



## **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA**

### **Instituto de Diseño**

“Diseño de monturas para lentes oftálmicas destinadas a adultos mayores empleando la técnica de modelado por deposición fundida”

### **Tesis**

**para obtener el título de**  
Ingeniero en Diseño

### **Presenta:**

Mercedes de Jesús Ruiz Souza

### **Director:**

I.D. Armando López Torres

Hca. Cd. De Huajuapán de León, Oaxaca.

Junio 2024



## AGRADECIMIENTOS

*En primer lugar, agradezco a mis padres por siempre brindarme su apoyo y amor incondicional para poder cumplir mis objetivos, tanto personales como académicos. Por impulsarme siempre a seguir mis metas y nunca abandonarlas. Pero sobre todo por la espera y la paciencia, sin ellos nada de esto sería posible. Esto es por y para ustedes. A mis sobrinos Regina y Mateo, porque a pesar de su corta edad, fueron un gran motor a lo largo de este camino.*

*Pocos saben las altas y bajas que ha tenido esta travesía así que agradezco a mis amigos y familia que me brindó la universidad, Miriam García, Lupia Chevez, Alexis Peláez, Chava Grajales y Raúl Vásquez. Gracias por las horas compartidas, los trabajos juntos, las historias vividas, las risas y las lágrimas. Por ser acompañantes en este camino y a lo largo de todos estos años, por nunca abandonarme.*

*A mi cómplice Daniel Morales, por no dejarme tirar la toalla aún en los momentos más difíciles, por festejar conmigo mis logros y sobre todo por creer en mi en los momentos en los que yo no podía.*

*A mi director, el I.D. Armando López Torres, por su tiempo, conocimiento y disposición. Gracias por su guía y todos sus consejos.*

*Un especial agradecimiento al Patronato para la atención al adulto mayor de Huajuapán de León, por brindar el apoyo y las facilidades para colaborar con este proyecto.*

*Finalmente, a colegas ingenieros en diseño por su ayuda y apoyo y a todos mis profesores en la Universidad Tecnológica de la Mixteca, en especial a mis asesores la Dra. Alejandra Velarde, la D.G. Jaqueline Estrada, el M.T.A.M. Armando Rosas y el I.D. Eruvid Cortés por su tiempo y apoyo desde los inicios de este proyecto.*



# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I. ASPECTOS PRELIMINARES.....</b>	<b>3</b>
1.1. <i>Antecedentes .....</i>	5
1.2. <i>Planteamiento del problema .....</i>	12
1.3. <i>Justificación.....</i>	14
1.4. <i>Objetivo General .....</i>	15
1.5. <i>Objetivos específicos y metas.....</i>	15
1.6. <i>Metodología.....</i>	17
<b>CAPÍTULO II. MARCO DE REFERENCIA.....</b>	<b>19</b>
2.1. <i>El adulto mayor y su contexto.....</i>	21
2.1.1. <i>La discapacidad visual en el adulto mayor .....</i>	23
2.1.2. <i>Análisis antropométrico y fisonómico.....</i>	30
2.1.3. <i>Tipos de rostros .....</i>	33
2.1.4. <i>Medidas Faciales .....</i>	36
2.2. <i>Las gafas.....</i>	38
2.2.1. <i>Análisis de materiales .....</i>	39
2.2.2. <i>Sistemas de unión.....</i>	41
2.2.3. <i>Soluciones existentes para el adulto mayor .....</i>	46
2.3. <i>Normas para la fabricación de monturas .....</i>	50
2.3.1. <i>UNE-EN ISO 8624: 2020 “Óptica oftálmica. Monturas de gafas: Sistema de medida y vocabulario.”.....</i>	50
2.3.2. <i>NMX-S-057-SCFI-2002: “Seguridad- Equipo de protección personal. Protectores oculares primarios contra impactos.” .....</i>	53
2.3.3. <i>UNE-EN ISO 7998:2007. “Óptica oftálmica. Monturas de gafas. Vocabulario y listas de términos equivalentes.” .....</i>	54
2.4. <i>Impresión en 3D.....</i>	60
2.4.1. <i>Modelado por Deposición Fundida (FDM) .....</i>	62
2.4.2. <i>Acabados de superficie en la impresión 3D.....</i>	65
<b>CAPÍTULO III. ANÁLISIS CONCEPTUAL.....</b>	<b>67</b>

3.1. Resultado del análisis fisonómico .....	69
3.2. Resultado del análisis de las problemáticas al usar gafas (encuesta) .....	73
3.3. Definición del usuario .....	75
3.4. Determinación de necesidades y requerimientos de diseño.....	76
3.5. Especificaciones del producto.....	79
3.6. Bocetos de las propuestas .....	82
3.6.1. Rostro Redondo .....	83
3.6.2. Rostro Ovalado.....	84
3.6.3. Rostro cuadrado .....	85
3.6.4. Rostro romboidal .....	86
3.6.4. Rostro triangular .....	87
3.7. Matriz de selección.....	88
<b>CAPÍTULO IV. DESARROLLO Y PROCESO DE DISEÑO .....</b>	<b>101</b>
4.1. Proceso de Diseño .....	103
4.2. Impresión en 3D .....	116
4.3. Acabados.....	122
4.4. Renders .....	123
<b>CAPÍTULO V. EVALUACIÓN .....</b>	<b>125</b>
5.1. Focus Group.....	127
5.2. Resultados de la evaluación .....	131
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>135</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>139</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>143</b>
Anexo 1. Formulario de encuesta .....	145
Anexo 2. Resultados de encuesta.....	147
Anexo 3. Bocetos Previos .....	155
Anexo 4. Planos Constructivos .....	161
Anexo 5. Guion de Cuestionario .....	167

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.Comparación de algunos modelos de gafas destinadas a adultos mayores. ....	8
Tabla 2.Condiciones visuales más frecuentes y sus consecuencias. ....	24
Tabla 3.Enfermedades oftalmológicas más comunes durante la tercera edad.....	26
Tabla 4.Medidas faciales fundamentales para el diseño de monturas.....	37
Tabla 5.Simbología de los tipos de bisagras. ....	42
Tabla 6.Simbología del sistema Boxing. ....	50
Tabla 7.Simbología del sistema Datum. ....	51
Tabla 8.Simbología del sistema Gomac. ....	52
Tabla 9.Simbología de los componentes de las monturas plásticas.....	54
Tabla 10.Simbología de los componentes y tipos de varilla.....	55
Tabla 11.Simbología de los tipos de talones en monturas plásticas.....	56
Tabla 12.Simbología del sistema de medición de monturas, primera parte.....	57
Tabla 13.Simbología del sistema de medición de monturas, segunda parte.....	58
Tabla 14.Simbología del sistema de medición de monturas, tercera parte.....	59
Tabla 15.Principales aportes de la impresión 3D en la industria.....	61
Tabla 16.Tabla de medidas antropométricas del adulto mayor a considerar.....	70
Tabla 17.Ejemplo de medidas faciales habituales a considerar.....	71
Tabla 18.Síntesis del análisis fisonómico del adulto mayor.....	72
Tabla 19.Tabla de necesidades interpretadas para las monturas.....	76
Tabla 20.Necesidades del usuario para las monturas y su importancia relativa.....	77
Tabla 21.Formato para estructuración de requerimientos.....	79
Tabla 22.Estructuración de los requerimientos de diseño definidos para las monturas.....	80
Tabla 23.Primer matriz de selección de las propuestas diseñadas.....	88
Tabla 24.Primer selección de las propuestas según parámetros establecidos.....	91
Tabla 25.Segunda matriz de selección, según el sistema de unión.....	93
Tabla 26.Tercera matriz de selección, según formas y adaptabilidad de las monturas.....	95
Tabla 27.Especificaciones para la impresión 3D de los prototipos.....	117
Tabla 28.Variables establecidas para la unidad de análisis del focus group.....	1288
Tabla 29.Formato de preguntas para aplicación en focus group.....	1288
Tabla 30.Respuestas de los participantes durante la evaluación.....	1311

