a diseñar los zapatos se han de tener en cuenta los objetivos que queremos obtener con el producto final, además de los requisitos que hemos de cumplir.

Como se especifica en los requisitos del proyecto, los zapatos deben ser aptos para un uso cotidiano. Por tanto, los zapatos con tacón muy alto, fino o bien de un estilo formal, quedan excluidos como posibles diseños para el proyecto.

Además, se tiene como objetivo diseñar un calzado sencillo y personalizable. Los zapatos serán personalizables en cuanto a color, talla y forma. Por otro lado, se pretende que se puedan añadir elementos decorativos personalizados y que tengan partes intercambiables. Como por ejemplo la suela, para así poder intercambiarlas con otras de distinto color y añadir o quitar altura según se desee. Todo ello aprovechando las ventajas que nos ofrece la fabricación aditiva frente a los métodos convencionales de fabricación.

También los zapatos han de ser unisex. El calzado que se desarrolle será de talla de persona adulta, pese a que el diseño será también apto para calzado infantil.

Con el objetivo de ser un calzado visual y que llame la atención, los zapatos serán personalizables en cuanto a color, forma y tamaño, para adaptarse a cada consumidor.

Además, uno de los objetivos más importantes del proyecto es la reducción del impacto ambiental de la producción de los zapatos. Por ello, los materiales que se seleccionen para fabricarlo deben ser biodegradables o reciclados.

3.2 Planificación

Para realizar este proyecto se han establecidos tres etapas distintas: una primera etapa de diseño, una segunda etapa de fabricación y por último la etapa de uso.

Pese a que durante el desarrollo de este proyecto únicamente se llevara a cabo la etapa de diseño, como se ha mencionado durante la definición del alcance del proyecto, la fabricación del calzado queda fuera del proyecto y por ende la posterior etapa de uso.

3.2.1 Etapa de diseño

Como se ha mencionado en el alcance, esta es la etapa que se desarrollara a lo largo del proyecto. Esta consta de distintas fases que se definen a continuación.

Una fase inicial de estudio preliminar que se usara para definir los objetivos y requisitos del proyecto. Una segunda fase dedicada al análisis del entorno, es decir al estudio de la cuestión y por último la fase final en la que se desarrollaran los zapatos en la que se incluye todo el proceso de idealización, selección de ideas, elección de la idea final, diseño de la idea final y finalmente el modelado de esta.

Una vez se tengan los zapatos terminados también se estudiará la viabilidad económica en la que también se incluirá la etapa de fabricación.

3.2.2 Etapa de fabricación

Esta segunda etapa como se ha mencionado no se encuentra dentro del alcance del proyecto y por este motivo únicamente se hará una pequeña mención acerca de cómo se realizaría este proceso.

Por otro lado, esta etapa como se ha dicho anteriormente se tendrá en cuenta durante la viabilidad económica del proyecto.

3.2.3 Etapa de uso

Finalmente, esta última etapa se relaciona con la vida útil de los zapatos una vez fabricados. Cuando los zapatos dejen de ser funcionales ya sea por su desgaste o bien por alguna rotura habrán terminado su vida útil.

4 Planteamiento y decisión sobre las posibles soluciones

Definidas la metodología a seguir y los objetivos que queremos alcanzar, se ha realizado un *Brainstorming*. Lo primero que se hizo fue buscar los tipos de zapatos de uso casual que se pueden encontrar hoy en día. Con esta primera búsqueda se han descartado los diferentes modelos que no eran validos por no cumplir con los requisitos del proyecto, como por ejemplo zapatos de tacón, zapatos de seguridad, zapatos tipo sandalia y otros.

Finalmente, teniendo en cuenta las diferentes opciones de calzado se ha decidido que el tipo de calzado que se va a diseñar es tipo bamba.

4.1 Primeras ideas

La idea inicial consiste en elaborar un calzado tipo bamba, de estilo sencillo, casual y moderno. Además, se desea que el calzado sea unisex.

También, estudiando los distintos tipos de cierre, se ha llegado a la conclusión de que la mejor opción es hacer un calzado con cierre de cordones. Los cordones son un sistema práctico, sencillo y que permite agregar elementos decorativos (clips decorativos, colgantes, etc.), a la vez que ajustar el calzado a la anchura y comodidad del pie de la persona que lo utiliza. En cambio, otro tipo de cierre como por ejemplo el velcro, no lo permite y no es personalizable, es más limitado.

Además, el elemento decorativo, como por ejemplo el clip para cordones, se podrá intercambiar y también personalizar añadiendo un logo, letra etc. y también en cuanto a color y forma.



Figura 4. Clip para cordones (Fuente: Alibaba)

4.2 Idea final

Aprovechando las ventajas de la fabricación aditiva y teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la encuesta realizada, que se analizara más adelante, se ha concluido que muchas personas no utilizan cierto tipo de calzado porque no les resulta cómodo durante ciertos periodos del día. Por ese motivo se ha decidido añadir suelas personalizables.

Con un mismo zapato se podrán tener varios modelos distintos de calzado, ya que con la posibilidad de intercambiar las suelas se podrá añadir más o menos altura.

Por tanto, se va a diseñar unos zapatos de estilo deportivo, unisex, con cordones y que permitan intercambiar distintos tipos de suela. Los elementos personalizables en cuanto a color serán los cordones, el calzado entero y las suelas.

5 Desarrollo de los zapatos

5.1 Descripción

El calzado que se va a diseñar consiste en unos zapatos tipo bamba de estilo casual, unisex. Dichos zapatos podrán ser personalizados en cuanto a color y tamaño. Además, serán personalizables ya que algunas partes serán intercambiables, como por ejemplo la suela y los elementos decorativos.

Además de diseñar los zapatos, también se diseñará un clip decorativo y un segundo tipo de suela que se podrá intercambiar con la suela original del zapato.

La mayoría de las partes que componen el calzado serán producidas mediante fabricación aditiva excepto la parte interior, los cordones y la plantilla, que se adquirirán de un proveedor externo. Los materiales utilizados para fabricar estas piezas, igual que el resto de los componentes de los zapatos, han de ser reciclados o biodegradables.

5.2 Diseño

5.2.1 Primeros bocetos

Una vez elegida la idea en el apartado 4.2 se ha comenzado haciendo los primeros bocetos a mano, teniendo en cuenta la idea final, los requisitos y las conclusiones extraídas de la encuesta realizada.

Las características deseadas y los requerimientos básicos en cuanto a diseño que se habrán de cumplir, se muestran a continuación de forma resumida:

Tabla 1. Características y requisitos para los zapatos

CARACTERÍSTICAS DESEADAS	REQUISITOS BÁSICOS
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Partes del calzado intercambiables, como por ejemplo la suela. ✓ Poder añadir o extraer elementos decorativos 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Personalizables en cuanto a talla color y forma. ✓ Aptos para uso cotidiano o diario. ✓ Diseño Funcional y original

Teniendo en cuenta los puntos de la tabla anterior, se ha comenzado a bocetar las primeras ideas. Para ello se ha tomado de guía el mismo dibujo del pie, de manera que los bocetos sean todos con la misma base.



Figura 5. Guía pie

A continuación, se muestran estos primeros bocetos y también distintos diseños:

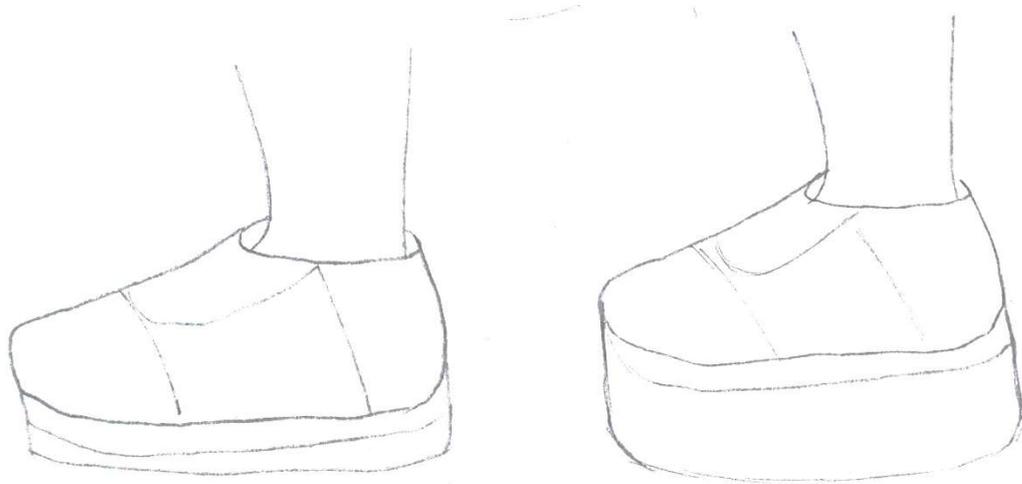


Figura 6. Boceto suela básica y suela con plataforma

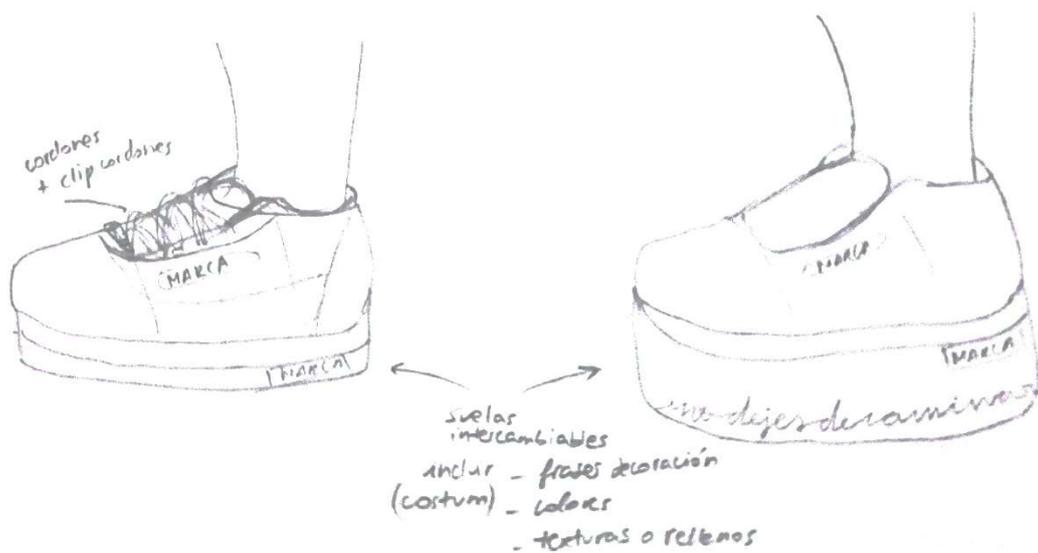


Figura 7. Boceto modelo 1

Para la suela intercambiable se ha decidido hacer una primera suela que sea fija en el calzado y que sea la unión entre el zapato y la suela intercambiable. Esta suela fija no estará en ningún contacto con el suelo, únicamente servirá como mecanismo de unión entre piezas. Ambas partes se unirán aplicando presión y quedarán encajadas. Para separarlas se hará un poco de palanca entre las dos piezas y se separaran.



Figura 8. Boceto unión suelas intercambiables

Además de las suelas, también se ha hecho un primer boceto del clip para los cordones:

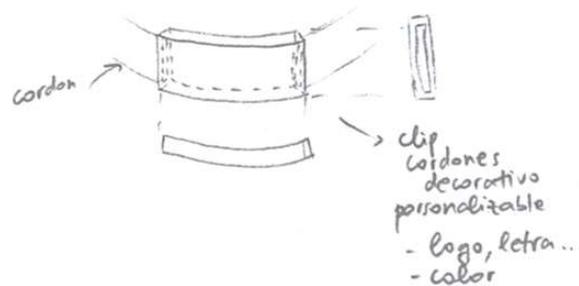


Figura 9. Boceto clip de cordones

5.2.2 Diseño final

Finalmente, se ha llegado al diseño final de los zapatos y del clip para los cordones. Este diseño se puede ir tomando pequeñas modificaciones durante la posterior etapa de modelado, pero la idea de diseño es la mostrada a continuación.

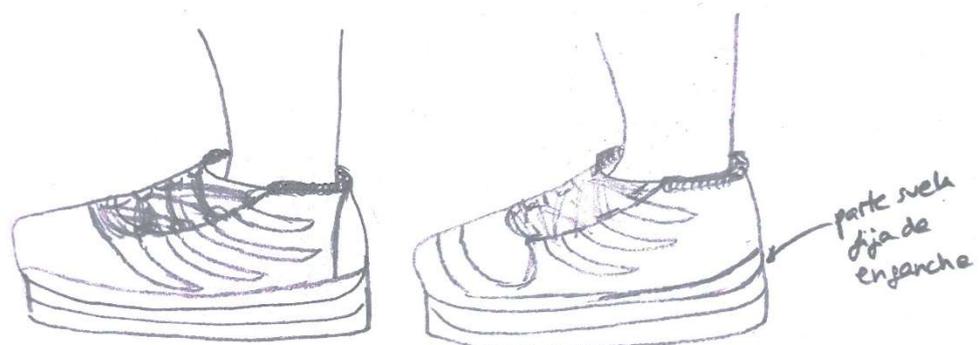


Figura 10. Diseño final del zapato

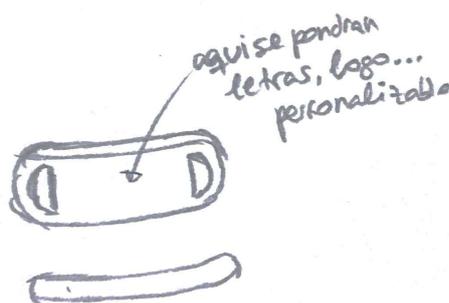


Figura 11. Diseño final del clip para los cordones

5.3 Modelado

Una vez hecho el diseño del zapato se ha comenzado a modelar en 3D. El programa que se va a usar para todo el modelado y para realizar los planos es *Autodesk Fusion 360*.

5.3.1 Escalado del modelo y creación de la malla

El primer paso para modelar el zapato ha sido buscar por internet un modelo de pie como archivo 3D (STL), para usarlo como guía y así facilitar el modelado.

Una vez descargado este modelo, se ha abierto en el programa. Antes de empezar a diseñar el zapato se han de configurar las medidas del pie a la medida de la talla que se quiera hacer el zapato. Se ha decidido hacer el zapato de una talla 38, debido a que es un número bastante común.

Para escalar correctamente el pie, se han buscado por internet las medidas estándar de la talla 38 medida europea para zapato plano. Por otro lado, cabe destacar que el calzado catalogado de mujer y el de hombre tienen mismo tallaje estándar. Por tanto, no nos hemos de preocupar al diseñar un calzado unisex.

Talla	Largo (cm)	Ancho (cm)
35	23.5	8.4
36	24	8.5
37	24.6	8.7
38	25.5	8.8
39	26	9

Figura 12. Medidas tallaje

Una vez se tienen las medidas, se ha abierto el modelo del pie en el programa y se ha insertado en un croquis de dibujo en el archivo del pie. Tal y como se observa en las siguientes imágenes el modelo del pie no está escalado con las medidas deseadas de una talla 38.

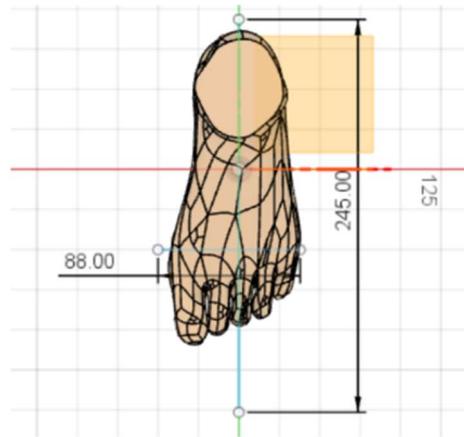


Figura 13. Pie sin escalar con medidas talla 38

Por tanto, para tener el pie en las dimensiones correctas se ha escalado el modelo usando la opción de escale que se encuentra en el apartado modificar del programa.

Como se puede comprobar en la Figura 13, la medida del ancho del pie corresponde con la del ancho de un calzado de la talla 38, en cambio el largo no corresponde. Por tanto, para escalar el modelo pie únicamente se ha de modificar el largo. Para ello se ha de seleccionar escala no uniforme ya que de este modo podremos escalar el pie en cada una de las direcciones independientemente de las demás.