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Réplica de las gafas más antiguas, fabricadas con lentes de cristal y madera. ....	5
Figura 2. Ejemplo de gafas premontadas .....	8
Figura 3. Ejemplo de gafas de prescripción médica .....	8
Figura 4. Ejemplo de gafas multitareas .....	8
Figura 5. Diagrama del funcionamiento de impresión por FDM.....	11
Figura 6. Arco senil.....	24
Figura 7. Partes del ojo humano. ....	25
Figura 8. Representación gráfica de las diferentes enfermedades oftalmológicas padecidas por adultos mayores. ....	27
Figura 9. Tipologías de rostro. ....	33
Figura 10. Rostro redondo.....	34
Figura 11. Rostro ovalado. ....	34
Figura 12. Rostro cuadrado.....	34
Figura 13. Rostro romboidal. ....	35
Figura 14. Rostro triangular.....	35
Figura 15. Medidas faciales frontales, superiores y de perfil. ....	36
Figura 16. Primeros diseños de gafas antiguas utilizadas en Europa. ....	38
Figura 17. Formas combinadas de monturas, basadas en básicos y complementarios. ....	39
Figura 18. Componentes de las monturas metálicas.....	40
Figura 19. Componentes de las monturas plásticas. ....	41
Figura 20. Ejemplos de los tipos de bisagras.....	42
Figura 21. Ejemplo del sistema de unión en monturas metálicas.....	43
Figura 22. Ejemplo de bisagras adaptadas en monturas plásticas. ....	43
Figura 23. Ejemplos de sistemas de unión tipo Snap Fit. ....	44
Figura 24. Propuesta de diseño para gafas destinadas a jóvenes, basadas en la unión por ensamblaje "Snap Fit". ....	45
Figura 25. Tipos de gafas premontadas existentes en el mercado. ....	46
Figura 26. Ejemplo de publicidad que se puede encontrar en "FAVR", de la marca "Woodys Barcelona", en donde se aprecia el nicho de mercado principal al que están destinadas las gafas. ....	48
Figura 27. Ejemplo de gafas multienfoque existentes en el mercado. ....	49
Figura 28. Medidas de monturas. Boxing.....	51
Figura 29. Medidas de monturas. Datum. ....	52
Figura 30. Medidas de monturas. Gomac. ....	53
Figura 31. Ejemplo de montura plástica.....	55

Figura 32. Ejemplos y componentes de las varillas.....	56
Figura 33. Tipos de talones en monturas plásticas. ....	57
Figura 34. Medidas de monturas, primera parte, plano X-Y.....	58
Figura 35. Medidas de monturas, segunda parte, dentro de plano X-Y.....	59
Figura 36. Medidas de monturas, tercera parte.....	59
Figura 37. Clasificación de las tecnologías de Fabricación Digital Aditiva. ....	62
Figura 38. Gráfico del proceso de Modelado por Deposición Fundida. ....	63
Figura 39. Gafas ópticas para mujer fabricadas en impresión 3D.....	64
Figura 40. Medidas antropométricas del adulto mayor a considerar.....	69
Figura 41. Ejemplo de medidas faciales habituales a considerar. ....	70
Figura 42. Resultados de la aplicación de encuestas a adultos mayores. ....	74
Figura 43. Preferencia de los usuarios encuestados en cuanto formas de monturas.....	75
Figura 44. Propuestas 1 y 2, respectivamente para rostro redondo en mujeres.....	83
Figura 45. Propuestas 1 y 2, respectivamente para rostro redondo en hombres. ....	83
Figura 46. Propuestas 1 y 2, respectivamente para rostro ovalado en mujeres. ....	84
Figura 47. Propuestas 1 y 2, respectivamente para rostro ovalado en hombres. ....	84
Figura 48. Propuestas 1 y 2, respectivamente para rostro cuadrado en mujeres.....	85
Figura 49. Propuestas 1 y 2, respectivamente para rostro cuadrado en hombres.....	85
Figura 50. Propuestas 1 y 2, respectivamente para rostro romboidal en mujeres. ....	86
Figura 51. Propuestas 1 y 2, respectivamente para rostro romboidal en hombres.....	86
Figura 52. Propuestas 1 y 2, respectivamente para rostro triangular en hombres.....	87
Figura 53. Propuestas 1 y 2, respectivamente para rostro triangular en mujeres.....	87
Figura 54. Sistema de unión "snap-on fit" o mediante presillas. ....	92
Figura 55. Sistema de unión "cylinder snap-in" o ensamble radial.....	93
Figura 56. Monturas seleccionadas que mejor se adaptan al tipo de ensamble y facilitan su fabricación. ....	96
Figura 57. Monturas seleccionadas para fabricación de prototipos. Rostro ovalado en mujer y hombre. ....	97
Figura 58. Modificaciones de propuestas, mejorando formas y grosores. ....	98
Figura 59. Propuestas de color para montura en rostro ovalado de hombre. ....	99
Figura 60. Propuestas de color para montura en rostro ovalado de mujer. ....	99
Figura 61. Trazo de la forma del aro de la montura. ....	103
Figura 62. Extrusión del aro. ....	104
Figura 63. Líneas y curva guía para modelar el puente de la montura, trazadas en un plano frontal y superior, respectivamente. ....	104
Figura 64. Operación de extrusión (azul) de las líneas guía y de recubrir sólidos (amarillo).....	105
Figura 65. Trazo de líneas y curva que generan la geometría del talón de la montura. ....	105

Figura 66.Operación extruir de las líneas guías para generar superficies. ....	106
Figura 67.Obtención del talón por medio de la operación de recubrir sólidos. ....	106
Figura 68.Extrusión del perfil del talón. ....	107
Figura 69.Obtención del cuerpo del componente receptor del mecanismo Snap Fit mediante las operaciones de corte y extrusión.....	107
Figura 70.Croquis para generar el modelo de las presillas del elemento penetrante. ....	107
Figura 71.Aplicación de simetría del modelo para obtener la montura completa. ....	108
Figura 72.Croquizado para el perfil y la trayectoria de la varilla. ....	109
Figura 73.Operación de barrido para obtener el modelado 3D de la varilla. ....	109
Figura 74.Extrusión del croquis de corte que le brindaría la curva auricular a la varilla.....	110
Figura 75.Operación de extrusión del croquis trazado para definir el orificio en los terminales de las varillas....	111
Figura 76.Apreciación de los terminales de las varillas de la montura. ....	111
Figura 77.Operación de redondeo en los bordes y aristas de la montura ....	112
Figura 78.Croquizado y extrusión de la forma base para las plaquetas de la montura.....	113
Figura 79.Redondeos en las plaquetas.....	113
Figura 80.Modelado del frontal de la montura para rostro ovalado de caballero.....	114
Figura 81.Modelado 3D de la propuesta para caballero, siguiendo el mismo procedimiento realizado en la propuesta para dama. ....	115
Figura 82.Ejemplo del filamento de PLA empleado para impresoras 3D. ....	116
Figura 83.Prueba de impresión para el sistema de ensamble tipo Snap Fit. ....	117
Figura 84.Proceso de impresión de los frontales o aros de las monturas. ....	118
Figura 85.Soportes para impresión de los frontales.....	118
Figura 86.Frontales de las monturas impresos y limpios. ....	119
Figura 87.Apreciación de la impresión de los soportes internos de las varillas.....	119
Figura 88.Varillas de las monturas impresa. ....	120
Figura 89.Pruebas rápidas de ensamblaje de los componentes. ....	120
Figura 90.Proceso de impresión de las monturas completas. ....	121
Figura 91.Monturas impresas en su totalidad. ....	121
Figura 92.Lijado de algunas piezas impresas para mejorar acabados.....	122
Figura 93.Acabados en piezas lijadas.....	122
Figura 94.Renders de propuestas de montura para dama y caballero, respectivamente .....	123
Figura 95.Vista en explosivo de los componentes de las monturas. ....	124
Figura 96.Posibles combinaciones propuestas para montura de dama y caballero.....	124
Figura 97.Presentación del proyecto en Casa de día de la Agencia de Agua Dulce, en Huajuapán de León. ....	1299
Figura 98.Ejemplo de material visual presentado a los participantes. ....	1300





## INTRODUCCIÓN

En una actualidad en donde existe un envejecimiento continuo, el diseño de productos ergonómicos dirigidos específicamente a la población de la tercera edad representa un área de investigación que no ha sido del todo explotada, en algunas ocasiones subestimada. Es escasa la gama de productos destinados a este grupo social, tomando en cuenta sus padecimientos y necesidades. Entre estos se encuentran las monturas para lentes oftálmicas, conocidas coloquialmente como “armazones”. Este producto juega un papel importante dentro de la calidad de vida de los adultos mayores, ya que impactan directamente en su capacidad visual, y por ende en su bienestar general. Sin embargo, es evidente la falta de opciones diseñadas exclusivamente para satisfacer las necesidades únicas y cambiantes de este segmento poblacional.

La importancia de este proyecto radica en el crecimiento de la población mayor y la constante demanda de soluciones que se adapten a ella, pues pocos productos oftálmicos se han desarrollado considerando limitaciones físicas que suele enfrentar este usuario. De ahí la necesidad de proponer nuevas perspectivas en el diseño de monturas que solucionen de manera efectiva las necesidades relacionadas a la tercera edad, teniendo como propósito el desarrollar propuestas de diseño innovadoras y prácticas de monturas para lentes oftálmicas destinadas a adultos mayores, permitiéndoles mantener su independencia y una calidad de vida satisfactoria.

Este proyecto se desarrolla bajo un enfoque que combina principios de la ingeniería en diseño, ergonomía y la antropometría, enfocando la atención hacia el diseño inclusivo y centrado en el usuario y su contexto.

De esta manera, y en las siguientes páginas, se presenta un análisis actual sobre la población perteneciente a la tercera edad y su contexto, seguido del estado del arte en el diseño de monturas para adultos mayores, esto basado en un enfoque detallado en la metodología utilizada para desarrollar y evaluar propuestas de diseño que den solución a problemáticas encontradas durante el desarrollo de la investigación. Finalmente, se profundiza en las implicaciones de estas propuestas de diseño y posibles trabajos futuros, destacando la relevancia y el impacto de este trabajo en el diseño orientado a la tercera edad.



# CAPÍTULO I. ASPECTOS PRELIMINARES



## 1.1. Antecedentes

De acuerdo con el Instituto Nacional de Oftalmología (Oftalmología, 2015) y censos que fueron aplicados, el 70% de adultos mayores padece de algún tipo de enfermedad ocular, es decir, tienen problemas visuales y les resulta necesario utilizar gafas, ya sea para leer, como manera de prevenir enfermedades futuras o bien, como elemento fijo para desempeñar actividades diarias. Médicos especialistas realizaron un estudio en el año 2005 en países de Latinoamérica (Galván, 2005) el cual proyectó que, de 541 adultos mayores estudiados, el 99% presenta problemas de visión debido al deterioro ocular, en su mayoría pertenecientes al sexo femenino.

En contraste con las cifras anteriores, son los adultos mayores los que tardan más tiempo en cambiar de gafas, aproximadamente 8 años. La frecuencia de las visitas de este sector a especialistas oculistas-optometristas ha disminuido hasta el 25% en los últimos 3 años. Esta disminución se debe, por un lado, a cuestiones de precio y costos, pues argumentan que el precio de las monturas es cada vez más elevado, el problema visual no es aceptado o simplemente no creen necesario el uso de gafas. (Colegio Oficial de Ópticos-Optometristas, 2017)

Como apoyo para corregir las dificultades visuales, las gafas surgen como una solución desde finales del siglo XIII. Durante este periodo, los defectos de visión afectaban principalmente a quienes se dedicaban a trabajos de precisión o a actividades basadas en la lectura y escritura como eran los monjes. Fue por ello que, en los años 1400, dentro de un convento se desarrolló el primer modelo fabricado con madera (Figura 1). Posterior a esa época, en Europa ya se usaba este instrumento para afinar la visión y tratar la vista cansada, pero fue hasta 1727 cuando un óptico londinense inventó las patillas denominándolos gafas, siendo las que pueden sujetarse a las orejas, utilizadas hoy en día (López, 2019).

**Figura 1.**

*Réplica de las gafas más antiguas, fabricadas con lentes de cristal y madera.*



**Nota.** Tomado de “Un invento revolucionario en la edad media: las gafas”, por A. López, 2019, National Geographic.

En la actualidad, existen alternativas de gafas para el adulto mayor que se pueden clasificar en los siguientes grupos. El primer grupo pertenece a las gafas premontadas que son de bajo costo y se encuentran en farmacias, tiendas de autoservicio o departamentales. Son aquellas cuyas lentes tienen una graduación preestablecida, es decir, que no ha sido obtenida tras realizar un examen visual al usuario. Estas gafas cumplen con estándares sanitarios, pero son premontadas o pregraduadas lo que causa que sean de uso emergente, pues no se adecuan a las necesidades visuales específicas de cada usuario. El diseño y las formas de las monturas no siempre son adecuadas para las necesidades del adulto de la tercera edad. Este tipo de gafas suelen ser ligeras, pero a la vez muy frágiles y poco resistentes pues mayormente están fabricadas con acetatos o materiales plásticos de baja calidad (García M. , 2017). Al ser monturas que se dañan con facilidad y no respetan la morfología de cada usuario, hacen que no estén indicadas para un uso diario, sino sólo para casos intermitentes o en momentos puntuales.

De acuerdo con el análisis presentado en la Tabla 1 (Ver página 8), el siguiente grupo es el de las gafas de prescripción médica las cuales están personalizadas por un especialista en base a las necesidades visuales del usuario. Dentro de este grupo, se encuentran las monturas registradas con marcas reconocidas en el mercado que se enfocan más al diseño y a los colores del producto, lo que hace que las gafas luzcan más atractivas, pero no todas las formas son las adecuadas para cada tipo de rostro. Esto puede ocasionar problemas ergonómicos a largo plazo para los usuarios mayores, como cansancio, pesadez y daños en partes del rostro, principalmente en la nariz y las orejas. Los materiales con los que están fabricadas estas monturas, suelen ser de la más alta calidad, sin embargo, no están libres de daños ocasionados por un mal uso. Debido a su complejidad geométrica, las piezas dañadas no se pueden reparar o sustituir de forma permanente, lo que provoca que las gafas se vuelvan inservibles. Independientemente de las tendencias, el adulto mayor necesita monturas que se adecuen a sus necesidades en cuanto a comodidad, estética, resistencia y presupuesto.

El último grupo pertenece a las denominadas gafas multitareas. Dentro del mercado, existen novedosas opciones de gafas de lectura que cuentan con una tecnología óptica multienfoque, es decir, integra un amplio rango de diferentes graduaciones. Este tipo de gafas son una solución para realizar diversas tareas y actividades de la vida cotidiana sin contar con más de un armazón. Son gafas de lectura destinadas a personas de la tercera edad que ayudan a enfocar la vista a la graduación que se requiera, desde la más baja hasta la más alta (Colegio Oficial de Ópticos-Optometristas, 2017). Gracias a este diseño y tecnología, pueden enfocar

automáticamente al colocarlas sobre los ojos, ya sea que el usuario necesite ver de lejos o cerca. Sin embargo, no sustituyen las gafas de prescripción médica. A pesar de ser gafas que se adaptan a usuarios con diferentes graduaciones, el diseño de las monturas es muy básico ya que únicamente cuenta con un tipo de montura para mujeres y una para hombres, logrando que no se adapten a todo tipo de fisonomía que se pueda encontrar en los usuarios, denominando por fisonomía a la apariencia del rostro humano; además de que las monturas están fabricadas con plásticos y acetatos de baja calidad que reducen la vida útil del producto.

A continuación, se presenta la Tabla 1, la cual compara las ventajas y desventajas de algunos modelos de gafas que actualmente existen en el mercado destinadas a personas de la tercera edad, mismas que ya fueron descritas.

**Tabla 1.**

Comparación de algunos modelos de gafas destinadas a adultos mayores.

TIPO DE GAFAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p data-bbox="396 390 618 447"><i>Figura 2. Ejemplo de gafas premontadas</i></p>  <p data-bbox="201 562 370 638"><b>Gafas premontadas</b></p> <p data-bbox="396 674 683 806"><i>Nota.</i> Tomado de “Gafas para mayores”, por García M., 2017, Webconsultas: Revista de salud y bienestar.</p>	<ul data-bbox="735 428 992 772" style="list-style-type: none"> <li>▪ Fácil acceso, pues se encuentran en todo tipo de tiendas comerciales.</li> <li>▪ Precio accesible.</li> <li>▪ Variedad en colores.</li> </ul>	<ul data-bbox="1049 386 1344 821" style="list-style-type: none"> <li>▪ Baja calidad óptica, daños visuales.</li> <li>▪ Montura estándar de baja calidad y durabilidad, lo que los hace prácticamente desechables.</li> <li>▪ La forma no se adapta a morfología de todos los usuarios.</li> </ul>
<p data-bbox="404 873 634 951"><i>Figura 3. Ejemplo de gafas de prescripción médica</i></p>  <p data-bbox="204 1020 367 1140"><b>Gafas de prescripción médica</b></p> <p data-bbox="404 1098 683 1262"><i>Nota.</i> Tomado de “Cómo elegir una montura de un material que sea correcto”, por Vimont C., 2019, American Academy of Ophthalmology.</p>	<ul data-bbox="735 930 1000 1230" style="list-style-type: none"> <li>▪ Variedad en diseños, materiales y formas.</li> <li>▪ Lucen más atractivos.</li> <li>▪ Calidad en los materiales.</li> </ul>	<ul data-bbox="1049 930 1344 1230" style="list-style-type: none"> <li>▪ Al ser de una marca reconocida, los precios son elevados.</li> <li>▪ No existen modelos que se adapten a toda fisonomía de los usuarios.</li> </ul>
<p data-bbox="412 1337 634 1394"><i>Figura 4. Ejemplo de gafas multitareas</i></p>  <p data-bbox="212 1503 358 1579"><b>Gafas Multitareas</b></p> <p data-bbox="412 1640 683 1717"><i>Nota.</i> Tomado de “Gafas multitareas”, Amazon, página web.</p>	<ul data-bbox="735 1367 1000 1717" style="list-style-type: none"> <li>▪ Se adaptan a todas las graduaciones.</li> <li>▪ Bajo costo.</li> <li>▪ Se pueden adquirir en internet de manera fácil y rápida.</li> </ul>	<ul data-bbox="1049 1325 1344 1759" style="list-style-type: none"> <li>▪ La variedad de diseños es muy escasa, por consecuencia, no se adapta a todo tipo fisonomía.</li> <li>▪ Baja calidad en el material del armazón que reduce la vida útil del producto.</li> </ul>

**Nota:** Esta tabla muestra información sintetizada sobre las ventajas y desventajas de las opciones encontradas actualmente en el mercado de las gafas para el adulto mayor.