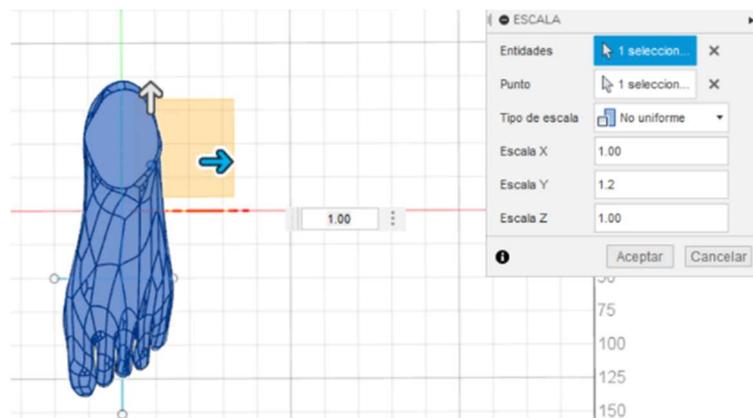


Figura 14. Configuración del escalado

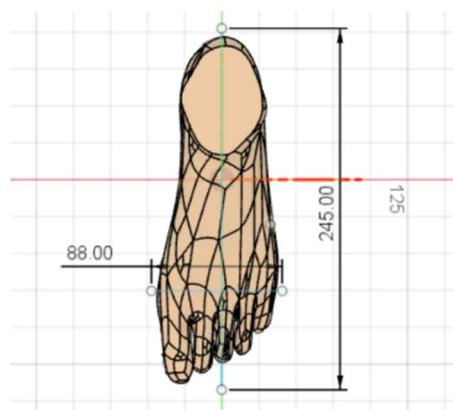


Figura 15. Pie escalado con medidas talla 38

Una vez se tiene el modelo de pie escalado, se exportará el diseño en formato de malla, es decir como STL (binario) con baja resolución. Se guardará en STL binario debido a que es un formato mucho más compacto que el otro tipo de archivo disponible (STL ASCII) y por tanto ocupa menos memoria. [5] Las dimensiones del modelo seguirán siendo las mismas sin importar el tipo de STL de guardado. Se optará por el formato más compacto porque se usará este modelo de pie como guía para diseñar el zapato y por este motivo no se necesita que el modelo tenga una alta resolución.

Una vez guardado el pie como archivo STL, se abrirá un archivo nuevo e importaremos el modelo de malla del pie que acabamos de guardar. Una vez insertada la malla del modelo, se comprobará que las dimensiones son las correctas y no se han modificado con el guardado en formato malla. Una vez se han verificado se empezará a diseñar sobre la malla pie el zapato.

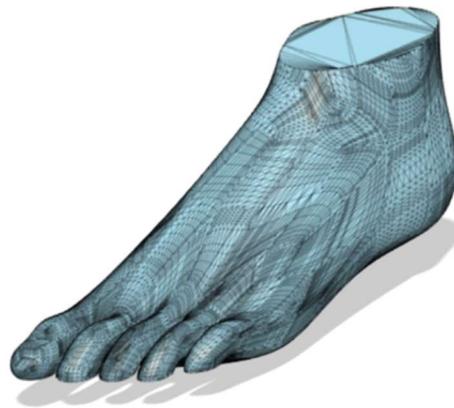


Figura 16. Malla pie

5.3.2 Modelado base

Para empezar, se ha creado la base de diseño, seleccionando el apartado de crear > crear forma. De esta manera, se diseñará todo el zapato en 3D mediante planos a los que posteriormente se les añadirá volumen.

Se ha comenzado el diseño haciendo la estructura del zapato. Su diseño se ha iniciado por el tobillo y poco a poco se ha ido moldeando alrededor de la malla pie una especie de funda para conseguir la estructura base del zapato.

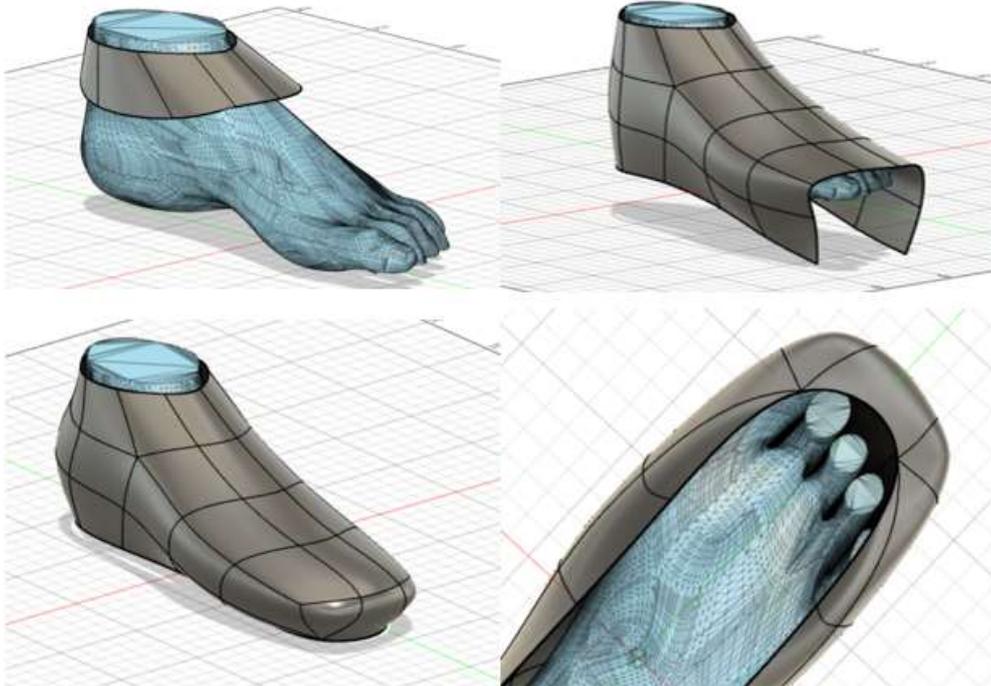


Figura 17. Proceso de modelado de la base

Una vez se tiene la forma inicial hecha, se debe ir perfeccionando y corrigiendo las imperfecciones para dar forma a este primer molde. Esta primera etapa de moldeado puede durar tanto como nosotros consideremos necesario, ya que este primer molde servirá de base para todo el zapato. Por este motivo, es necesario que se encuentre bien definido para evitar posibles errores en las futuras partes. Para perfeccionarlo y corregir las imperfecciones se utilizara la opción de simetría.

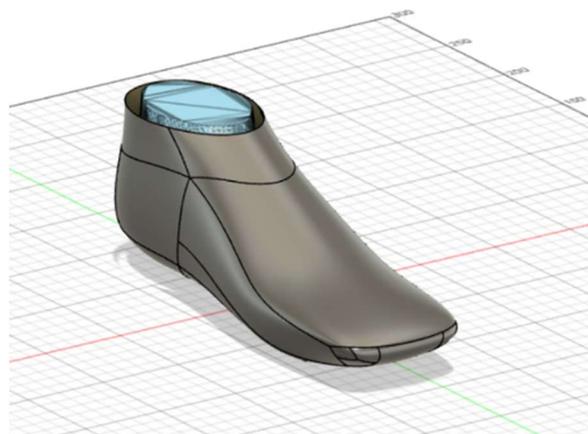


Figura 18. Capa base que se usara como guía sin volumen

A continuación, se ha invertido el diseño del cuerpo para acabar de definirlo completamente y se ha creado una copia de este primer cuerpo, para disponer del modelo original, sin ninguna modificación, para posteriores usos.

5.3.3 Parte interior y lengüeta

En el siguiente paso se va a diseñar la abertura donde ira la lengüeta y que cierra los cordones. Para ello se ha creado otra forma desde el menu y se ha ido diseñando sobre del cuerpo base tal y como se muestra en la siguiente imagen:

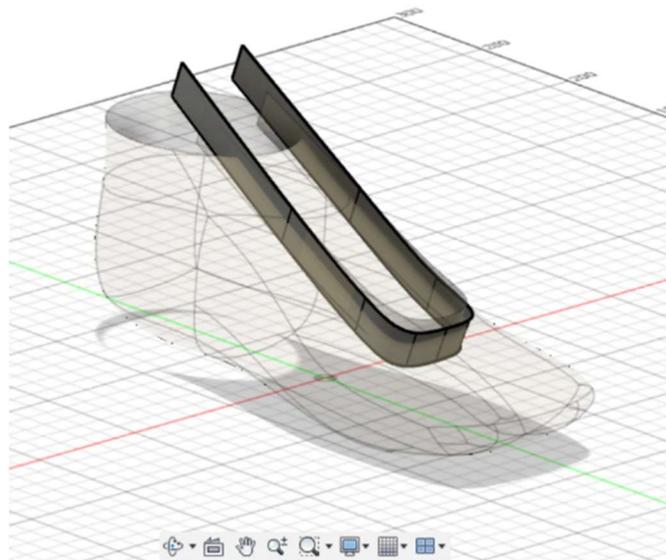


Figura 19. Perfil para la abertura donde ira la lengüeta

A continuación, se ha creado un plano horizontal para delimitar el zapato, es decir, para medir la altura hasta el tobillo. Para ello, se tomará como máximo la medida del tobillo de la malla pie.

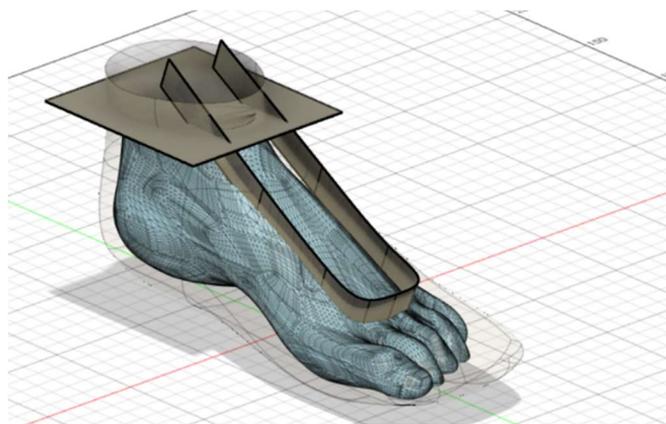


Figura 20. Plano medida tobillo

Como se puede observar en las imágenes anteriores, los cuerpos diseñados intersectan con el modelo base. Esto es importante, dado que si no intersectan, los recortes que se hagan a continuación, no se podrían realizar.

Para recortar seleccionamos en la barra superior superficie y seleccionamos la opción recortar. Se selecciona la forma que se quiere usar como guía para recortar y la parte que se quiere eliminar. Una vez recortada la forma, se tendrá hecha la forma de la parte interior del zapato.

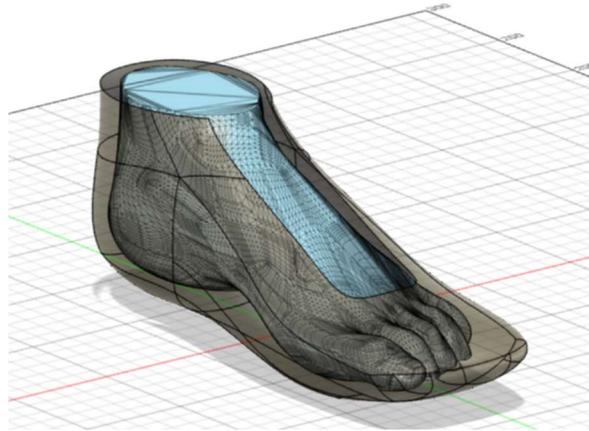


Figura 21. Parte interior sin volumen

Una vez hecha esta forma, usaremos el hueco que ha quedado como guía para hacer la lengüeta del zapato. Tal como se ha procedido anteriormente, se creará un cuerpo nuevo y usaremos esta parte como guía. La lengüeta se hará un poco mas grande que la abertura, para que recoja bien el pie cuando se utilice el zapato.

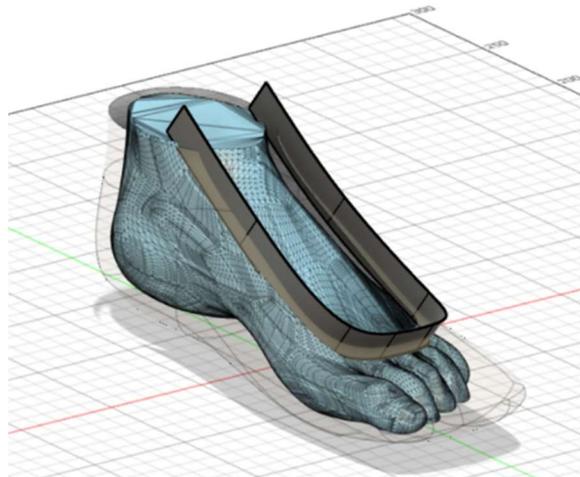


Figura 22. Perfil de la lengüeta

Para hacer la lengüeta, volveremos hacer una copia del cuerpo inicial para recortar la copia y así seguir manteniendo el cuerpo inicial intacto. Una vez creada la copia se recortará para obtener la lengüeta.

Se recortará de manera que seleccionaremos la parte azul con referencia de corte y en rojo se seleccionará lo que se quiere eliminar, como se puede observar en las siguientes imágenes.

Tal y como se ha comentado antes para hacer un buen recorte se han de intersectar las distintas entidades. Como es así, el recorte se hará correctamente y únicamente nos quedaremos con la parte del medio, es decir la lengüeta.

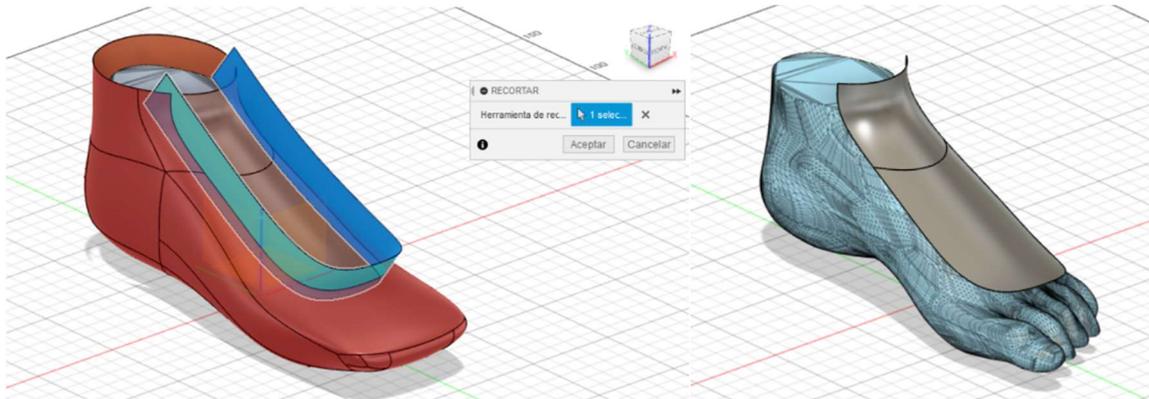


Figura 23. Proceso de recorte de la lengüeta y resultado

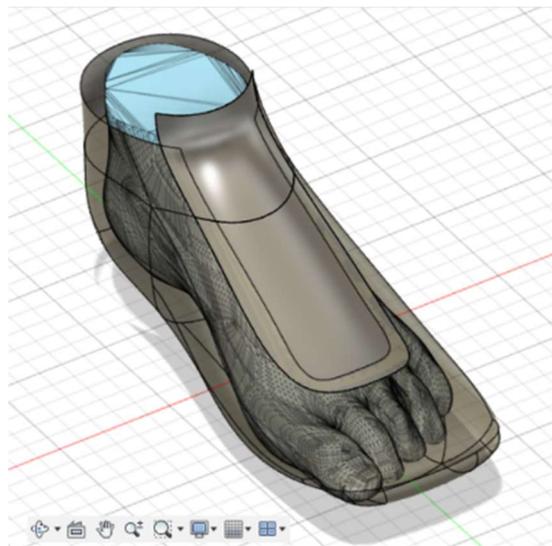


Figura 24. Lengüeta y parte interior sin volumen

Como se puede observar la lengüeta es un poco mayor que el zapato como especificamos anteriormenete. A continuación, se añadira volumen a la lengüeta, ya que como se dijo en un principio durante todo el tiempo se ha trabajado con planos que no tienen volumen.

Para que se añada volumen al cuerpo se seleccionara la opcion de engrosar. La lengüeta la haremos 2 mm de grueso. Inicialmente se habia pensado hacer de 3 mm de grueso pero se ha pensado que quedaria demasiado gruesa por ello se ha disminuida hasta los 2 mm. Una vez se haya dado volumen se modelara la lengüeta con el diseño deseado.

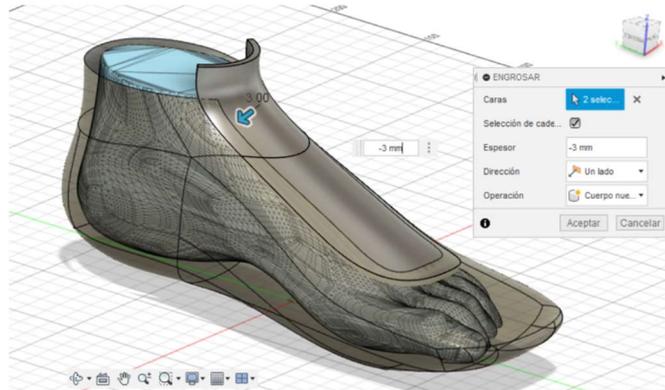


Figura 25. Engrosado de la lengüeta

Seguidamente, se añadirá volumen al cuerpo interior del zapato, un espesor de 1 mm, siguiendo la misma metodología anterior.