Según diseñadores oftalmólogos (Di Sí, 2015), la forma más apropiada de elegir unas gafas es basándose en el estilo y personalidad del usuario, sin dejar de lado la adaptación con los rasgos y morfología del mismo ya que esto puede favorecer a la prevención de lesiones y daños en la función del producto. Las gafas deben integrarse a la vida del usuario convirtiéndose en una solución para poder ver y verse mejor, pues se han convertido en elegantes accesorios de moda que toman en cuenta la forma del rostro para la cual han sido diseñados. Es por eso que resulta muy difícil que un modelo de gafas se adapte a todos los usuarios ya que cada rostro se verá más atractivo con unas monturas que con otras. De acuerdo con expertos en óptica y oftalmología (García M. , 2017), existen cinco tipos de rostros principales: redondo, cuadrado, ovalado y triangular, del que se deriva el romboidal o diamante, cada uno con diferentes características y propiedades a las que se le adaptan diferentes tipos de monturas.

El uso de las gafas ha evolucionado al igual que los nuevos materiales con los que actualmente se fabrican. Es común que las monturas se fabriquen de plástico o metal, sin embargo, existe la posibilidad de emplear una variedad de materiales, según las propiedades requeridas para estas. El material más común es el plástico y sus derivados como el acetato. Dentro de la industria de los armazones se encuentran diversos tipos de acetatos, ofreciendo una amplia variedad en colores que brindan brillo y transparencia al producto. Dependiendo de su composición, este material suele ser liviano. No obstante, una montura fabricada de acetato se rompe con mayor facilidad a diferencia de las monturas de metal ya que disminuye su resistencia debido al tiempo y a la exposición solar. El nylon es otro polímero de uso frecuente en monturas, que nace como una solución ante los problemas de fragilidad encontrados en otros materiales, motivo por el cual es más costoso comparado con otros tipos de plástico (Morgan, 2019).

De igual forma, se tienen las monturas hechas de metal y diversas aleaciones. El metal más empleado en la fabricación de este producto es el monel, una mezcla maleable y resistente a la corrosión. Aunque los metales son más tenaces y se deterioran con menos facilidad que los plásticos, sin un revestimiento adecuado, pueden ocasionar irritaciones en la piel del usuario. Actualmente, se pueden obtener gafas fabricadas con titanio, un metal liviano, durable y fuerte, capaz de resistir altas temperaturas. Las monturas hechas con este material tienen una vida útil prolongada, propiedad a la que se le atribuye su elevado costo (Vimont, 2019). Por otro lado, dentro del mercado actual es común encontrar monturas fabricadas de plata, chapa de oro o nuevos materiales orgánicos. Un ejemplo de ello son las monturas hechas con diversos

tipos de maderas, bambú o huesos y cuernos de diferentes animales, productos de alto costo y que mayormente están fabricados a mano (López, 2019).

Hoy en día, el mercado de las monturas para lentes se encuentra en continua innovación gracias a la creciente variedad de materiales y procesos disponibles para su fabricación. A medida que la industria busca cubrir la creciente necesidad ante la personalización de este tipo de productos, aparecen nuevas tecnologías de fabricación que permiten llevarlo a cabo en menor tiempo y reduciendo costos. Una necesidad que ahora se satisface gracias a la implementación de la manufactura aditiva. Las gafas se han convertido en un accesorio de moda y las tecnologías 3D son un método de fabricación.

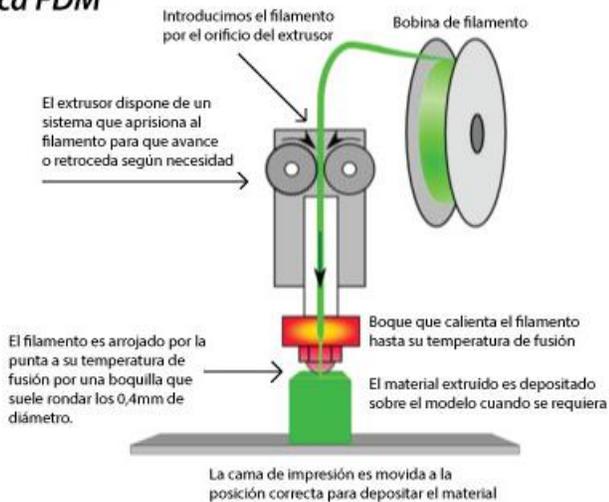
La manufactura o fabricación aditiva es el conjunto de procesos que consisten en manipular material a escala micrométrica y depositarlo de forma muy precisa para construir un sólido (Zahera, 2012). Las piezas son construidas, en vez de ser mecanizadas o moldeadas. Con esta tecnología es posible producir formas y geometrías que tal vez no se podrían generar mediante ningún otro proceso. Así mismo, la manufactura aditiva logra personalizar una pieza o cambiarle detalles en el último minuto porque no requiere moldes de fabricación. Existen diferentes procesos pertenecientes a la fabricación aditiva, uno de los más empleados es el proceso por extrusión de material, también llamado modelado por deposición fundida.

Desarrollado a finales de 1980, el modelado por deposición fundida (FMD, por sus siglas en inglés) es la técnica de impresión en 3D más popular, la cual consiste en fabricar objetos previamente modelados, mediante la deposición de capas hasta conformar un objeto tridimensional (Christoph et al., 2016). El material comúnmente utilizado en esta técnica son los termo-plásticos, los cuales, a partir de un rollo de filamento, alimentan la punta extrusora que va fundiendo el plástico y en su salida lo va depositando en una superficie a una temperatura muy inferior para que este se solidifique rápidamente, fabricando el objeto capa a capa (Figura 5) (Plastics Technology, 2016).

El objetivo de esta técnica es ahorrar tiempo, reducir las cantidades de material y contar con diseños cada vez más complejos gracias a la integración del Dibujo Asistido por Computadora (CAD, por sus siglas en inglés). Favorece también a la eficiencia energética principalmente por las siguientes razones. La fabricación del prototipo es directa pues elimina pasos en la fabricación de moldes, fabrica objetos de una sola pieza incluyendo los de estructura compleja por lo que se reduce el número de partes y ofrece mayor valor cuando se desea la personalización de un objeto (Marmolejo y Peña, 2017).

**Figura 5.**  
*Diagrama del funcionamiento de impresión por FDM.*

### **Técnica FDM**



**Nota.** Tomado de “*Manufactura Aditiva*”, por R. Christoph et al., 2016, Realidad y Reflexión.

La impresión 3D de deposición fundida es compatible con una amplia variedad de polímeros termoplásticos como lo son el PLA y ABS, y también filamentos de policarbonato como, PET, PS, ASA, PVA, nylon, ULTEM y muchos filamentos compuestos que estén basados en metal, piedra o madera. Esto ofrece interesantes propiedades mecánicas entre las que destaca la resistencia a temperaturas o condiciones extremas (Restrepo, 2017). Los principales beneficios de esta técnica, son la variedad en los tipos de filamentos compatibles y su presentación en diferentes colores, así como las propiedades estructurales que brinda a las piezas terminadas.

Actualmente, su manejo y su velocidad de ejecución hacen que esta tecnología sea una técnica muy utilizada en diversos sectores industriales. Algunos de los principales sectores de aplicación son el sector automotriz y aeroespacial para la producción de componentes y repuestos, el sector médico para el desarrollo de implantes ortopédicos y prótesis, el sector de ventas al por menor para la creación de juguetes, joyas, decoraciones de hogar y otros artículos con diseños únicos y en el sector deportivo para la creación de prendas específicas como botines de fútbol adaptados a los datos biomecánicos del individuo.

## **1.2. Planteamiento del problema**

Las monturas para lentes, o mejor conocidas como armazones, son instrumentos ópticos utilizados para mejorar la calidad de la visión de las personas que las requieren. Estos artefactos son empleados por usuarios de todas las edades, principalmente por adultos mayores. La etapa de la vejez es el periodo dentro del cual el cuerpo humano y los diferentes sistemas que lo componen comienzan a deteriorarse y a funcionar con menor eficacia. A medida que la población envejece, aumenta el padecimiento de enfermedades crónicas y discapacitantes. Por lo general, las enfermedades visuales diagnosticadas en los adultos mayores tienden a provocar complicaciones y secuelas que dificultan la independencia y la autonomía de estas personas (Menéndez, 2005). La visión disminuida afecta a las actividades sociales, cotidianas y básicas, siendo un elemento de aislamiento social que disminuye la calidad de vida de los adultos mayores. A esto, se le agregan las enfermedades propias de la edad que deterioran al individuo física y mentalmente.

Encuestas de satisfacción aplicadas a usuarios de la tercera edad (Ver Anexo 1), con el fin de recabar información sobre las principales necesidades que presenta el adulto mayor al utilizar gafas, así como conocer características sobre la elección y su interés de compra, proyectaron que el 62.5% de los adultos mayores que utiliza gafas presenta algún tipo de molestia durante el periodo de uso, principalmente pesadez, lastiman el área de las orejas y nariz, el armazón aprieta, se resbala o simplemente es poco resistente. Esto conlleva un cambio frecuente en las monturas, entre año o año y medio, ocasionando gastos innecesarios para el usuario. A pesar de ser instrumentos muy utilizados por personas de la tercera edad, existen opciones limitadas en monturas que se adecuan a las necesidades y preferencias de estos usuarios. Algunos especialistas en optometría mencionan que se debe tener precaución, sobre todo en edades adultas, al optar por las gafas premontadas cuyas monturas suelen estar compuestas de materiales plásticos de baja confiabilidad y no cumplen con los requisitos mínimos de calidad que se establecen para poder ser puestas en venta, por lo que, en vez de ayudar al usuario, suelen dañarlo y en algunos casos ocasionar afectaciones serias y mayores (García M. , 2017).

Las monturas existentes no siempre tienen la resistencia necesaria ante los movimientos que el usuario puede realizar al manipularlos, esto ocasiona que, debido a su complejidad geométrica, las piezas deterioradas, maltratadas o dañadas, sean difícil de reparar o reemplazar. Las monturas comunes en ocasiones no cuentan con las medidas aptas para las lentes que requieren estas personas, o bien no se adaptan de manera correcta al tipo de rostro

ni a los rasgos físicos que caracterizan a este segmento de usuarios. Estas características, a largo plazo, pueden causar complicaciones físicas en el usuario. Algunas de ellas están relacionadas con el cansancio en el área del tabique nasal ocasionado por el peso de las gafas al utilizarlas por largos periodos de tiempo. Esto lo provocan algunos materiales metálicos como el monel o el acero, empleados para la fabricación de monturas (Vimont, 2019).

El impacto de las enfermedades visuales dentro del estado funcional de una persona, es mayor en los usuarios de edad avanzada que en las personas más jóvenes. Sin embargo, los adultos mayores son los usuarios que acuden a especialistas de la visión con menor frecuencia. A ello, se le atribuyen los altos costos que conlleva la compra de nuevas monturas al deteriorarse las de uso actual. Aunque la mayoría de ellas están fabricadas con materiales y procesos similares, se eleva su precio al ser distribuidos y reconocidos con algunas marcas destacadas del mercado. Es por esto que algunos autores han descubierto una asociación entre la pobreza y la discapacidad (Robledo, 2002).

Una propuesta de solución ante las problemáticas de uso es el diseño de monturas para lentes oftálmicas destinadas a hombres y mujeres de la tercera edad empleando la técnica de modelado por deposición fundida, ya que este proceso permite la fácil reproducción en sus piezas en caso de ser dañadas, evitando así el cambio total de las gafas. Se propone diseñar un producto más estético para este grupo de usuarios, tomando en cuenta su fisonomía con el fin de garantizar el ajuste adecuado a la morfología de este usuario.

### **1.3. Justificación**

Actualmente, el adulto mayor conforma aproximadamente una décima parte de la población total en México, pues hay más personas mayores de 60 años que menores de 4 años (11.7 millones y 8.8 millones, respectivamente) y las proyecciones indican que el fenómeno de envejecimiento demográfico es irreversible, debido principalmente a la disminución de la fecundidad y a que la muerte ocurre a edades más avanzadas (INEGI, 2010). Datos arrojados por encuestas aplicadas a personas de la tercera edad para el desarrollo de esta investigación, proyectaron que cerca del 81.5% de este sector poblacional utiliza gafas para poder mejorar su vista deteriorada propiamente por la edad o debido a enfermedades hereditarias, siendo en su mayoría mujeres quienes los utilizan. Por otro lado, el 18.5% restante, no utiliza gafas por motivos de incomodidad, daños en el producto o simplemente porque no ha encontrado opciones que se adecuen a su gusto y preferencias.

La presente investigación tiene como objetivo principal atender la problemática de uso que la población de adultos mayores presenta al utilizar gafas para mejorar su vista. Al ser personas de edad avanzada, pueden padecer de enfermedades degenerativas propias de la edad. Debido a esto, el usuario puede llegar a manipular las monturas de forma brusca y dañarlas, rompiendo una o más partes de las mismas ocasionando así que, debido a la complejidad geométrica de los armazones, dichos daños no tengan compostura. (Oftalmología, 2015)

En el mercado actual, no existen empresas dedicadas al diseño y fabricación de monturas para lentes destinadas al adulto mayor específicamente, sus necesidades y padecimientos. Las opciones dirigidas a estos usuarios son limitadas y no son fabricadas empleando nuevas tecnologías o procesos que permitan al usuario remplazar una pieza rota o dañada con mayor facilidad por una nueva, aspecto que ayudaría a reducir la cantidad de monturas desechadas por deterioro, favoreciendo a la reducción en la contaminación.

Como resultado a este proyecto, de acuerdo con los cinco tipos de rostros principales, se obtendrán cinco diseños de monturas para hombre y para mujer, respectivamente, fabricadas bajo la técnica de modelado por deposición fundida. Estarán destinadas al adulto mayor tomando en cuenta aspectos como el uso y la manipulación de las gafas, su edad, su ritmo de vida y sus rasgos fisonómicos (Ávila et al., 2007), beneficiando y mejorando la calidad de vida del mismo, ayudando a que puedan llevar a cabo actividades diarias básicas.

## 1.4. Objetivo General

Diseñar monturas para lentes oftálmicas destinadas a adultos mayores, basándose en los tipos de rostro generales, empleando la técnica de modelado por deposición fundida.

## 1.5. Objetivos específicos y metas

**Objetivo 1.** Identificar las principales problemáticas que presenta el adulto mayor al usar gafas.

**Meta 1.1.** Recopilación de la investigación bibliográfica sobre problemáticas encontradas acerca del uso de gafas en adultos mayores.

**Meta 1.2.** Aplicación de encuestas al usuario para identificar los problemas que presentan al usar gafas y las características sobre su elección e interés de compra.

**Meta 1.3.** Análisis y síntesis de los datos obtenidos.

**Objetivo 2.** Analizar la fisonomía característica de los usuarios.

**Meta 2.1.** Análisis de los tipos de rostros existentes en hombres y mujeres de la tercera edad y sus características.

**Meta 2.2.** Definición de los requerimientos de diseño de las monturas.

**Objetivo 3.** Definir los requerimientos principales para llevar a cabo el proceso de impresión en 3D.

**Meta 3.1.** Recopilación de la investigación bibliográfica sobre la técnica de modelado por deposición fundida, su clasificación, características, propiedades y especificaciones sobre el proceso a emplear.

**Objetivo 4.** Generar propuestas de diseño de las monturas que se adapten a los tipos de rostro de los usuarios.

**Meta 4.1.** Diseño a nivel estético visual de las monturas para dama y caballero de acuerdo con cada tipo de rostro, empleando la técnica del bocetaje ilustrativo.

**Meta 4.2.** Aplicación de matriz de selección para calificar y elegir las propuestas que mejor se adapten a los requerimientos de diseño.

**Meta 4.3.** Diseño ergonómico formal de las propuestas seleccionadas, especificando tipo de uniones y ensamblés.

**Objetivo 5.** Construir los prototipos de las monturas empleando el proceso establecido.

**Meta 5.1.** Realización de planos constructivos y modelado virtual de las propuestas a fabricar.

**Meta 5.2.** Aplicación de la impresión 3D para construir los prototipos de cada montura diseñada.

**Meta 5.3.** Acabados sobre piezas virtuales (Presentación de renders).

**Objetivo 6.** Evaluar las monturas diseñadas en una muestra poblacional.

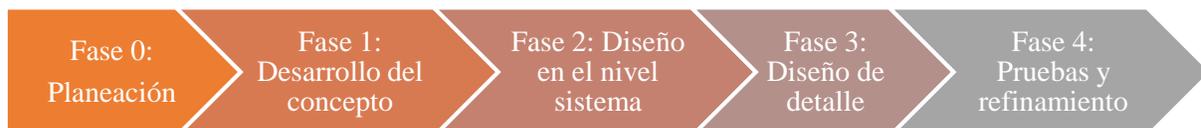
**Meta 6.1.** Evaluación por percepción y preferencia, mediante la técnica "Focus Group".