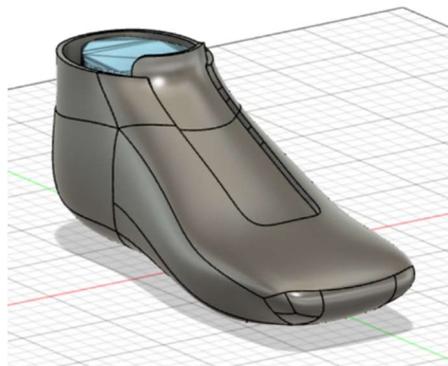


Figura 26. Parte interior y Lengüeta con volumen

5.3.4 Partes exteriores

El siguiente paso será diseñar las partes que formaran el exterior del zapato, donde irán situados los orificios de los cordones, los cordones etc. Para ello se va a crear una nueva copia del cuerpo original o modelo base. Ésta se hará usando la opción de desfase, debido a que ya tenemos la estructura con volumen. Si se creara una copia como se ha hecho anteriormente, se solaparían el modelo y la copia, y el resultado no sería correcto.

El desfase nos permite hacer una copia del cuerpo inicial del zapato a una distancia determinada de una cara, nos permite desplazar el cuerpo inicial y ajustarlo a la nueva estructura.

Por ello, esta primera copia se colocará con un desfase de 1 mm, que corresponde al espacio que se ha de mover respecto al inicio, es decir el grosor de lo que se ha extruido el zapato.

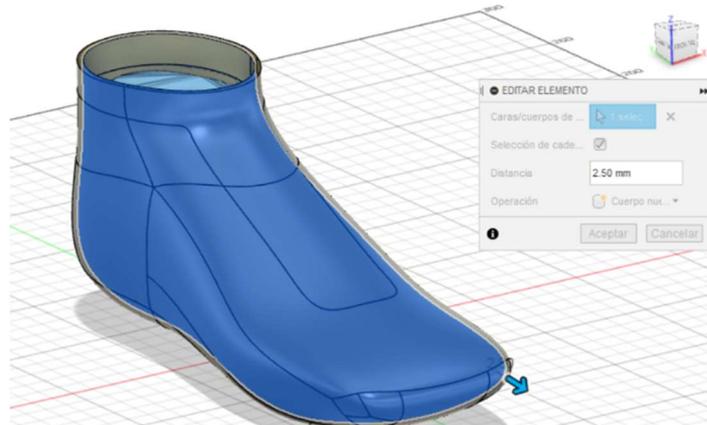


Figura 27. Creación del desfase de la capa base para hacer la primera parte exterior

Una vez se ha creado este nuevo cuerpo, se empezara a diseñar sobre el. Se ha creado una nueva malla sobre la copia y se ha empezado a modelar.

Esta primera capa exterior servira como decoración. Siguiendo la metodología que se ha usado durante todo el modelado se ha diseñado un plano que se ha usado para recortar la copia del cuerpo original, tal y como se puede observar en las siguientes imágenes:

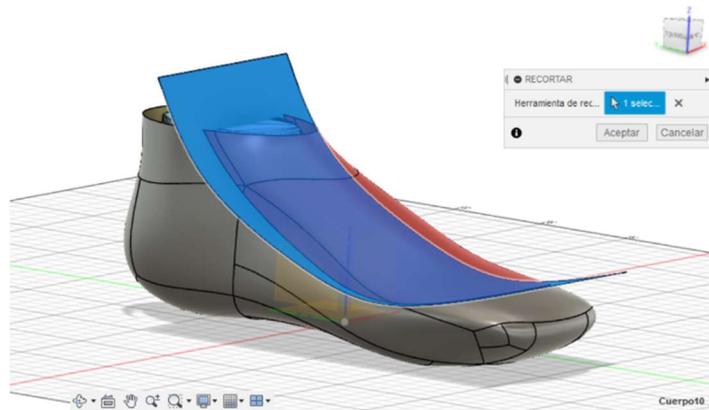


Figura 28. Plano guía de recorte

Una vez recortada esta primera forma, se le dará un volumen de 1 mm.

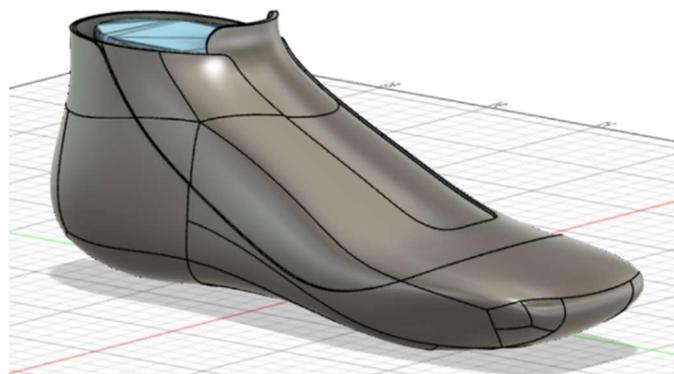


Figura 29. Parte interior, lengüeta y parte exterior 1 con volumen

A continuación, se volverá a crear una copia del cuerpo original, con la opción desfase, en este caso a una distancia de 2 mm, debido a que se ha de desplazar el grosor total de las capas del zapato 1 mm de la primera capa y un 1mm de esta última capa extruida.

Seguidamente se hará la siguiente capa exterior, más estética y donde estarán colocados los orificios para los cordones.

Para ello se ha seleccionado la última copia del modelo original y se ha creado una nueva malla, pero en este caso, en vez de modelar con planos en 3D, se hará utilizando un croquis en 2D en el plano lateral del zapato. Una vez obtengamos el perfil del diseño, se convertirá en un plano que usaremos como herramienta de recorte, usando su intersección con la última copia realizada del modelo. Se han diseñado siguiendo el boceto hecho a mano y dejando hueco para los orificios para pasar los cordones.

Seguidamente, se muestra la evolución del diseño lateral del zapato para obtener el perfil deseado:

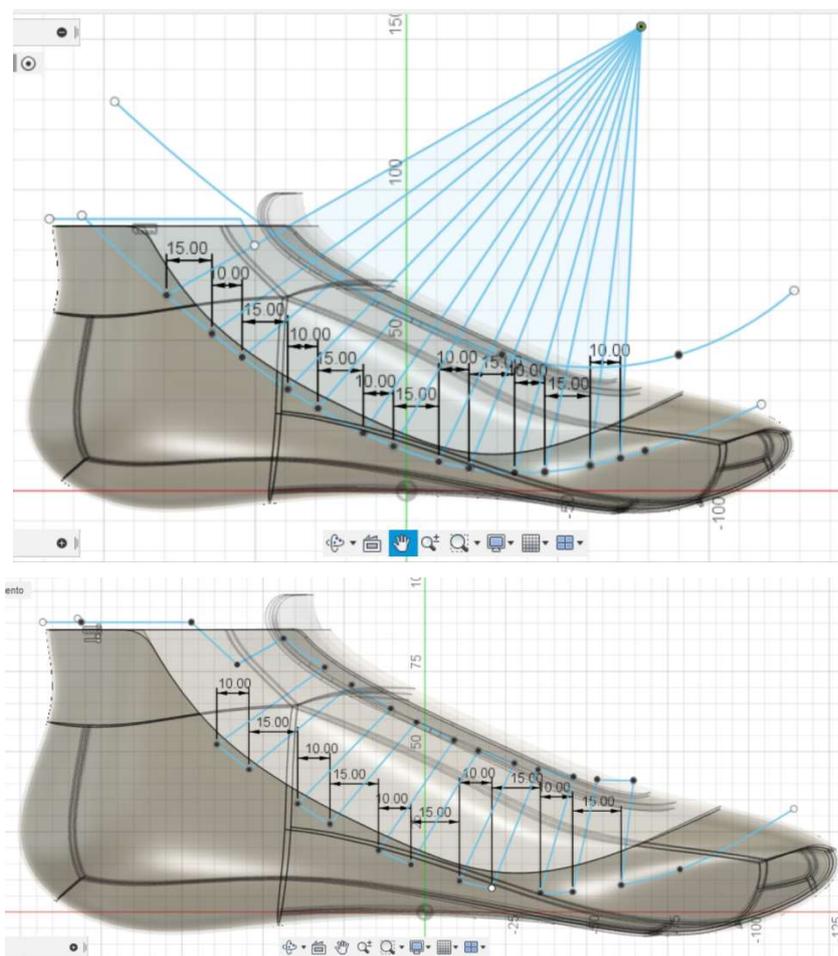


Figura 30. Diseño del perfil exterior

Finalmente, una vez se tiene el perfil con el diseño hecho vamos a extruir el plano con esta forma

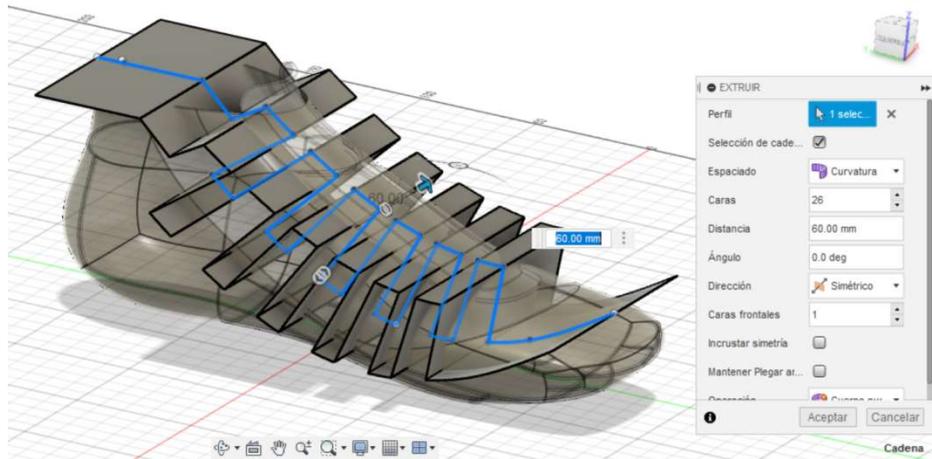


Figura 31. Extrusión del plano con el diseño del perfil exterior

Se han redondeado diferentes partes para que sea más estético y se tengan en cuenta en el momento de recortar a forma en el cuerpo copia.



Figura 32. Plano perfil redondeado y mejorado estéticamente

Una vez se tiene el plano colocado correctamente, de forma que interseque con la copia del modelo, se puede recortar esta forma en el cuerpo del zapato que hemos creado anteriormente con el desfase.

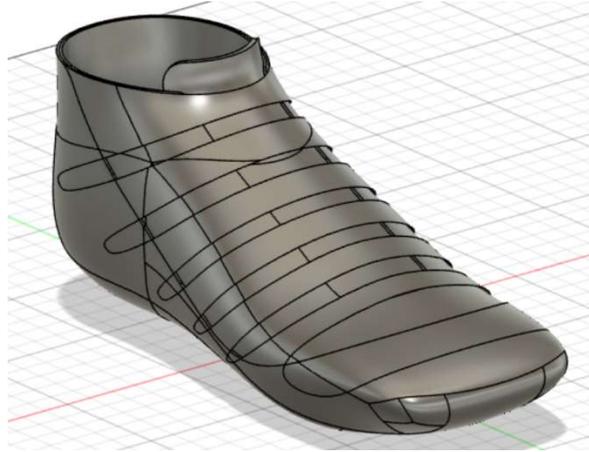


Figura 33. Parte exterior sin hueco para la lengüeta y sin volumen

Como se puede observar en la Figura 33. Parte exterior sin hueco para la lengüeta y sin volumen, no hay abertura para la lengüeta. Para que la abertura de la lengüeta quede recortada por igual a ambos lados, se creara un perfil y se recortara la parte exterior tomando como guía el perfil creado.

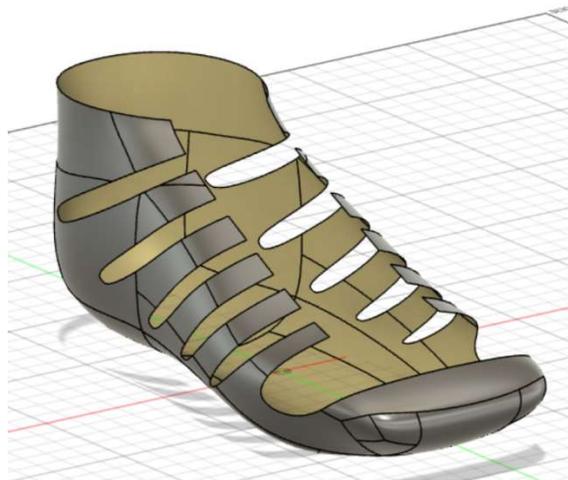


Figura 34. Perfil exterior con hueco para la lengüeta y sin volumen

Ahora se le va a dar volumen a esta capa, con un grosor de 1 mm, y se mostrara con las demás partes del zapato. Seguidamente se va a dar forma a la caña del zapato para hacerla más estética y práctica. Haremos un plano tal y como se muestra en la siguiente figura para usarlo de guía de recorte sobre las partes del calzado.

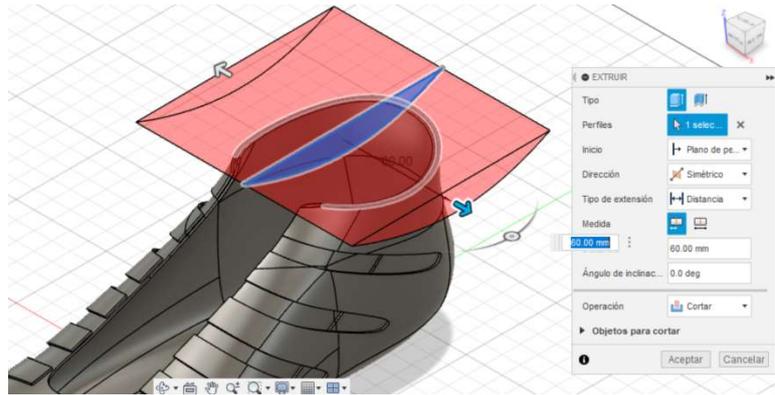


Figura 35. Redondeo de la caña del zapato

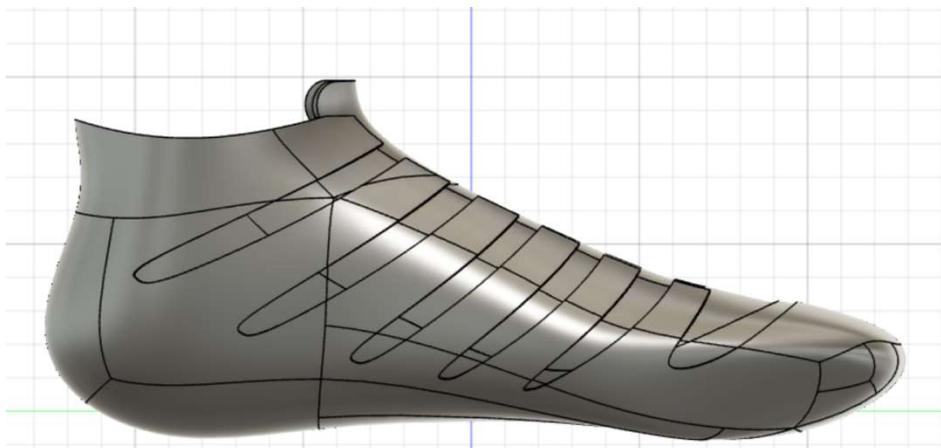


Figura 36. Perfil parte interior, lengüeta y partes exteriores con volumen

5.3.5 Suela

Finalmente se va a modelar toda la parte de la suela. Para ello se va a crear una nueva forma y se va a dibujar el contorno de la suela, usando de guía el zapato que llevamos hecho.

Este contorno, se convertirá en un plano y se irá modelando para que se ajuste a la parte inferior del zapato. No hace falta que el contorno este perfecto porque lo iremos ajustando a medida que lo vamos modelando, pero cuanto mejor ajustado esté el contorno, menos cambios tendremos que hacer en el futuro.

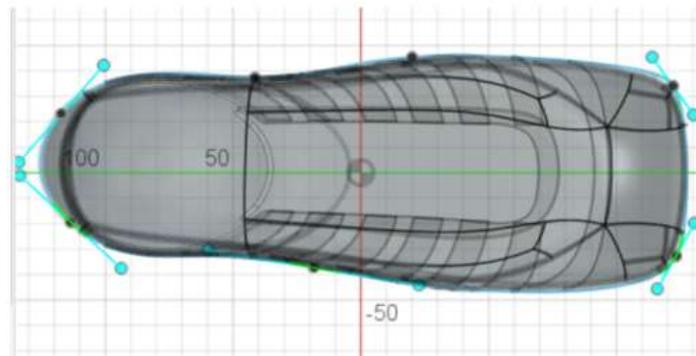


Figura 37. Contorno suela

Se convierte a plano el contorno y se extruye la forma de la suela, que se ira adaptando al zapato.