**Meta 6.2.** Redacción de conclusiones y posibles modificaciones.

## 1.6. Metodología

Para el desarrollo de este proyecto se utilizó la “Metodología para el diseño y desarrollo de productos”, elaborada por Karl Ulrich y Steven Eppinger.

Esta metodología está compuesta de fases como: planeación, desarrollo del concepto, diseño en el nivel sistema, diseño de detalle, pruebas y refinamiento y finalmente inicio de producción. Esta última no se tomó en cuenta específicamente para realizar este proyecto. A continuación, se especifican las actividades a realizadas dentro de cada fase de la metodología.



**Fase 0.** Identificar las necesidades del usuario, así como las limitaciones, por medio de la recolección de datos realizada aplicando encuestas a usuarios. Así mismo, se definirá el nicho de mercado o usuario al que estará dirigido el producto.

**Fase 1.** Definir requerimientos del producto y, en relación a ello, comenzar a generar conceptos alternativos del producto de acuerdo con las diferentes características fisonómicas que presentan los usuarios, definiendo formas, funciones y características.

**Fase 2.** De los conceptos generados, elegir los más pertinentes mediante matrices de selección. Elegir una propuesta de montura para cada tipo de rostro tanto para dama como para caballero. Definir la arquitectura de los productos, su descomposición en subsistemas y componentes, así como tipos de ensamble.

**Fase 3.** Especificar geometría, materiales y tolerancias de las propuestas de producto y de cada una de sus partes. Generar dibujos, planos o archivos de computadora que describirán la geometría de cada una de las piezas a fabricar o comprar. Además de seleccionar materiales de fabricación de las monturas.

**Fase 4.** Construir prototipos de las monturas usando el sistema de producción planteado. El diseño de las monturas se presentará al sector poblacional calculado para ser evaluado mediante la técnica de “Focus Group”. Dicha técnica consiste en aplicar cuestionario a un grupo de participantes permitiendo la obtención de información sobre el producto y su opinión sobre el mismo (FUOC, 2019).



## CAPÍTULO II. MARCO DE REFERENCIA



## **2.1. El adulto mayor y su contexto**

Dentro del diseño, se considera indispensable el estudio al usuario para quien se crea, el entorno dentro del cual se desarrolla y sus características, así como el estudio hacia sus preferencias. De este modo se pueden desarrollar productos funcionales que se adapten a sus necesidades y características. Por tal motivo, en este apartado se identifica al adulto mayor, con el fin de conocer su perfil como usuario y sus diferencias con otros, sus características y el contexto en el que se desenvuelve a su edad.

Existen diversas definiciones sobre envejecimiento. La más adecuada, según la Organización mundial de la salud (OMS, 2020), se refiere al proceso fisiológico que comienza desde el nacimiento y ocasiona cambios característicos de la especie humana durante todo el ciclo de vida. Es mediante este proceso por el cual el ser humano atraviesa las diferentes etapas pertenecientes al ciclo de vida, llegando finalmente a la etapa de la vejez. Se entiende por vejez a la decadencia biológica del organismo como consecuencia del proceso de deterioro de los diferentes sistemas funcionales y órganos del cuerpo (Herrera, 2014). Los cambios ocasionados por esta etapa se producen de distinta manera de un individuo a otro, por consecuencia el proceso de envejecimiento lo es también, esto depende de la genética y los hábitos acostumbrados por el individuo a lo largo de su vida.

Un factor mediante el cual se mide el grado de envejecimiento del ser humano es la edad, la cual se define como el tiempo que ha vivido una persona. En México, la tercera edad se determina a partir de los 60 años en adelante, edad en la que inicia la vejez haciendo referencia únicamente a la edad cronológica, pues cabe mencionar que existen diferentes tipos de edad que determinan el grado de maduración y envejecimiento de un individuo, como son la edad biológica, social y psicológica (Herrera, 2014). Es importante aclarar que dentro de la sociedad existen términos como adulto mayor o adulto de la tercera edad, los cuales hacen referencia a la misma etapa de la vejez en cuestión.

Actualmente, la población de adultos mayores ha aumentado mundialmente convirtiéndose en un sector poblacional significativo en países desarrollados. De acuerdo con el Instituto nacional de estadística y geografía, en México la población de la tercera edad se ha mantenido en continuo crecimiento, aumentando 76.3% del año 2000 a 2015, y se estima que el número de personas pertenecientes a este sector aumente de 6.7 millones a 36.5 millones en el año 2050. Uno de cada cuatro habitantes será considerado adulto mayor (INEGI, 2010). Este aumento se debe al descenso de mortalidad, resultado de la expansión y cobertura de los servicios de

salud en el país y a la importancia que se le está dando a este sector vulnerable dentro de diversas industrias para el desarrollo de productos y servicios destinados exclusivamente a este tipo de usuarios, con el fin de aumentar su eficiencia dentro de las actividades realizadas, generando satisfacción y sentimientos positivos que incrementan su autoestima y mejoran su estado de salud beneficiando a la calidad de vida.

El envejecimiento es un proceso gradual, natural e inevitable, proceso que todo ser humano experimenta con el transcurso de los años y está estructurado únicamente en torno al tiempo. Sin embargo, el hecho de llegar a la etapa de la vejez provoca reacciones negativas, así como mayor discriminación y distanciamiento del resto de la sociedad que la ocasionada cuando se es niño o joven (Farías, 2001). De esta manera, ante los ojos de los individuos que no atraviesan esta etapa, la palabra “vejez” se convierte en algo indeseado, asociándolo con la discapacidad y la limitación.

Si bien, el paso de la edad genera en la persona efectos físicos, mentales y sociales, también es símbolo de experiencia, conocimiento y madurez, aspectos que conforman la identidad del adulto mayor. No obstante, esta última casi siempre se ve afectada en el momento en el que el adulto mayor pierde su puesto en la sociedad como persona capaz de laborar o de realizar actividades de la vida diaria. Además del trato hacia este sector poblacional, la percepción negativa de la vejez y la forma inadecuada en la se han definido actividades específicas y exclusivas de las personas de la tercera edad, los aspectos ya mencionados han sido motivo para suponer que el adulto mayor no debe ejercer actividades laborales o tareas propias del adulto, convirtiéndose en individuos dependientes, tanto física como económicamente, negándose a vivir la vejez como una etapa natural de la vida. La dificultad para realizar actividades cotidianas empleando los productos y servicios disponibles a su alrededor que no están adaptados a sus necesidades, reduce su capacidad de ser autosuficientes y perjudica su estado de salud mental y físico (Herrera, 2014). Es por esto que la tercera edad se ha identificado en torno al padecimiento de enfermedades y a la discapacidad.

Es común que, durante la vejez, los individuos presenten complicaciones de salud características de la edad, algunas de ellas dependen de la genética, hábitos alimenticios, zona geográfica de residencia, condiciones emocionales, entre otras. Médicos aseguran que la mayoría de los seres humanos padecen alguna discapacidad a partir de los 45 años, a los 75 años se pueden ir presentando síntomas, pero comienzan a tratarla aproximadamente hasta los 80 años, cuando experimentan mayor deterioro funcional del cuerpo asociado a la incapacidad para realizar por sí solos actividades cotidianas (García y Maya, 2012). El hecho

de padecer alguna enfermedad o discapacidad durante la tercera edad, afecta de forma negativa en la autoestima del individuo y en la autopercepción que tiene sobre su estado de salud, afectando por consecuencia el bienestar general del adulto mayor. Según el Censo de población y vivienda aplicado en 2010, la discapacidad más padecida por adultos mayores es la limitación relacionada con caminar o moverse, seguida por los problemas de movilidad, limitaciones visuales y auditivas (INEGI, 2010).

#### 2.1.1. La discapacidad visual en el adulto mayor

De la misma manera en que algunos sistemas del cuerpo sufren deterioro durante el proceso de envejecimiento, los sentidos también se ven afectados en menor o mayor grado en cada individuo. Los órganos de los sentidos responden y reaccionan a los estímulos mediante acciones concretas, la capacidad de respuesta depende de la calidad receptora de los sentidos. De esta manera, los órganos de los sentidos determinan la calidad de vida de los adultos mayores y en general de cualquier individuo (Vera, 2007).

Durante los 70 años de edad, todos los órganos sensoriales presentan algún grado de alteración en sus funciones y su detección temprana es necesaria para evitar la pérdida total o parcial del sentido afectado. Según un estudio aplicado a adultos mayores latinos para la identificación de factores discapacitantes en la etapa de la vejez (Menéndez, 2005), el deterioro cognoscitivo afecta de forma negativa al estado funcional de las personas de la tercera edad y su capacidad para realizar actividades básicas e instrumentales de la vida diaria. Esto se debe a que, a esta edad, las actividades se vuelven complejas e implican un funcionamiento adecuado de los sentidos y habilidades motoras para poder desempeñarlas.

La etapa de la vejez implica la manifestación de ciertas enfermedades y padecimientos que llegan a afectar la calidad de vida y la autonomía de las personas mayores. Una de las afectaciones más concurrentes durante esta etapa es el deterioro visual derivado de enfermedades oftalmológicas asociadas al envejecimiento, un fenómeno en constante crecimiento (Veiga, 2005). Esta afectación es la causa de problemas visuales más frecuente en las personas de edad avanzada, convirtiéndose en un problema de salud de primer orden que causa limitaciones visuales significativas, ya que una persona con baja visión se vuelve dependiente en actividades como trasladarse de un lugar a otro, el aseo corporal, actividades de lectura, movilidad dentro y fuera del hogar, por mencionar las más importantes.

El sentido de la vista experimenta cambios funcionales de manera desigual en cada individuo conforme al avance de la edad. De acuerdo con expertos, (Llera et al., 2008) una persona que

se encuentra alrededor de los 80 años ha perdido el 80% de su capacidad visual, presentando condiciones visuales como las que se explican en la siguiente tabla.

**Tabla 2.**

*Condiciones visuales más frecuentes y sus consecuencias.*

<b>CONDICIÓN</b>	<b>CONSECUENCIA</b>
<b>Pérdida de elasticidad del cristalino y aumento de su tamaño.</b>	Dificultad de adaptación del cristalino para enfocar.
<b>El cristalino se torna amarillento.</b>	Reducción de la capacidad para distinguir colores verdes, azules o violetas.
<b>Disminución del tamaño de la pupila.</b>	Cambios involuntarios del tamaño de la pupila, alterando la regulación de entrada de luz en el ojo.
<b>Afecciones en las glándulas lagrimales.</b>	La lubricación del ojo se ve afectada, disminuyendo la cantidad y calidad de la secreción lagrimal.
<b>Reducción del pigmento del iris. Arco senil de color claro alrededor del iris debido al depósito de sales del calcio y colesterol (Figura 6).</b>	No afecta el área central de la córnea y no provoca defectos visuales.

**Nota.** Tomado de “*Diseño y ergonomía para la tercera edad*” por Y.Herrera, 2014, Universidad Nacional Autónoma de México.

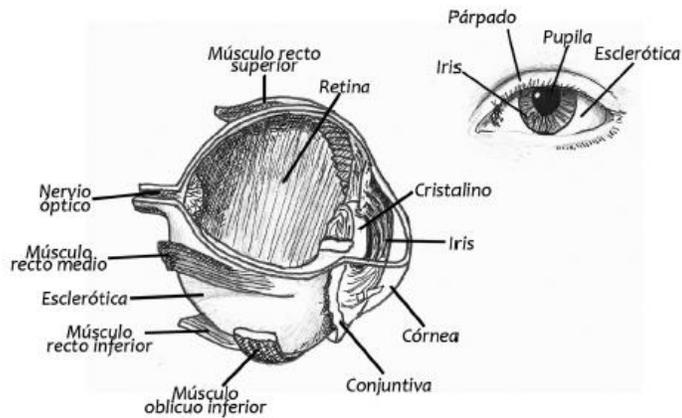
**Figura 6.**  
*Arco senil.*



**Nota.** Tomado de “*Arco Senil: Causas*” por Clínica Rahhal Oftalmología, 2016, (<https://www.rahhal.com>).

**Figura 7.**

*Partes del ojo humano.*



**Nota.** Tomado de “Diseño y ergonomía para la tercera edad” por Y.Herrera, 2014, Universidad Nacional Autónoma de México.

La información recibida del entorno mediante el sentido de la vista es estrictamente fundamental para que un individuo se desplace de un lugar a otro o realice cualquier actividad de vital importancia. Cuando el sentido de la vista comienza a deteriorarse por la edad, afecta principalmente a los reflejos y a la movilidad del adulto mayor ya que la calidad de las imágenes recibidas por este sentido comienza a disminuir con el paso de los años.

A nivel mundial, aproximadamente 314 millones de personas de la tercera edad, principalmente de países desarrollados, es discapacitada visual en mayor o menor grado a causa del deterioro o alteraciones en la córnea, el cristalino, la retina y el nervio óptico (Figura 7); y alrededor de 45 millones de ellas son totalmente ciegas (Rodríguez et al., 2016). El deterioro visual es la tercera causa de disminución de la capacidad funcional en adultos mayores y los factores de riesgo asociados a este son: la edad, el género y la condición económica. Según estudios, el mayor porcentaje de las enfermedades que causan un deterioro visual ocurre a edades avanzadas provocando cambios de comportamiento y restringiendo su autonomía con el objetivo de ajustarse a la disminución de sus capacidades visuales, lo que explica que la discapacidad visual se presente con mayor frecuencia en adultos de la tercera edad que en grupos de otras edades (Veiga, 2005).

Dentro de las enfermedades más comunes causantes del deterioro visual en personas de la tercera edad, se encuentran las siguientes.

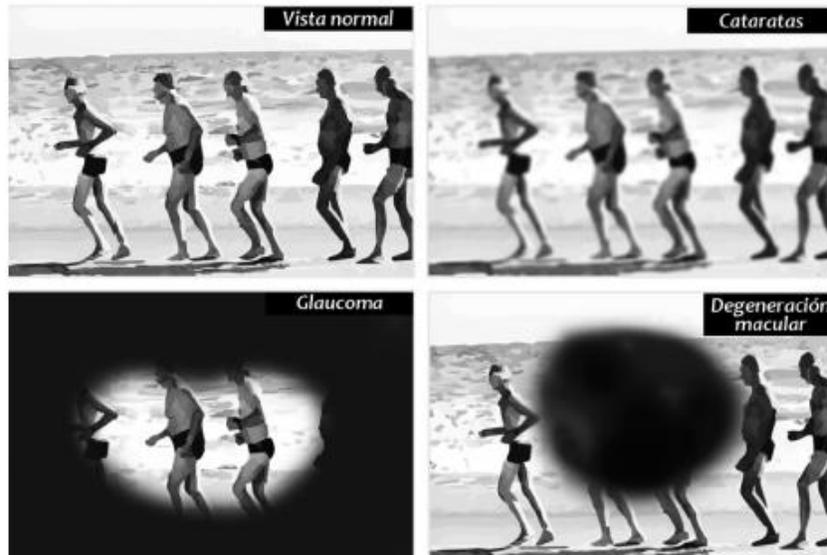
**Tabla 3.**

*Enfermedades oftalmológicas más comunes durante la tercera edad.*

<b>ENFERMEDAD OFTALMOLÓGICA</b>	<b>AFECTACIONES EN LA VISIÓN</b>
<b>Degeneración macular asociada a la edad (DMAE)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Causa de ceguera más común.</li><li>• Deterioro progresivo de la retina, se puede agravar a cinco años de su aparición.</li><li>• Ocasiona pérdida de la visión central, funcionando correctamente la visión periférica.</li><li>• Visión borrosa, deslumbramiento y percepción deformada de objetos.</li></ul>
<b>Glaucoma</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ocasiona mayores daños si no es detectada a tiempo.</li><li>• Causada por la congestión de líquido dentro del ojo, cuya presión daña el nervio óptico afectando la visión periférica.</li><li>• Produce ceguera si no se controla.</li><li>• Constituye la tercera causa de ceguera en América Latina.</li><li>• Pérdida de visión nocturna, dolor ocular.</li></ul>
<b>Cataratas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Primera causa de pérdida de visión en personas de la tercera edad.</li><li>• Engrosamiento de la lente, ocasiona visión borrosa, opaca y distorsionada, deslumbramientos y dificultad de adaptación del ojo en condiciones de luz abundante.</li><li>• En sus inicios, es una enfermedad tratable sin operación quirúrgica.</li><li>• Agudeza visual reducida.</li></ul>
<b>Retinopatía diabética</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Causada por niveles altos de azúcar en la sangre, dañando los vasos sanguíneos en la retina, provocando hinchazón y fugas de líquido. También pueden cerrarse e impedir que la sangre fluya o generar nuevos vasos sanguíneos anormales en la retina.</li><li>• Puede causar pérdida de la visión.</li><li>• Puntos negros en el campo central y periférico.</li><li>• Sensibilidad frente a destellos.</li><li>• Falta de enfoque visual</li></ul>

**Nota.** Tomado de “*Diseño y ergonomía para la tercera edad*” por Y.Herrera, 2014, Universidad Nacional Autónoma de México: “*Impacto de la deficiencia visual en personas mayores. Un análisis desde una perspectiva psicosocial*” por P. Veiga, 2005, Portal Mayores (<http://www.imsersomayores.csic.es/documentos/diaz-impacto-01.pdf>); y “*Los ancianos y las alteraciones visuales como factor de riesgo para su independencia*” por L. Navascués y C. Ordovas, 2007, GEROKOMOS.