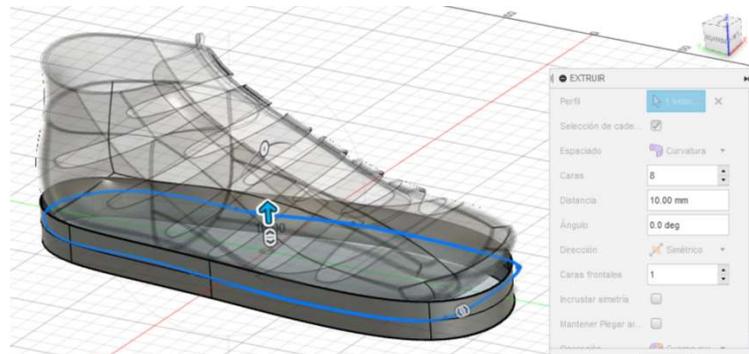


Figura 38. Extrusión del contorno de la suela

Una vez se ha hecho la estructura de la suela, se le añadirá una forma ergonómica. Para ello, se cambiará el modo de visualización para que muestre solo las líneas y se creará un plano usando un croquis en 2D en el plano lateral, tal y como se muestra en la siguiente figura.

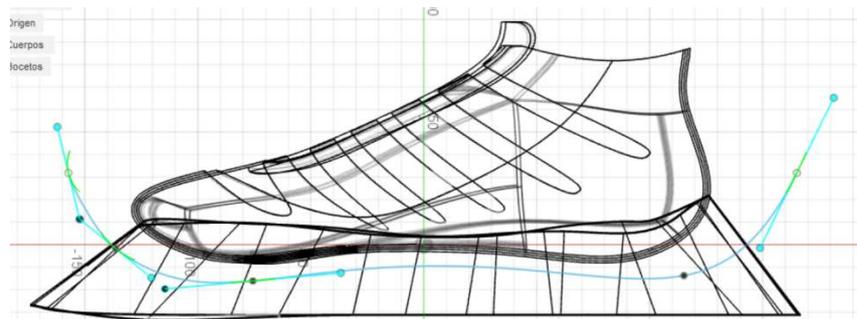


Figura 39. Perfil con forma ergonómica de la suela

Para visualizar mejor la curvatura de la suela, se ha marcado la opción de visualizar curvatura, para modelar mejor y no hacer una inclinación muy pronunciada.

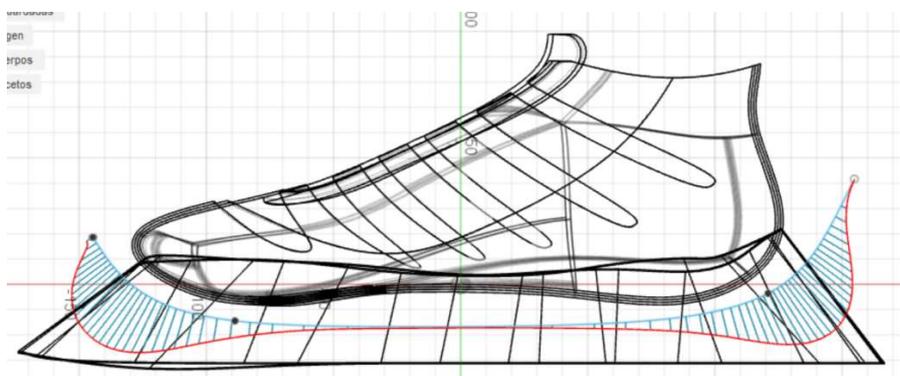


Figura 40. Curvatura ergonómica de la suela

Una vez se tiene el contorno se han transformado en un plano, como se ha hecho anteriormente con otras partes del zapato, y se ha extruido. Sobre el plano extruido se ha modelado el plano adaptándolo a la suela del zapato. Cuando se tiene la forma deseada se ha recortado la suela con la forma del plano. A continuación, con la opción de engrosar se ha dado volumen al plano de la suela. Se le ha añadido un grosor de 4 mm, ya que es una parte que sufrirá desgaste y tiene que ser más gruesa que otras.

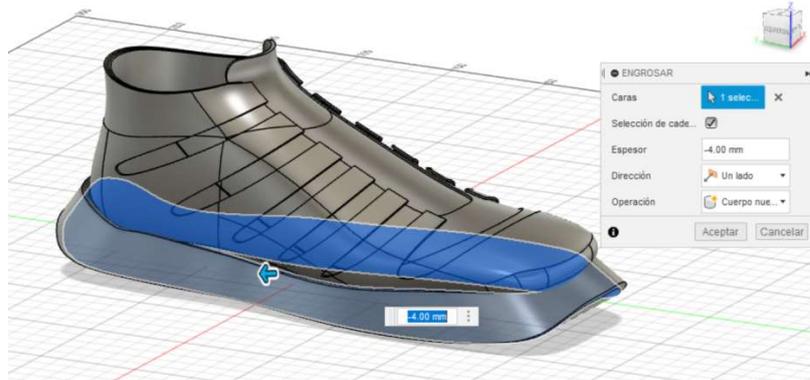


Figura 41. Parte de la suela con volumen

Una vez la suela tiene volumen, se ha tener en cuenta que los laterales y la base de esta son cada uno un cuerpo diferente. Para que se pueda imprimir las dos partes a la vez se han unido estos dos cuerpos en uno solo.



Figura 42. Zapato con suela

Finalmente, para terminar la suela, se le van a añadir en la parte que está en contacto con el suelo un patrón de dibujos con el objetivo de que el calzado sea antideslizante. Para hacer el patron de la suela se ha diseñado en un croquis 2D el patron deseado y se ha recortado el diseño.

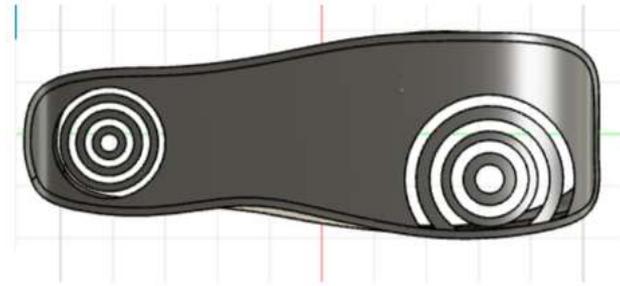


Figura 43. Patrón de diseño de la suela

A continuación, para no tener huecos en la suela se realizó una copia de la plantilla de la suela y se ha extruido para dotar a la suela de una textura que no sea lisa. En la siguiente imagen se puede observar cómo la suela ya no es lisa, sino que contiene el patrón.



Figura 44. Vista detalle de la suela donde se ve el relieve

Para terminar, se han añadido los orificios por donde irán los cordones con la herramienta cortar. Tal como se puede apreciar en la imagen, no son simétricos, ya que ambos lados del zapato tampoco lo son, y se debe de respetar la forma natural del zapato. También se han añadido redondeos para mejorar la estética del calzado.



Figura 45. Zapato acabado sin color

5.3.6 Color

Para acabar el diseño se le ha añadido color. Los colores se han elegido por preferencia, ya que son personalizables. Los colores se pueden modificar en el apartado de aspecto.[14]

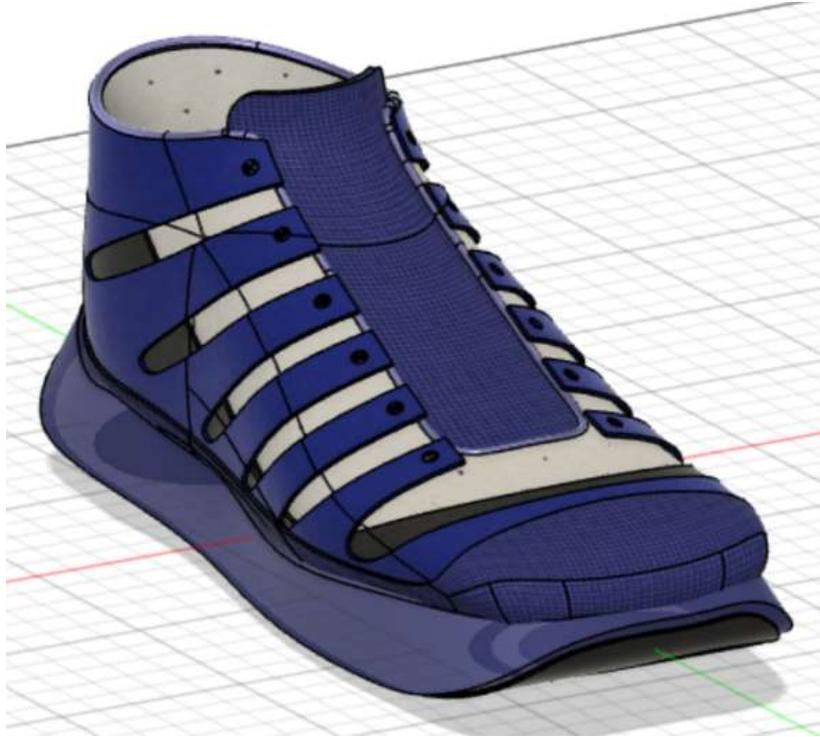


Figura 46. Zapato acabado con color

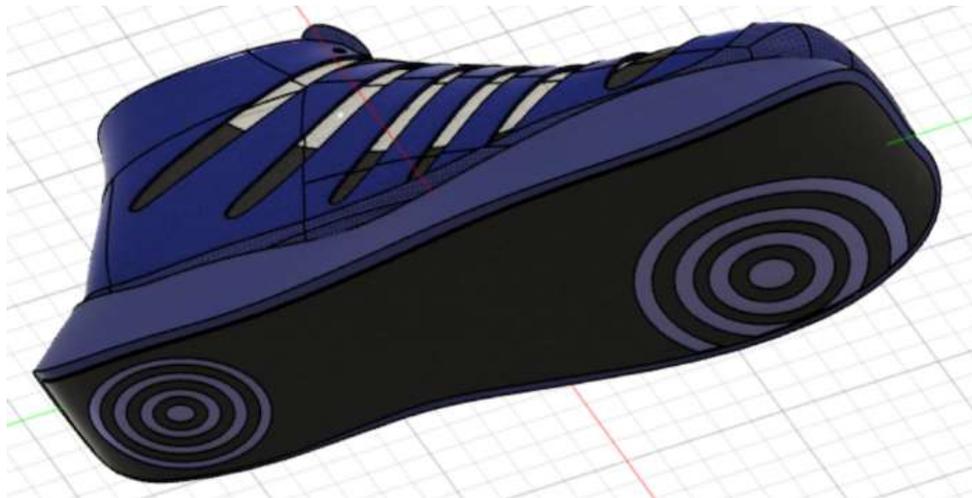


Figura 47. Detalle color de la suela

5.3.7 Suela de cambio

Además del zapato también se ha confeccionado una suela de cambio, una suela de plataforma que se puede intercambiar con la suela inicial que se ha creado.

Para confeccionar esta segunda suela se ha modificado la suela inicial añadiéndole más volumen, además se le ha cambiado el color.

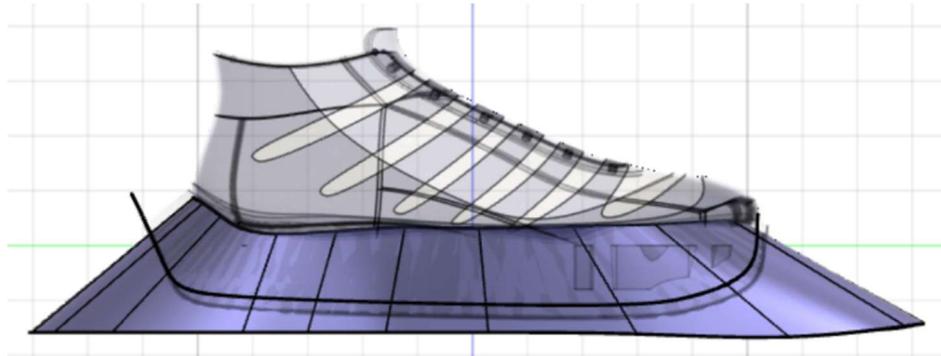


Figura 48. Perfil suela cambio – Plataforma

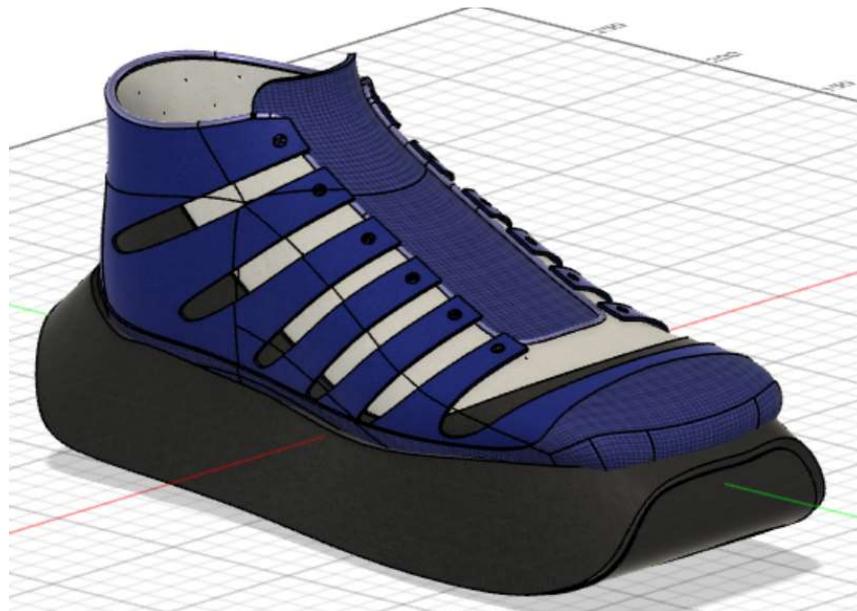


Figura 49. Zapato acabado con suela de cambio y color

5.3.8 Elemento extra

Finalmente se ha diseñado el elemento extra de personalización consistente en el clip para los cordones.

Para ello se ha hecho un desfase del modelo base a 5 mm para después recortarlo y darle forma al clip de cordones. De esta manera quedará justo a la altura adecuada en el zapato. Además, para un mejor modelado, se le ha bajado la opacidad a la capa de la copia del modelo base.

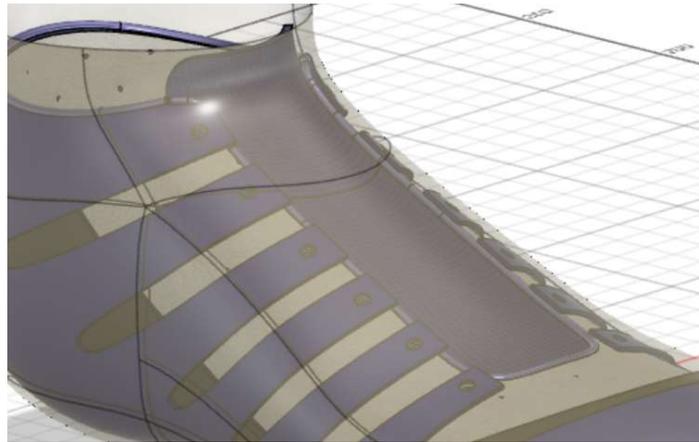


Figura 50. Desfase para clip cordones

Se hará el perfil del clip para cordones usando el modelado con planos en 3D y una vez se tenga la forma deseada se recortará la capa del desfase.

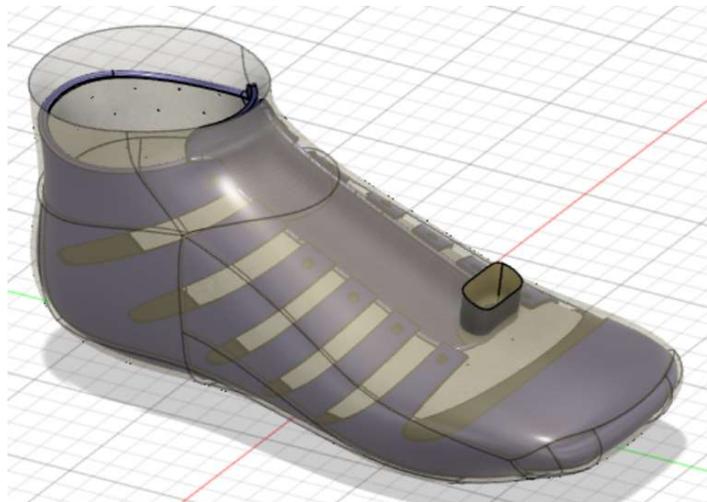


Figura 51. Contorno clip para cordones

A continuación, se recortará la pieza y se le dará un grosor de 2 mm.

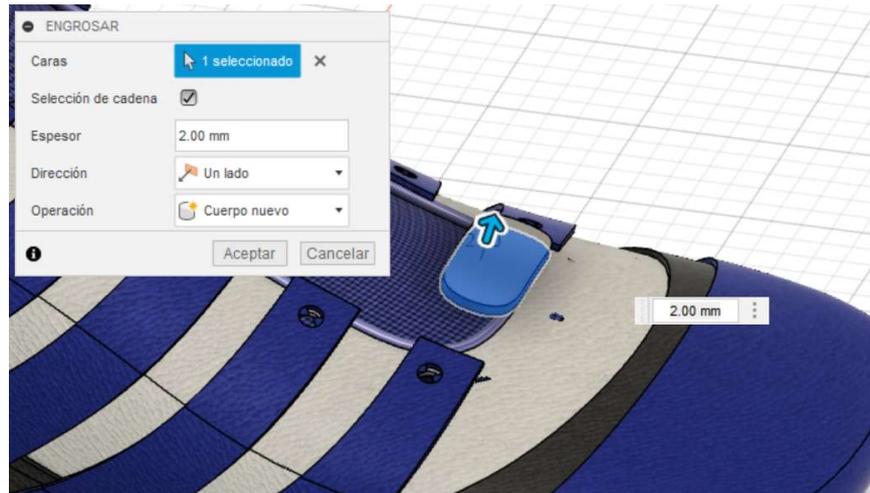


Figura 52. Extrusión del clip para cordones

A continuación, se hacen los orificios para pasar los cordones. Se ha dibujado en un croquis en 2D tal y como se muestra:

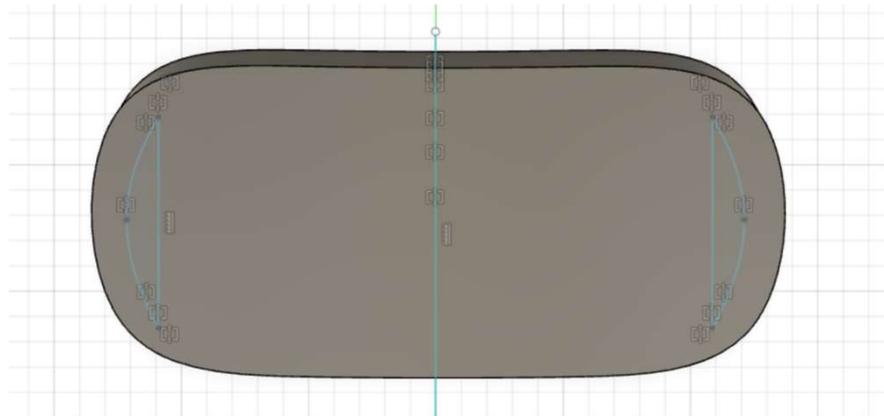


Figura 53. Croquis de las ranuras para pasar los cordones

Seguidamente se han recortado los agujeros para que pasen los cordones.

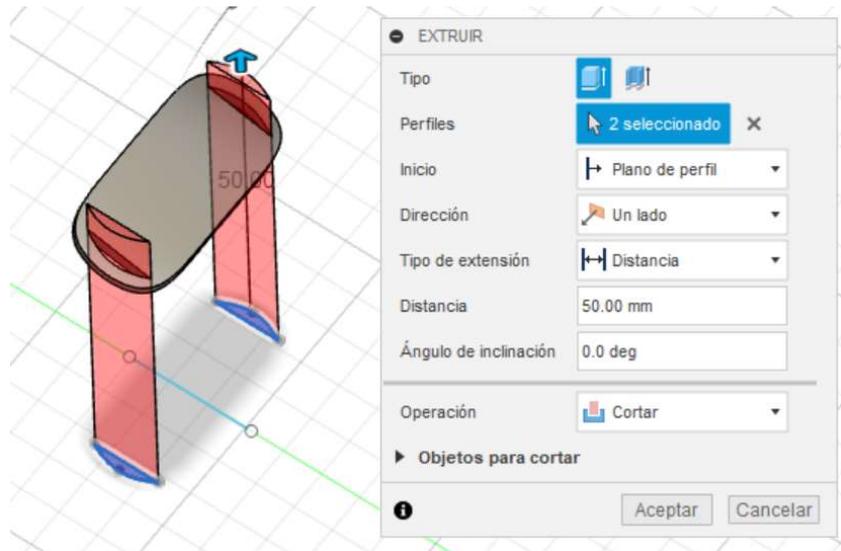


Figura 54. Recorte de las ranuras para los cordones

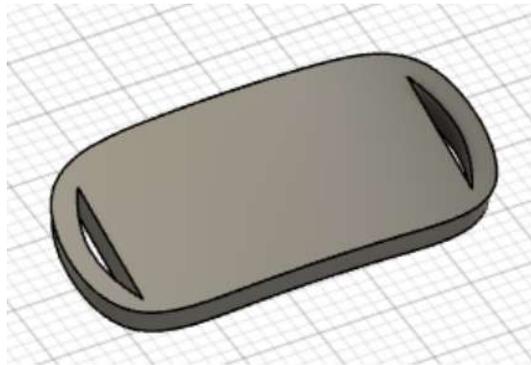


Figura 55. Clip para cordones sin personalizar

De esta manera obtenemos el elemento extra modelado. Para acabar se le va a dar color y se va a personalizar. Se puede personalizar añadiendo letras, números, dibujos etc. además también se le puede añadir color que se quiera. [14]



Figura 56. Clip para cordones personalizado



Figura 57. Clip de cordones en el zapato

5.4 Especificaciones

Como se ha comentado a lo largo de toda la memoria una de las principales características de estos zapatos es el hecho de que se puedan personalizar. Por tanto, el usuario podrá elegir el color y los elementos de personalización que quiere añadir a su calzado.

5.4.1 Partes del calzado

Tal y como se ha explicado al inicio del modelado de los zapatos, la mayoría de las partes que lo componen serán producidas mediante fabricación aditiva, a excepción del recubrimiento interior es decir la parte interior, los cordones y las plantillas, que se adquieren de proveedores externos.

El recubrimiento interior se hará de tela de loneta lisa y de color negro. A diferencia del resto de partes que componen el zapato ésta no es personalizable dado a que, una vez puesto el zapato en el pie, no es visible. Con este recubrimiento se pretende añadir comodidad al calzado y aislamiento térmico.

Con las plantillas ocurre lo mismo que con el recubrimiento, no serán personalizables debido a que no son visibles. Las plantillas elegidas se han producido con materiales biodegradables y ecológicos, cumpliendo con los requisitos del proyecto.

Finalmente, los cordones serán personalizables en cuanto a forma y color. Se han elegido unos cordones hechos de materiales reciclables y muy resistentes.

5.4.2 Personalización

5.4.2.1 Color

Como ya se ha mencionado, el uso de la fabricación aditiva como método de producción permite que el color se pueda cambiar de acuerdo con las preferencias del usuario. Por ello, los zapatos serán totalmente personalizables. Las únicas partes no personalizables son el recubrimiento interior y las plantillas ya que no son visibles durante el uso.

5.4.2.2 Suelas intercambiables

Uno de los requerimientos es que los zapatos sean personalizables en cuanto a tamaño y forma. Los zapatos se pueden adaptar a cada una de las tallas disponibles en el mercado y además también existe la posibilidad de confeccionar los zapatos a medida. En cuanto a la forma, como se ha explicado a lo largo de todo el desarrollo del diseño, las suelas serán intercambiables.

Cada zapato cuenta con un mecanismo de enganche en la suela de manera que ésta se puede extraer e intercambiar por otra de otro tipo. Esto permite modificar la altura del

zapato según la ocasión, o bien modificar su estética. La parte más exterior del calzado hace la función de suela fija. Esta suela fija no estará en ningún momento en contacto con el suelo, únicamente servirá como mecanismo de unión con los distintos tipos de suela. Aplicando una pequeña presión y quedarán encajadas y para separarlas se hará un poco de palanca entre las dos piezas.

Las distintas suelas se podrán adquirir una vez se compren los zapatos, o bien por separado, sin necesidad de comprar unos zapatos nuevos para cada tipo de suela.

En un futuro también se podrían implementar los modelos de suelas y hacerlas de distintos materiales con el objetivo de obtener zapatos más blandos o bien más duros.

5.4.2.3 Elementos decorativos

Como elemento extra decorativo se ha confeccionado un clip para los cordones. Este elemento se coloca en los cordones como elemento decorativo. Se coloca en los cordones antes de empezar a ponerlos en el calzado, de manera que este no se salga una vez colocado. Este clip también se puede personalizar en cuanto a color y forma. Se puede añadir un logo, letras o un pequeño dibujo.

Estos clips decorativos se incluirán en los zapatos si el cliente lo desea, o bien se podrán adquirir por separado. De igual manera que en el caso de las suelas, se podrán adquirir sin necesidad de comprar unos nuevos zapatos.

5.4.3 Materiales

Tal y como se ha mencionado en apartados anteriores, los materiales utilizados para la fabricación deben ser biodegradables o bien reciclados, para reducir el impacto ambiental de la producción.

Los materiales con estas características y que son aptos para usar en la fabricación aditiva son:

➤ PLA

Este material es únicamente válido para la tecnología de fabricación aditiva por filamentos es decir para FFF⁵ o bien FDM⁶. Éste es un material compuesto por materiales biodegradables o reciclados, como el almidón de maíz, remolacha y trigo.

El precio de este material por Kg es aproximadamente de entre 15 y 19 €. Si lo comparamos con el precio de otros materiales no reciclados es muy buena opción, ya que los no reciclados normalmente tienen un precio que se sitúa entre los 22 y 30 €. [10]

➤ Polymarker PC-r

Este material es un tipo de policarbonato fabricado a partir de plástico reciclado de botellas de agua. Es un material fácil de procesar y que presenta muy buena resistencia a la tracción y a la flexión con un módulo de Young y un módulo de flexión ligeramente superior al policarbonato usado habitualmente. Además, tiene gran resistencia a la temperatura, cosa que permite que minimicen las deformaciones. [11] [12]

Como se puede comprobar, no existe un gran número de materiales aptos para este tipo de producción y que sean reciclados o biodegradables. Esto se debe a que es un método

⁵ Fused filament fabrication (FFF)

⁶ Fused deposition modeling (FDM)

de producción bastante nuevo y a que anteriormente el impacto ambiental que generaba la producción no se tenía muy presente en el caso de la selección de materiales.

Comparando ambos materiales, se ha decidido usar el Polymarker PC-r debido a sus buenas propiedades en cuanto a resistencia a la tracción y a la flexión, dado que los zapatos tendrán que ser resistentes a este tipo de esfuerzos constantemente y el calzado debe ser muy resistente con el objetivo de que dure el máximo tiempo posible en buenas condiciones.

5.5 Value proposition

Con el objetivo de definir el valor añadido para el usuario de los zapatos se ha establecido una propuesta de valor o *value proposition* del producto y servicios. [6]

Para ello, se han definido una serie de conceptos que se encuentran explicados a continuación de manera genérica:

Definición del usuario

- *Gains*: Beneficios u objetivos que quieren cumplir los clientes con el producto y servicio.
- *Pains*: Riesgos, obstáculos y preocupaciones de los clientes relacionados con el producto y servicio.
- *Customer Jobs*: Actividades u objetivos del consumidor en su trabajo y vida relacionados con el producto y servicio.

Definición del producto y servicio

- *Products & Services*: Solución o soluciones que se ofrecen al consumidor y sobre los cuales se hace la propuesta de valor.
- *Gain creator*: Cambios destinados a mejorar la vida del usuario.
- *Pain Relievers*: Describir cómo los productos y servicios compensan las preocupaciones, riesgos y obstáculos del consumidor.

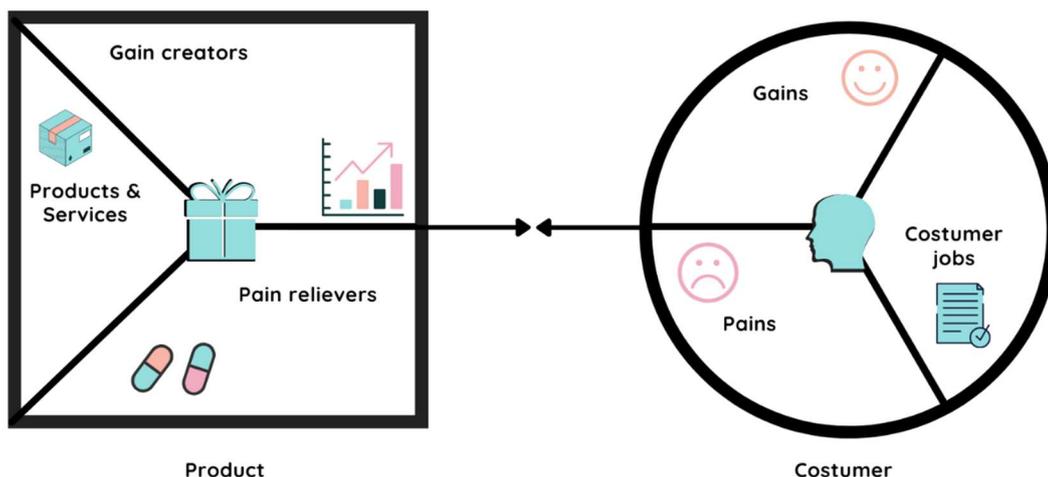


Figura 58. Plantilla Value Proposition⁷

⁷ La plantilla que se ha usado para configurar el *value proposition* se ha elaborado mediante la aplicación CANVA.

A continuación, se aplicarán estos conceptos a los zapatos que se han diseñado y finalmente se confeccionará el *value proposition*:

Definición del usuario

- **Gains:** Zapatos personalizables, originales, prácticos, exclusivos y cómodos para un uso diario.
- **Pains:** Dudas en cuanto a la calidad del calzado debido a que son fabricados por fabricación aditiva, un método de producción nuevo y menos conocido. Preocupación por el precio y por si el calzado no es cómodo debido a los materiales usados y a su método de producción.
- **Customer Jobs:** El cliente busca vestir a la moda y verse bien vistiendo lo que desea.

Definición del producto y servicio

- **Products & Services:** Zapatos de uso cotidiano hechos con fabricación aditiva y servicio de garantía.
- **Gain creator:** Los zapatos son producidos con fabricación aditiva un proceso novedoso y con bajo impacto ambiental. Los materiales usados para su fabricación son reciclados u ecológicos. Son unos zapatos únicos ya que el usuario los puede completamente personalizar y las unidades son limitadas.
- **Pain Relievers:** Se le ofrece al usuario un servicio de garantía. La producción de los zapatos genera un bajo impacto ambiental debido al método de producción y a los materiales usados. Los zapatos cuentan con una forma ergonómica que se adapta al pie, haciendo que sean aptos para un uso diario.

Una vez se han definido cada uno de los apartados del se ha configurado el *value proposition*:

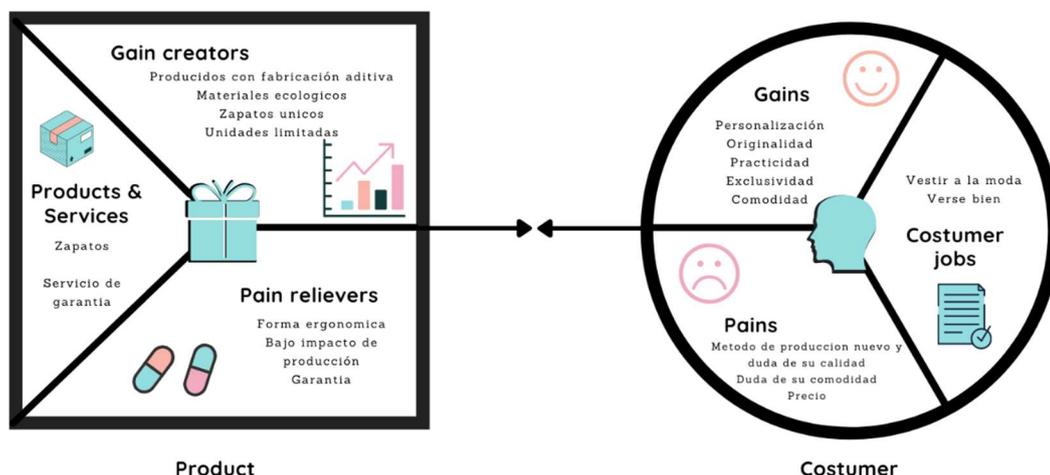


Figura 59. Value Proposition

5.5.1 Encuesta

Con el objetivo de validar el *value proposition* de los zapatos, para tener una visión de mercado y la opinión de los usuarios potenciales, se ha realizado una encuesta. Ésta se ha realizado con la plataforma online de formularios de *Google Forms*.

La encuesta se ha dividido en cinco partes: en primer lugar se han preguntado datos básicos para conocer a los encuestados, seguidamente se ha preguntado acerca de la experiencia de compra en el sector de calzado, sobre las preferencias de calzado en cuanto a modelo, color y forma; también sobre la fabricación aditiva para saber si el usuario conoce este tipo de tecnología y tiene algún elemento producido con ella; finalmente, se han hecho preguntas más concretas sobre el calzado, la personalización de los zapatos, el precio y el impacto ambiental.

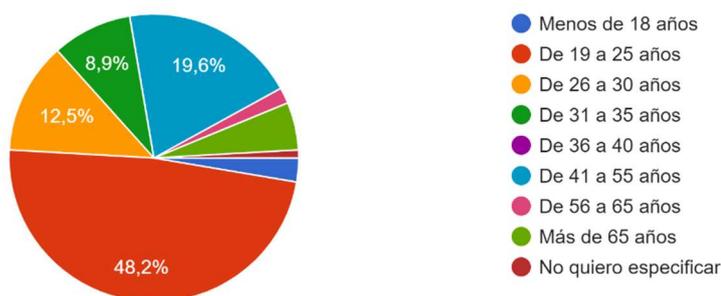
La encuesta ejemplo se puede encontrar en el ANEXO A

5.5.1.1 Análisis de resultados

En total la encuesta ha sido contestada por un total de 112 personas. A continuación, analizaremos los resultados obtenidos.

PARTE 1: Sobre la persona encuestada

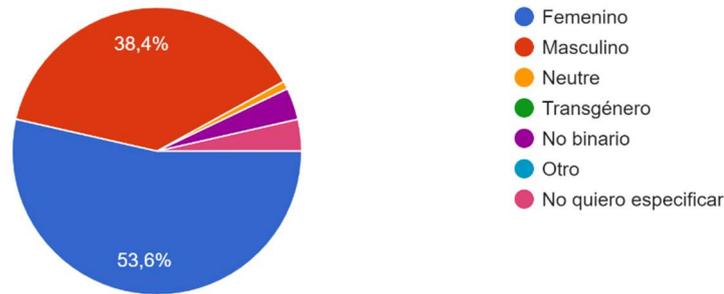
¿En qué rango de edad te encuentras?



Gráfica 1. Respuestas pregunta 1

El rango de edad de las personas encuestadas se encuentra en su mayoría en el tramo de 19 a 25 años representado un 48,2% de los encuestados. Sin embargo, el segundo grupo más representativo es el rango de edad de 41 a 55 años. En general, podemos decir que los encuestados pertenecen a un colectivo que podría estar interesado en el producto, se encuentra en el target de clientes.

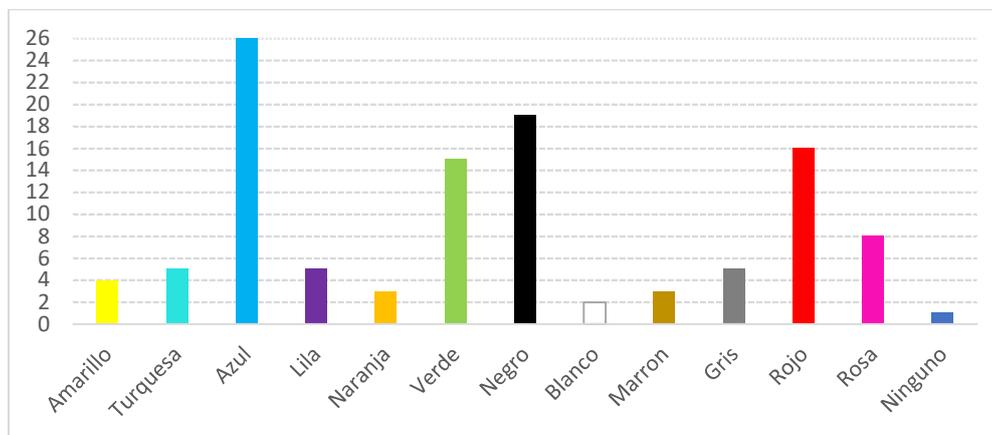
¿Cual es tu identidad de género?



Grafica 2. Respuestas pregunta 2

Por otro lado, la identidad de género mayoritaria de los encuestados es femenina con un 53,6%, seguida de la masculina con un 38,45%. Por otro lado, también podemos destacar un 3,6% de encuestados se identifican como no binario y un 0,9% como neutro. Además, un 3,6% de los encuestados no lo ha querido especificar.

¿Cual es tu color favorito?

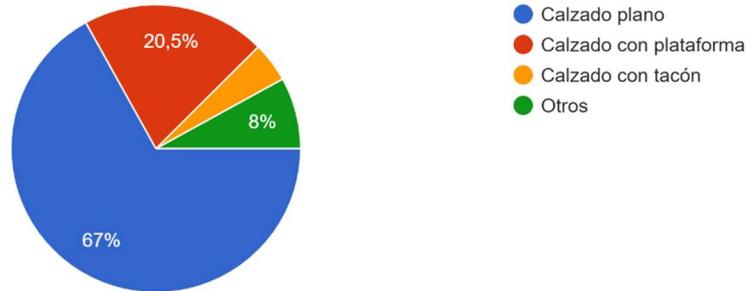


Grafica 3. Respuestas pregunta 3

Para concluir esta primera parte se les ha hecho a los encuestados una pregunta personal. ¿Cuál es su color favorito? Para comprobar con los datos al final de la encuesta si este influye en el color que eligen para su calzado. Como se puede observar en el gráfico de barras el color que más gusta entre los encuestados es el azul, seguido del negro y el verde. Por otro lado, los que menos gustan son el naranja, el blanco y el marrón.

PARTE 2: Sobre el calzado

¿Qué tipo de calzado sueles utilizar par uso habitual?

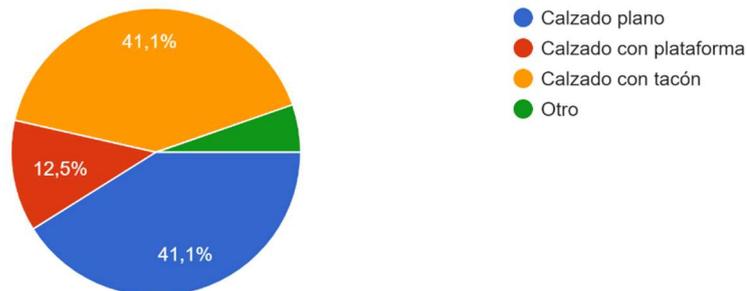


Grafica 4. Respuestas pregunta 4

El calzado más utilizado por las personas encuestadas es el zapato plano, que representa un 67%, seguido del calzado con plataforma con un 20,5%. Únicamente el 4,5% de las personas encuestadas utiliza calzado de tacón en su día a día. Como se puede apreciar se busca la comodidad.

Además, seguidamente se añadió una respuesta abierta para aquellas personas que han marcado "otros". En ella la mayoría ha escrito un tipo de zapato que ya se incluye en alguna de las categorías de la primera pregunta. Como por ejemplo zapato deportivo, zapatillas y botas, los cuales se incluyen en zapato plano. Esta respuesta abierta ha sido respondida por 11 personas y únicamente 9 han respondido "otros" en la anterior pregunta, por tanto, los datos que obtenemos de esta segunda pregunta no son muy acertados.

¿Qué tipo de calzado te gustaría usar diariamente, pero por comodidad no lo utilizas?

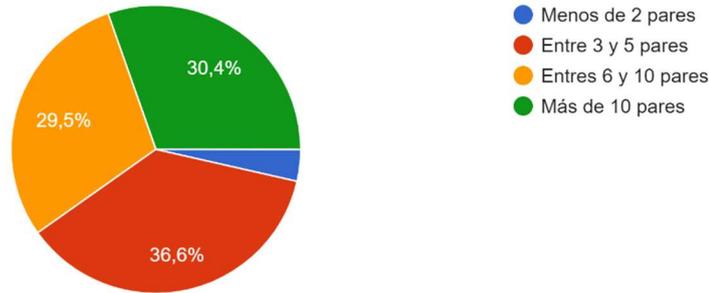


Grafica 5. Respuestas pregunta 5

Con esta pregunta se tenía como objetivo conocer qué tipo de calzado les gustaría usar, pero debido a que no les resulta cómodo no lo utilizan de manera habitual. Tal y como se esperaba, el calzado menos usando y que gustaría usar es el calzado con tacón, con un 41,1% de las respuestas, seguido del 41,1% del calzado plano. Esta respuesta no es muy concluyente debido a que la mayoría de encuestados en la respuesta anterior ha dicho que usaban ese tipo de calzado. Esto puede ser debido a que no se ha entendido correctamente la pregunta, o bien hace referencia a los encuestados que en la respuesta anterior marcaron calzado con plataforma.

También, como en la pregunta anterior, se ha añadido un apartado de respuesta abierta de “otros”. En el 100% de las respuestas registradas, un total de 6 personas ha respondido “ninguno”, es decir, utilizan el calzado que desean diariamente.

¿Cuántos pares de calzado tienes?



Grafica 6. Respuestas pregunta 6

La siguiente pregunta se ha hecho con el objetivo de conocer cuántos pares de calzado tienen las personas encuestadas por término medio, para saber si sería útil tener unos zapatos personalizables una vez adquiridos, de manera que se reduzca la compra de pares de zapatos. La mayoría de encuestados, un 36,6% tiene entre 3 y 5 pares, seguidos de un 30,4%, que tienen más de 10 pares de zapatos. Únicamente un 3,6% dispone de menos de 2 pares. En general, los encuestados poseen un gran número de pares de zapatos y que ocupan un gran espacio, que podría usarse para otra cosa, si se tuviera un calzado personalizable que pudiera sustituir a unos pares.

¿Utilizas algún tipo de plantilla en el calzado?

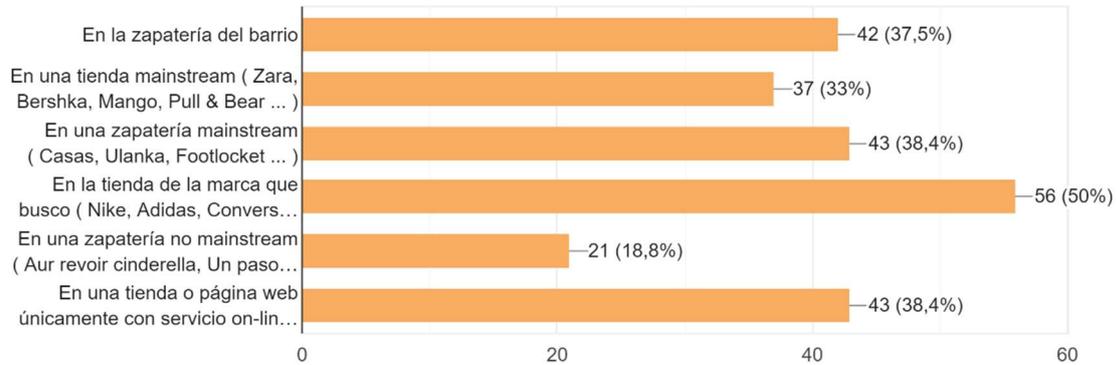


Grafica 7. Respuestas pregunta 7

Como se puede observar en el gráfico la mayoría de encuestados no utiliza ningún tipo de plantilla en su calzado. Sin embargo, un 8,9% las usa por comodidad y un 11,6% las utiliza por recomendación de un especialista. Para este porcentaje, sería útil el hecho de poder adquirir unos zapatos hechos a medida y siguiendo la forma propia del pie de cada uno.

PARTE 3: Sobre la experiencia de compra

¿Donde sueles comprar tu calzado? Múltiple respuesta.



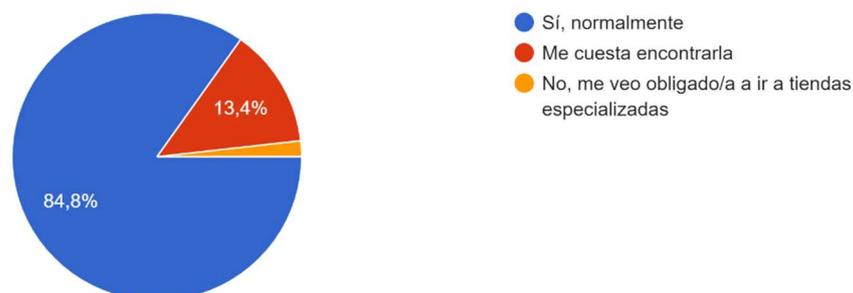
Grafica 8. Respuestas pregunta 8

Esta pregunta era de múltiple respuesta, por este motivo los datos que podemos extraer de ella son datos generales. Podemos observar que la mayoría compra su calzado en la tienda de la marca que busca, hecho que sorprende, ya que normalmente los precios son más elevados que el mismo producto en otras tiendas. Por otro lado, esto puede deberse a que en estas tiendas suelen encontrarse modelos exclusivos que en otras no se encuentran.

Seguidamente encontramos la compra online y en zapaterías de grandes cadenas del sector. En tercer lugar, se sitúan las tiendas de barrio, hecho que sorprende, ya que la sociedad cada vez compra más online y muchos comercios de barrio van están desapareciendo.

En último lugar, encontramos las zapaterías que tienen su propia marca, pequeñas tiendas no *mainstream*. El bajo consumo puede deberse a sus elevados precios, debido a que son pequeñas empresas que únicamente cuentan con uno o dos establecimientos de venta y no son muy conocidas.

¿Encuentras tu talla fácilmente ?

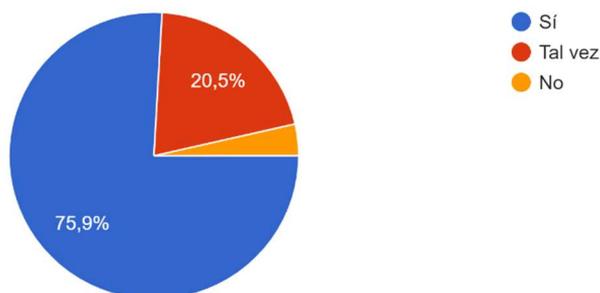


Grafica 9. Respuestas pregunta 9

La mayoría de encuestados, un 84,8%, encuentra con facilidad su talla de calzado. Sin embargo, un 13,4% le cuesta encontrarla. Esto puede deberse a que sea una talla muy común, o bien a que es muy poco común y se fabrican pocas unidades de ese tallaje.

Únicamente el 1,8% tiene que recurrir a tiendas especializadas para encontrar su talla. El hecho de poder producir calzado con fabricación aditiva haría que no se encontrara ningún problema con las tallas, ya que cada persona podría tener zapatos personalizados y hechos a medida.

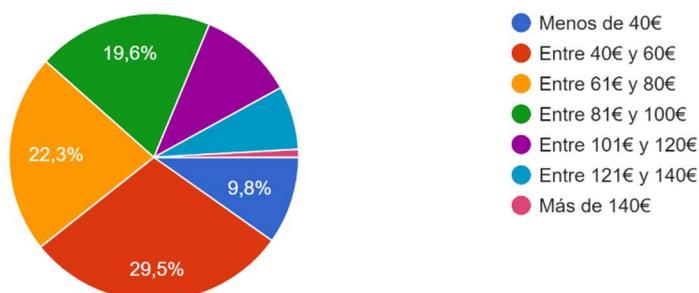
¿Valorarías poder comprar calzado a tu medida exacta, en el caso que te resulte difícil encontrar tu talla? (para mejor comodidad, confort, etc)



Grafica 10. Respuestas pregunta 10

Como era de esperar, la mayoría de los encuestados valorarían positivamente el hecho de poder comprar un calzado hecho a medida. Pese a que un 3,6% no lo valoraría, esto puede ser debido a la creencia de que el calzado hecho a medida podría tener un precio muy elevado, o bien a que al tener una talla fácil de encontrar no lo encuentran necesario.

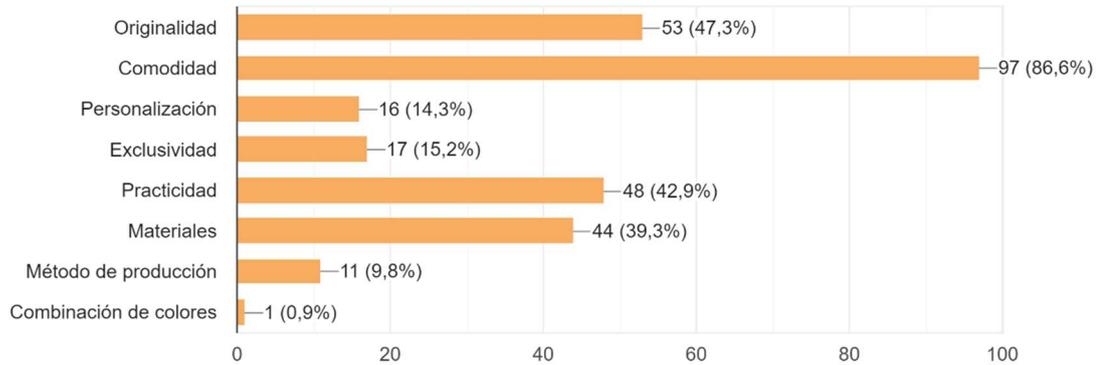
¿En qué rango de precios sueles comprar el calzado?



Grafica 11. Respuestas pregunta 11

Los rangos de precios se encuentran bastante equilibrados, podemos observar en el gráfico claramente cómo casi está dividido en partes iguales. Esto indica que gran parte de los encuestados se sitúa en unos precios u otros. Esto puede deberse a la situación económica de cada persona o bien a sus gustos, ya que puede haber personas que se compren mucho calzado, pero de precio menor y otras que compren poco, pero de un precio elevado. El rango de precios de compra más habitual en los encuestados es de entre 40 y 60€.

¿Cuales de las siguientes características valoras en el momemnto de adquirir el calzado? Multiple respuesta.



Grafica 12. Respuestas pregunta 12

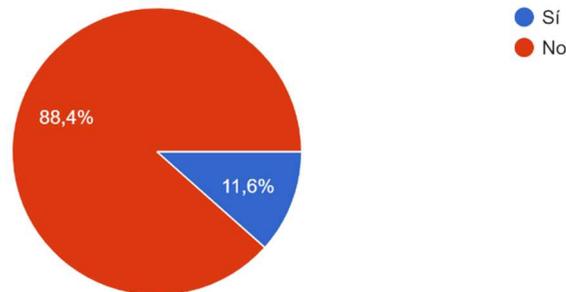
Con esta pregunta se pretende conocer lo que valora el consumidor. Como se puede comprobar, el aspecto que más se valora es la comodidad del calzado y el que menos la combinación de los colores. Además, también se valora significativamente la originalidad, la practicidad y los materiales de los que está compuesto.

Por otro lado, la personalización del calzado no es el aspecto más valorado entre las personas encuestadas. Ello puede ser debido a que actualmente en el mercado no hay una gran oferta, ya que únicamente se puede personalizar el calzado que se adquiere on line y la personalización en la mayoría de ocasiones se limita al color.

Por otro lado, tampoco se valora la exclusividad del producto y el método de producción del calzado. La exclusividad del producto normalmente va asociada al precio que se le da, viendo que las respuestas de la pregunta anterior las personas no compran zapatos muy caros, buscan la comodidad. Por ello no se valora la exclusividad. Sin embargo, es un valor añadido que tienen los productos y en pequeña medida tiene un peso sobre la decisión de compra del producto.

PARTE 4: Sobre la fabricación aditiva

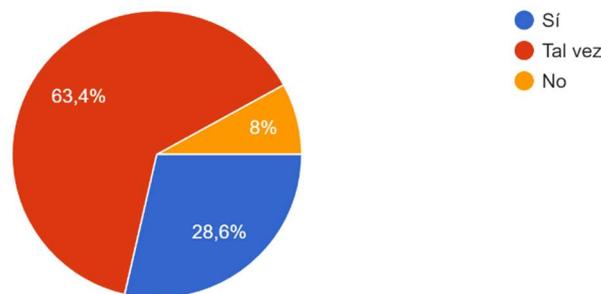
¿Posees algún elemento producido con fabricación aditiva?



Grafica 13. Respuestas pregunta 13

La fabricación aditiva es un método de producción muy reciente y muy pocas personas disponen de elementos producidos con ésta. Tal y como podemos observar, únicamente un 11,6% de los encuestados tiene algún objeto producido por fabricación aditiva.

Esta tecnología está cada vez más presente en los distintos sectores. Por este motivo, ¿crees que este método de producción puede llegar a sustituir los métodos actuales?

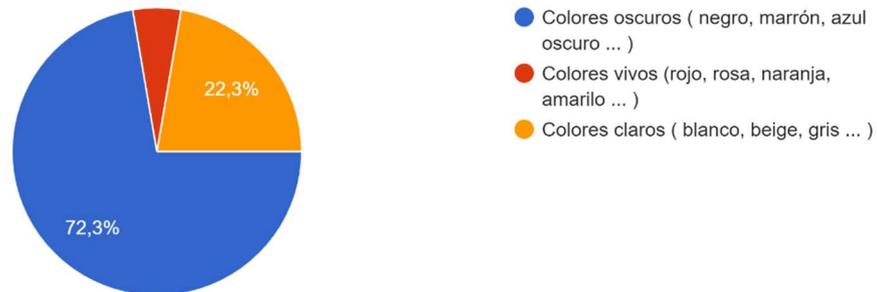


Grafica 14. Respuestas pregunta 14

Como se ha dicho en la gráfica anterior la fabricación aditiva es un método de producción muy reciente, por dicho motivo es posible que las personas desconfíen de este método de producción. La mayoría de las personas encuestadas, un 63,4%, creen que tal vez podría sustituir a los métodos actuales.

PARTE 5: Sobre el calzado y la fabricación aditiva

¿Qué color predominante elegirías para un calzado de uso habitual?



Grafica 15. Respuestas pregunta 15

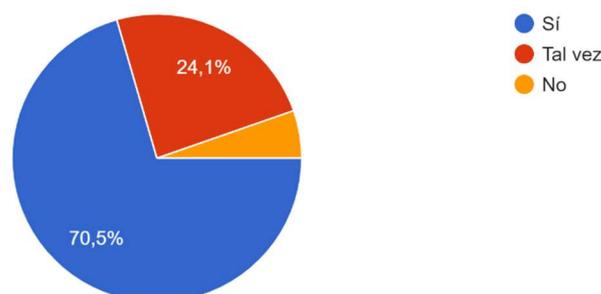
Los colores oscuros son los que más encuestados han seleccionado como color habitual para su calzado, un 72,3%. Por otro lado, un 22,3%, prefiere los claros. El resto prefiere colores vivos.

Si recuperamos los datos de color favorito, los más elegidos son es el color azul, seguido del negro y el resto de colores oscuros. Los colores menos seleccionados son el naranja y el blanco. Los colores claros son los que menos gustan para el calzado.

Por ello, se puede concluir que es posible que haya una pequeña relación entre el color favorito y el color predominante en el calzado, o bien puede que sea casualidad.

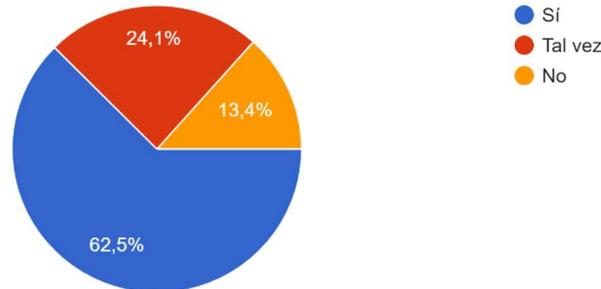
A continuación, las siguientes tres preguntas las analizaremos conjuntamente ya que son muy parecidas y están relacionadas:

¿Valorarías poder personalizar la estética del calzado con el color que más te guste?



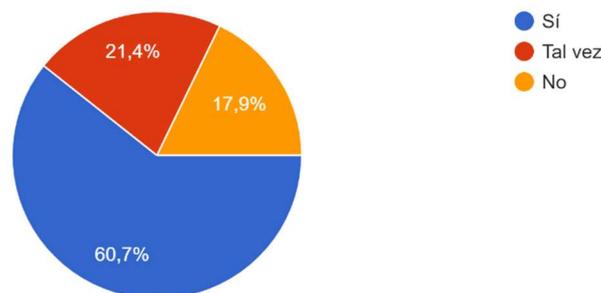
Grafica 16. Respuestas pregunta 16

¿Valorarías el hecho de poder personalizar tu calzado antes de adquirirlo y una vez lo tengas, añadiendo elementos decorativos, intercambiando partes, etc?



Grafica 17. Respuestas pregunta 17

¿Valorarías la posibilidad de añadir dibujos, letras, o cualquier otro motivo diseñado por tí, o elegido por tí, entre los elementos decorativos?

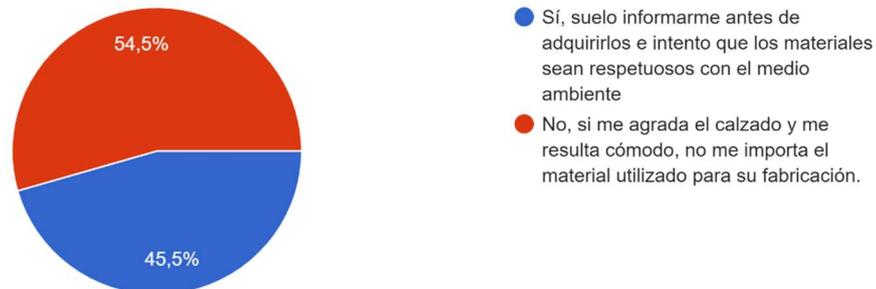


Grafica 18. Respuestas pregunta 18

La mayoría de los encuestados valoraría el hecho de poder personalizar la estética del calzado como más se desee, ya sea modificando el color, añadiendo elementos decorativos o bien intercambiando piezas y/o adornos. Esto puede ser debido a que actualmente muy pocas marcas disponen de esta opción y sería una algo novedoso que podría agradar a la persona usuaria, que se sentiría parte del proceso de creación de su calzado, le añade valor.

Como se ha dicho anteriormente, la fabricación aditiva es un método de producción muy reciente y por ello es posible que las personas desconfíen del mismo. Por este motivo cabe la posibilidad que la mayoría de las personas encuestadas hayan seleccionado la respuesta "tal vez" en alguna de las preguntas.

En el momento de adquirir el calzado, ¿tienes en cuenta los materiales utilizados para su fabricación?

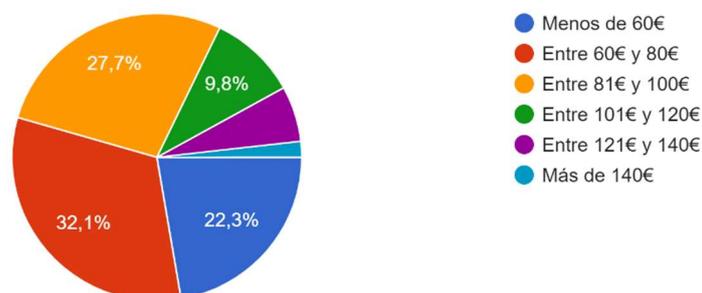


Grafica 19. Respuestas pregunta 19

Con esta pregunta se tenía como objetivo conocer si los encuestados le dan importancia a los materiales de los que están hechos los zapatos que van a adquirir. Como era de esperar, más de la mitad de los encuestados reconoce que no tiene en cuenta los materiales de los que están hechos los zapatos y no les importa mientras les resulte cómodo.

Esto se puede deber a que actualmente la mayoría del calzado que hay en el mercado está hecho de materiales sintéticos y todos los materiales que no son sintéticos tienen un precio más elevado, aprovechando que el material es mejor y muchas personas no se lo pueden permitir. Por ello, finalmente lo que buscan es comodidad y no deparan en el material de fabricación. Al fin y al cabo, la mayoría de zapatos duran una temporada y a la siguiente compran unos nuevos, pero esto supone no ser conscientes de la cantidad de residuos que se generan y que, con un pequeño gesto, como el hecho de tener en cuenta el material de fabricación de un producto, a la larga favorece al medio ambiente.

¿Cuánto estarías dispuest@ a pagar por un calzado hecho mayoritariamente mediante fabricación aditiva?

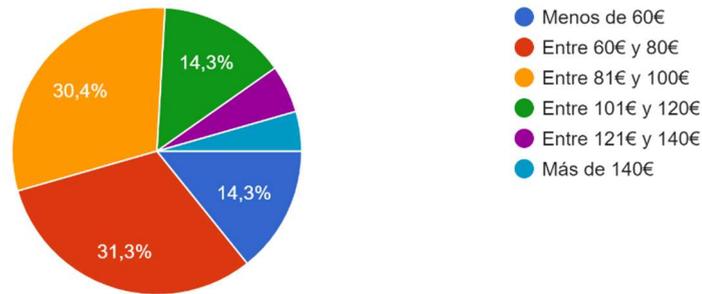


Grafica 20. Respuestas pregunta 20

La mayoría de personas encuestadas estaría dispuesta a pagar entre 60 y 80 € por un calzado hecho mayoritariamente con fabricación aditiva, pese a que las opiniones son dispares. En el gráfico podemos observar en el siguiente precio más valorados sería entre

81 € y 100 €. Una minoría de los encuestados estaría dispuesta a pagar entre 121 a 140 €.

¿Cuánto estarías dispuest@ a pagar por un calzado hecho mayoritariamente mediante fabricación aditiva y utilizando materiales biodegradables o reciclados?



Grafica 21. Respuestas pregunta 21

Esta última pregunta es la misma que la anterior pero esta vez añadiendo materiales reciclados o biodegradables. La mayoría de encuestados pagaría entre 60 € y 80 €, tal como en el caso anterior, seguido de entre 80 € y 100 €. De este hecho podemos deducir que las personas encuestadas no se han planteado el coste de unos materiales respetuosos con el medio ambiente y el gran impacto positivo que causaría fabricar con material reciclado, contribuyendo así a mejorar el medio ambiente y a reducir residuos.

En general, los encuestados han aumentado el precio que pagarían por el calzado comparado con el anterior, pero se cree que no lo suficiente para un calzado con las características que se especifican en la pregunta. El calzado tendría un precio en el mercado superior al que ha seleccionado la mayoría de encuestados.

6 Resumen del presupuesto y estudio de la viabilidad económica

Seguidamente en el documento aparte del presupuesto se han calculado los costes de desarrollo del proyecto, los costes de producción de los zapatos y el precio unitario del par de zapatos, entre otros.

En los costes de desarrollo se ha tenido en cuenta el salario del personal involucrado en el proyecto y el coste de la creación y el mantenimiento de la página web a través de la cual se venderán los zapatos.

Por otro lado, durante el cálculo de los costes de producción se ha calculado el coste unitario de los zapatos teniendo en cuenta que el recubrimiento interior, las plantillas y los cordones se adquieren a proveedores externos.

Además, también se ha calculado el coste unitario de la suela de cambio y del clip para los cordones. Estos no se han tenido en cuenta en el precio unitario de los zapatos ya que son elementos que se adquieren por separado.

También se ha obtenido el precio de venta de los zapatos (331,02 €), de la suela de cambio (137,08 €) y del clip para los cordones (7,27 €) teniendo en cuenta que se quiere obtener un 15% de margen de beneficio.

Tal y como se expone en los requisitos iniciales del proyecto, el precio de los zapatos debía ser inferior a 120 € produciendo la mayoría de las piezas mediante fabricación aditiva. Sin embargo, este precio de venta límite no se ha podido cumplir. El coste de producción de los zapatos, tanto de las partes producidas como de las partes adquiridas a proveedores, es de 281,36 €. Debido a que el precio de venta del producto final debe ser mayor al coste de producción, no se ha podido cumplir con dicho requisito.

Sin embargo, el hecho de emplear materiales reciclados o biodegradables para su producción y de ser unos zapatos personalizables, hace que sea un proyecto económicamente viable.

En la continuación del proyecto se estudiará cómo reducir costes durante el proceso de producción y así intentar obtener un precio de venta menor al actual para llegar a más consumidores.

Para acabar, se ha calculado el punto de equilibrio para saber a partir de cuántos zapatos vendidos se recuperaría la inversión inicial que correspondería a los costes de desarrollo.

Se empezará a recuperar la inversión después de haber vendido 87 pares de zapatos.

Tabla 2. Costes totales

Concepto	Coste (€)
Costes de Desarrollo	
<i>Desarrollo y diseño</i>	1679,13
<i>Página Web</i>	2617 (1r año) 1668 (siguientes)
TOTAL	4296,13 (1r año) 3347,13 (siguientes)
Costes de Producción	
<i>Coste unitario del par de zapatos</i>	281,36
<i>Envío (a cargo del cliente)</i>	Desde 4,95
TOTAL	281,36
Precios de venta	
<i>Margen de beneficio (%)</i>	15
PRECIO UNITARIO ZAPATOS (€/u.)	331,02
PRECIO UNITARIO SUELA EXTRA (€/u.)	137,08
PRECIO UNITARIO CLIP CORDONES (€/u.)	7,27
PUNTO DE EQUILIBRIO	87 pares de zapatos

7 Análisis y valoración de las implicaciones ambientales y sociales

Uno de los principales requerimientos de este trabajo es reducir el impacto ambiental de la producción del calzado diseñado. Por este motivo durante la realización del trabajo siempre se ha tenido en cuenta el impacto que genera cada una de las acciones en relación en la producción futura y la elección de materiales. Con el objetivo de servir como referencia de una economía sostenible y ecológica para la sociedad y el planeta.

Para ello, se ha estudiado como aplicar a los diferentes estados del proyecto algunos de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, establecidos por la ONU en 2015 en su Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible. [4]

Debido a la crisis actual por la pandemia que se ha sufrido en el mundo entero debido al COVID-19, los países se han centrado en reconstruir la economía hecho que pueden dar forma a cambios más sostenibles y favorables para la sociedad y el planeta. [4]

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible incluyen los sectores económico, social y medio ambiental. A continuación, se analizarán cada uno de los objetivos que se han tenido en cuenta al realizar este proyecto.

➤ **Objetivo 12: PRODUCCION Y CONSUMO RESPONSABLE**

Metas del Objetivo que se identifican con el proyecto:

12.5 De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización [4]

12.6 Alentar a las empresas, en especial las grandes empresas y las empresas transnacionales, a que adopten prácticas sostenibles e incorporen información sobre la sostenibilidad en su ciclo de presentación de informes [4]

Estos dos objetivos se pueden identificar en el proyecto en la selección de materiales y en el método de producción. Se han elegido materiales reciclados o biodegradables con el objetivo de reciclar y reutilizar y así reducir desechos. También se ha seleccionado la fabricación aditiva como método de fabricación ya que ofrece la posibilidad de usar materiales sostenibles y además no genera ningún residuo. Es decir, es un método de fabricación sostenible.

➤ **Objetivo 13: ACCIÓN POR EL CLIMA**

Meta del Objetivo que se identifica con el proyecto:

13.2 Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales [4]

Durante todo el proyecto se ha buscado que su realización cause el menor impacto climático posible, como por ejemplo usando materiales reciclados, seleccionando un método de fabricación que no genere apenas impacto ambiental ni residuos, entre otros.

➤ **Objetivo 14: VIDA SUBMARINA**

Meta del Objetivo que se identifica con el proyecto:

14.1 De aquí a 2025, prevenir y reducir significativamente la contaminación marina de todo tipo, en particular la producida por actividades realizadas en tierra, incluidos los detritos marinos y la polución por nutrientes [4]

Este último objetivo puede parecer que no tenga relación con el proyecto, sin embargo, está relacionado indirectamente. El material de los zapatos proviene de envases de botellas de plástico recicladas. Este hecho, hace que la contaminación marina se reduzca considerablemente evitando, que muchas de las botellas acaben el mares y océanos.

8 Análisis de resultados

8.1 Conclusiones

Una vez acabado el proyecto se ha de comprobar si se han cumplido los objetivos del trabajo. Tal y como se dijo al inicio de este proyecto: el objetivo principal es diseñar unos zapatos que sean producidos mediante fabricación aditiva (impresión 3D). Estos zapatos han de ser aptos para un uso cotidiano o diario. Además, aprovechando el hecho de que serán producidos por fabricación aditiva, los zapatos serán personalizables en cuanto a talla, forma y color. El modelado se realizará con el programa *Autodesk Fusion 360*.

Este proyecto también tiene como objetivo estudiar la viabilidad técnica y económica de la producción de dichos zapatos.

El objetivo principal se ha cumplido y también la mayoría de los requisitos básicos del proyecto, se han diseñado unos zapatos para ser producidos en casi su totalidad mediante fabricación aditiva usando materiales reciclados o biodegradables. Se ha seleccionado un zapato tipo bamba, un modelo de calzado cómodo y apto para el uso diario.

Una de principales ventajas de la producción mediante fabricación aditiva es la posibilidad de personalizar los elementos que se vaya a imprimir, tanto en dimensiones, es decir la talla de los zapatos como en cuanto a color. Además, para añadir más personalización al calzado y para que sean personalizables en cuanto a forma, se ha diseñado el calzado de manera que la suela es intercambiable. El zapato cuenta con una suela fija que tiene la función de engancharse con los distintos tipos de suelas intercambiables.

Además, una vez realizado el modelado de los zapatos se ha calculado que se necesitará vender un total de 87 pares de zapatos para recuperar la inversión inicial del proyecto.

Uno de los principales requisitos del proyecto era que el precio de venta de los zapatos no superase los 120 €. Sin embargo, se ha obtenido un precio de venta superior, de 331,02 € por cada par de zapatos, debido a que los costes de producción han sido superiores a lo esperado.

Considerando que es un proyecto innovador, que se utilizan materiales reciclados o biodegradables y que se trata de un producto personalizable, podemos concluir que es un proyecto viable económicamente.

8.2 Continuación del trabajo

Una vez terminado el proyecto se ha de considerar su posible continuación y con ello sus futuras acciones.

Tal y como se ha explicado a lo largo del trabajo, la parte de fabricación ha quedado excluida del alcance de este proyecto. Por tanto, la siguiente acción en el proyecto sería la impresión de este primer prototipo diseñado.

Una vez impreso este primer prototipo mediante fabricación aditiva, se probaría el modelo y se detectarían los posibles errores. Por ello el siguiente paso sería corregir dichos errores en el archivo de modelado y, una vez corregidos, volver a imprimir la pieza. Este método se iría repitiendo hasta llegar al modelado final totalmente funcional y apto para su venta al público.

Sobre las partes intercambiables, la suela, como se ha expuesto en el trabajo, se debe estudiar la posibilidad implementar nuevos modelos y de hacerlas con materiales que posean distintas propiedades, con el objetivo de obtener suelas más blandas, o bien más

duras, de modo que se pueda elegir también la dureza del zapato, es decir, también será personalizable en el momento de compra.

Además, también se estudiará la implementación de nuevos elementos decorativos, como por ejemplo pines personalizables, para colocar en el exterior de los zapatos.

Finalmente, se estudiará cómo reducir costes durante el proceso de producción, como por ejemplo reduciendo el consumo de material rediseñando el calzado, para así intentar obtener un precio de venta menor al actual con el objetivo de llegar a más consumidores.

9 Referencias

9.1 Fuentes figuras

- [1] Partes del calzado: Partes que contiene un zapato. En: Zapatos Hombre [Consulta 13 Diciembre 2021]. Disponible en: <<http://www.zapatos hombre.es/partes.html>>
- [2] Partes del calzado: Partes de un zapato. En: Calzados Picolines [Consulta 26 Diciembre 2021]. Disponible en: <<https://calzadospicolines.com/proceso-de-fabricacion-de-un-zapato/>>
- [3] Materiales utilizados: Partes de un zapato. En: Calzados Picolines [Consulta 26 Diciembre 2021]. Disponible en: <<https://calzadospicolines.com/proceso-de-fabricacion-de-un-zapato/>>
- [4] Clip para cordones: Clip para zapatos con forma de flor. En: Alibaba Spain [Consulta 9 Noviembre 2021]. Disponible en: <<https://spanish.alibaba.com/product-detail/custom-3d-alloy-sneakers-running-shoe-accessories-charm-flower-engraved-shoelace-tags-shoelace-charms-62215747230.html>>
- [12] Medidas tallaje: Guía de talla, medida pie. En: Slideandswing [Consulta 9 Noviembre 2021]. Disponible en: <<https://www.slideandswing.es/es/content/12-guia-de-talla>>

9.2 Fuentes bibliográficas

- [1] ¿Qué es la fabricación aditiva? Y tipos de tecnología aditiva. En: Mizar Additive. [Consulta 29 Octubre 2021]. Disponible en: <<https://mizaradditive.com/que-es-fabricacion-aditiva/>>
- [2] Calzado impresión en 3D. En: 3D Natives. [Consulta 29 Octubre 2021]. Disponible en: <<https://www.3dnatives.com/es/top-proyectos-calzado-impreso-3d-280420202/>>
- [3] Calzado Cristina Franceschini. En: [Consulta 26 Octubre 2021]. Disponible en: <<https://www.shapeways.com/shops/Cristinafranceschinidesign>>
- [4] Objetivos de desarrollo sostenible. En: Naciones Unidas. [Consulta 25 Octubre 2021]. Disponible en: <<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>>
- [5] Exportar como STL Binario o ASCII. En: Impresión 3D Narkive [Consulta 9 Noviembre 2021]. Disponible en: <<https://impresion-3d.narkive.es/U2H4kVbu/exportar-stl-como-ascii-obinario>>
- [6] Value proposition Canvas Guía. En: Garyfox [Consulta 22 y 23 Noviembre 2021]. Disponible en: <<https://www.garyfox.co/canvas-models/value-proposition-canvas-guide/>>
- [7] Partes que contiene un zapato y tipos de calzado. En: Zapatos Hombre [Consulta 13 Diciembre 2021]. Disponible en: <<http://www.zapatos hombre.es/partes.html>>
- [8] Ergonomía en el calzado. ¿Que son los productos ergonómicos? Por: Roserpera. En: Wordpress [Consulta 13 Diciembre 2021]. Disponible en: <<https://roserpera.wordpress.com/2013/01/19/que-son-los-productos-ergonomicos/>>
- [9] Introducción. Partes del calzado. En: Podoortosis [Consulta 18 Diciembre 2021]. Disponible en: <<https://www.podoortosis.com/introduccion/C3%B3n-t%C3%A9cnica/partes-delcalzado/>>
- [10] PLA – HD. Filamento reciclado para impresoras 3D. En: Ecotisa [Consulta 28 Diciembre 2021]. Disponible en: <<https://ecotisa.com/filamento-reciclado-para-impresoras-3d/>>

- [11] PolyTerra. Filamento ecológico. En: 3D Natives [Consulta 28 Diciembre 2021]. <Disponible en: <<https://www.3dnatives.com/es/polyterra-filamento-ecologico-020320212/>> >
- [12] Polymarker PC-r. Filamento para impresión 3D. En: Residuos Profesional [Consulta 28 Diciembre 2021]. Disponible en: < <https://www.residuosprofesional.com/filamento-impresion-3d-reciclado/lastico-reciclado-para-impresion-3D.html>>
- [13] FUSION 360 Learning - Patch. En: Youtube. Por: VietCAD Co., Ltd [Consulta 14 Diciembre 2021]. Disponible en:<<https://www.youtube.com/watch?v=NQMmk45JrtA>>
- [14] FUSION 360: Apariencia, color cíclico y propiedades físicas. En: Youtube. Por: Alonso Rebolledo Arellano [Consulta 3 de Enero 2022]. Disponible en:<<https://www.youtube.com/watch?v=ac3VIsTLER0>>

TFG: Proyecto de diseño de unos zapatos para ser producidos mediante fabricación aditiva

¡Hola!

Soy Sara Muñoz y estoy realizando el TFG de mis estudios en Ingeniería en Tecnologías Industriales.

El objetivo de mi trabajo es diseñar unos zapatos para ser producidos mediante fabricación aditiva (impresión 3D). Los zapatos que se pretenden diseñar son para uso cotidiano o diario.

El hecho de ser producidos con esta tecnología ofrece distintas ventajas sobre el método de fabricación habitual o tradicional, como por ejemplo la personalización y la reducción del impacto ambiental de su producción, entre otros.

Os agradecería que contestárais esta encuesta para completar mi trabajo.

¡Muchas gracias!

* **Obligatori**

1. ¿En qué rango de edad te encuentras? *

Marqueu només un oval.

- Menos de 18 años
- De 19 a 25 años
- De 26 a 30 años
- De 31 a 35 años
- De 36 a 40 años
- De 41 a 55 años
- De 56 a 65 años
- Más de 65 años
- No quiero especificar

2. ¿Cual es tu identidad de género? *

Marqueu només un oval.

- Femenino
- Masculino
- Neutre
- Transgénero
- No binario
- Otro
- No quiero especificar

3. ¿Cual es tu color favorito? *

Parte
1

En esta primera parte de la encuesta se harán preguntas acerca de tu experiencia como usuario de calzado:

4. ¿Qué tipo de calzado sueles utilizar par uso habitual? *

Marqueu només un oval.

- Calzado plano
- Calzado con plataforma
- Calzado con tacón
- Otros

5. Si en la pregunta anterior has marcado otros, ¿qué tipo de calzado?

6. ¿Qué tipo de calzado te gustaría usar diariamente, pero por comodidad no lo utilizas? *

Marqueu només un oval.

- Calzado plano
- Calzado con plataforma
- Calzado con tacón
- Otro

7. Si en la pregunta anterior has marcado otros, ¿que tipo de calzado?
-

8. ¿Cuántos pares de calzado tienes? *

Marqueu només un oval.

- Menos de 2 pares
- Entre 3 y 5 pares
- Entres 6 y 10 pares
- Más de 10 pares

9. ¿Utilizas algún tipo de plantilla en el calzado? *

Marqueu només un oval.

- Plantillas ortopédicas o anatómicas (para corregir problemas, aliviar el dolor, por recomendación de especialita...)
- Plantillas por comodidad (sin recomendación de un especialista)
- No utilizo ningún tipo de plantilla

Sobre tu experiencia de compra en el sector del calzado:

10. ¿Donde sueles comprar tu calzado? Multiple respuesta. *

Seleccionen totes les opcions que corresponguin.

- En la zapatería del barrio
- En una tienda mainstream (Zara, Bershka, Mango, Pull & Bear ...)
- En una zapatería mainstream (Casas, Ulanka, Footloket ...)
- En la tienda de la marca que busco (Nike, Adidas, Converse, Vans ...)
- En una zapatería no mainstream (Aur revoir cinderella, Un paso más, Alessandro Simoni ...)
- En una tienda o página web únicamente con servicio on-line (Zalando, Amazon ...)

11. ¿Encuentras tu talla fácilmente ? *

Marqueu només un oval.

- Sí, normalmente
- Me cuesta encontrarla
- No, me veo obligado/a a ir a tiendas especializadas

12. ¿Valorarías poder comprar calzado a tu medida exacta, en el caso que te resulte difícil encontrar tu talla? (para mejor comodidad, confort, etc) *

Marqueu només un oval.

- Sí
- Tal vez
- No

13. ¿En qué rango de precios sueles comprar el calzado? *

Marqueu només un oval.

- Menos de 40€
- Entre 40€ y 60€
- Entre 61€ y 80€
- Entre 81€ y 100€
- Entre 101€ y 120€
- Entre 121€ y 140€
- Más de 140€

14. ¿Cuales de las siguientes características valoras en el momemnto de adquirir el calzado? Multiple respuesta. *

Seleccioneu totes les opcions que corresponguin.

- Originalidad
- Comodidad
- Personalización
- Exclusividad
- Practicidad
- Materiales
- Método de producción

Parte
2

En esta segunda parte de la encuesta se harán preguntas relacionadas con la fabricación aditiva:

15. ¿Posees algun elemento producido con fabricación aditiva? *

Marqueu només un oval.

- Sí
- No

16. Esta tecnología está cada vez más presente en los distintos sectores. Por este motivo, ¿crees que este método de producción puede llegar a sustituir los métodos actuales? *

Marqueu només un oval.

- Sí
- Tal vez
- No

Parte
3

Finalmente, en esta tercera y última parte de la encuesta se harán preguntas más específicas que relacionan el calzado con la fabricación aditiva:

17. ¿Qué color predominante elegirías para un calzado de uso habitual? *

Marqueu només un oval.

- Colores oscuros (negro, marrón, azul oscuro ...)
- Colores vivos (rojo, rosa, naranja, amarillo ...)
- Colores claros (blanco, beige, gris ...)

18. ¿Valorarías poder personalizar la estética del calzado con el color que más te guste? *

Marqueu només un oval.

- Sí
- Tal vez
- No

19. ¿Valorarías el hecho de poder personalizar tu calzado antes de adquirirlo y una vez lo tengas, añadiendo elementos decorativos, intercambiando partes, etc? *

Marqueu només un oval.

- Sí
- Tal vez
- No

20. ¿Valorarías la posibilidad de añadir dibujos, letras, o cualquier otro motivo diseñado por tí, o elegido por tí, entre los elementos decorativos? *

Marqueu només un oval.

- Sí
- Tal vez
- No

21. En el momento de adquirir el calzado, ¿tienes en cuenta los materiales utilizados para su fabricación? *

Marqueu només un oval.

- Sí, suelo informarme antes de adquirirlos e intento que los materiales sean respetuosos con el medio ambiente
- No, si me agrada el calzado y me resulta cómodo, no me importa el material utilizado para su fabricación.

22. ¿Cuánto estarías dispuest@ a pagar por un calzado hecho mayoritariamente mediante fabricación aditiva? *

Marqueu només un oval.

- Menos de 60€
- Entre 60€ y 80€
- Entre 81€ y 100€
- Entre 101€ y 120€
- Entre 121€ y 140€
- Más de 140€

23. ¿Cuánto estarías dispuest@ a pagar por un calzado hecho mayoritariamente mediante fabricación aditiva y utilizando materiales biodegradables o reciclados? *

Marqueu només un oval.

- Menos de 60€
- Entre 60€ y 80€
- Entre 81€ y 100€
- Entre 101€ y 120€
- Entre 121€ y 140€
- Más de 140€

Google no ha creat ni aprovat aquest contingut.

Google Formularis