**Figura 8.**  
Representación gráfica de las diferentes enfermedades oftalmológicas padecidas por adultos mayores.



**Nota.** Tomado de “Diseño y ergonomía para la tercera edad” por Y.Herrera, 2014, Universidad Nacional Autónoma de México.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020), las cinco principales causas de ceguera en el mundo reportadas son la catarata (responsable del 39%), las ametropías (18.2%), el glaucoma (10%) y la DMAE (4.2%).

Existen otras enfermedades y afectaciones que, aunque no suelen ser características de desarrollarse únicamente durante la tercera edad, pues pueden darse tanto en niños como en jóvenes, también impactan al deterioro visual en la etapa de la vejez, acelerando la discapacidad visual o ceguera. Dichas afectaciones son los defectos o alteraciones refractivas como la hipermetropía, miopía, ametropía y los astigmatismos elevados. Las causas de una discapacidad visual varían dependiendo de factores como hábitos desempeñados y problemas visuales desarrollados durante la juventud, la calidad de la atención médica recibida en el transcurso de los años, el estilo de vida nutricional y físico, traumatismos y el padecimiento de enfermedades que se asocian con frecuencia a trastornos oculares como la hipertensión arterial y la diabetes mellitus, además de que otros autores (Navascués y Ordovas, 2007) han encontrado que la discapacidad visual está asociada con trastornos emocionales y manifestaciones depresivas. Todos estos factores juegan un rol significativo en el deterioro visual adquirido por el adulto mayor.

La mayoría de estas enfermedades oftalmológicas requieren tratamientos de por vida para el adulto mayor, lo que dificulta su cumplimiento debido a su gran costo económico, por lo que puede llegar a existir un incremento de la población de edad avanzada con pérdida de visión y discapacidad visual (Rodríguez et al., 2016). Si bien, es difícil distinguir las alteraciones patológicas originadas por enfermedades que deterioran la visión en las personas de la tercera edad, sin embargo, es importante diagnosticarlas y tratarlas a tiempo para evitar su progresión y las discapacidades visuales. La poca atención que se le ha dado al deterioro visual en adultos mayores ha causado que este no sea identificado, diagnosticado y controlado en sus manifestaciones iniciales. La OMS reporta en sus guías y documentos que el 85% de la discapacidad visual y el 75% de la ceguera mundial son prevenibles (Escudero, 2011).

Se considera que las dificultades visuales constituyen fenómenos asociados con la edad a los que hay que irse adaptando. Este deterioro es una de las imperfecciones que caracterizan a la vejez y se pueden compensar con la ayuda de instrumentos diseñados exclusivamente para este tipo de usuarios de tal manera que corrijan esta deficiencia, por ejemplo, las gafas, esto con el fin de favorecer a una adaptación exitosa de las personas mayores al entorno actual a pesar de sus deficiencias. La recuperación de la función visual en usuarios de la tercera edad tendrá efectos positivos sobre su calidad de vida (Navascués y Ordovas, 2007).

El paso de los años genera efectos irreversibles en las personas, efectos que todo ser humano presencia al llegar a la etapa de la vejez. Sin embargo, la forma en la que cada individuo envejece y su calidad de vida durante esta etapa se relaciona con los recursos intelectuales, sociales, biológicos y materiales acumulados durante el ciclo de vida (Farías, 2001). Este hecho también dependerá de la forma en la que el individuo se adapta a su medio biológico y principalmente a su medio social pues esta adaptación influye directamente en su salud física y mental, ya que pueden desarrollar problemas de memoria, temor al abandono, a la muerte, dependencia e invalidez (Vera, 2007). De tener una respuesta positiva ante estos factores de cambio, aceptación y adaptación, el adulto mayor puede aceptar la etapa de la vejez correctamente y contar con una calidad de vida. El hecho de no aceptar esta etapa como una tendencia natural y el quedarse en el periodo de “adultez joven”, lleva al individuo a un proceso de estancamiento en donde se siente inútil y apegado.

De acuerdo con expertos en la mejora de la calidad de vida de las personas mayores dependientes (O’Shea, 2003), un adulto con calidad de vida es una persona con una vida satisfactoria, bienestar físico y psicológico, desarrollo personal y social. Un elemento significativo en la calidad de vida del adulto mayor es el seguir teniendo participación social

relevante, formando parte de manera activa y comprometida en actividades beneficiosas. Según encuestas diseñadas para analizar la calidad de vida en la vejez aplicadas en algunos países latinos, se ha identificado una estrecha relación entre la capacidad funcional de estos individuos y el conjunto de condiciones que le permiten cuidar de sí mismos y participar de la vida familiar y social (SENAMA, 2011). Diferentes opiniones, coinciden en que la participación social en organizaciones de tipo comunitario permite al individuo aprovechar adecuadamente su tiempo libre, relacionándose con personas de su misma edad y al mismo tiempo contribuyendo a la mejora de su calidad de vida, desarrollando potencialidades a partir de este contacto (Farías, 2001). Una persona de la tercera edad con redes sociales activas tiene menor probabilidad de padecer trastornos de depresión.

Gracias a esto, han surgido instituciones y organizaciones como hogares de ancianos, clubes de adultos mayores y asociaciones de pensionados, cuyo objetivo principal es ser una guía asistencial para mejorar las condiciones de vida de las personas de la tercera edad, brindando ciertos recursos y reforzando su autonomía. Están creadas para hacerse cargo de sus necesidades tanto sociales como necesidades básicas de subsistencia, sin olvidar que son personas con derechos y deberes, dando respuesta a las necesidades planteadas como consecuencia de problemas sociales que afectan a muchas personas mayores.

Si se acepta por completo como sociedad que la vejez es una etapa más de la vida que tiene como fin la integridad y el desapego, es posible que estas instituciones existentes se preocupen por poner énfasis en el potencial de las personas mayores para su propio desarrollo, transformando a este grupo social en un grupo capaz de interactuar y levantar la voz por sus propios derechos, poniendo atención principal en programar intervenciones de educación y promoción de la salud, prevención de enfermedades, recuperación de la función perdida, disminuir y retrasar la dependencia de los ancianos, fomentar su autonomía y mejorar o mantener su calidad de vida (Navascués y Ordovas, 2007). Es importante que como sociedad fomentemos la actividad social del adulto mayor a través de programas especializados para estos. El ver a las personas de la tercera edad como personas con capacidades, influye positivamente en su autopercepción, su autoestima y en su función de identidad (Galván, 2005).

### 2.1.2. Análisis antropométrico y fisonómico

Como se mencionaba al inicio de la investigación, la etapa de la vejez implica cambios fundamentales en las condiciones y estilos de vida bajo los que interactúa el individuo. Para mejorar la calidad de vida de los adultos mayores, se han diseñado productos y servicios que pretenden estar destinados exclusivamente al grupo en cuestión. No obstante, dichos productos en su mayoría no consideran el estilo de vida ni las dimensiones antropométricas de la población en estudio para ser aplicadas congruentemente al diseño y fabricación de productos, tomando en cuenta que el usuario al cual se dirigen todo tipo de bienes, en un futuro serán personas de la tercera edad. Realizar un diseño personalizado basado en la ergonomía del usuario final, no siempre ha sido catalogado como una prioridad en cuanto a producción en masa se refiere. De ahí, la importancia de diseñar con un sentido cada vez más incluyente. (Sarzoza y Vallejo, 2019)

En este apartado, se analizan los cambios físicos que presenta el individuo al llegar a la tercera edad, entendiendo por cambios físicos a las características antropométricas y fisonómicas que presenta el grupo poblacional en cuestión, así como su relevancia dentro del diseño ergonómico de un producto.

Al momento de diseñar un objeto o producto, es importante considerar a la ergonomía como fundamento principal para asegurar una correcta relación entre este y el usuario al momento de interactuar en un entorno específico. Esto favorecerá a la eficiencia y eficacia en las actividades desempeñadas, pero sobre todo a la mejora en la calidad de vida del usuario implicado. Al hablar de ergonomía, es posible que exista más de una definición dependiendo del área en la que se trabaje, de las cuales es posible destacar las más relevantes para esta investigación. El término se deriva de las raíces griegas *ergom* (trabajo o fuerza) y *nomos* (ley, regla o conocimiento). Definida en el año 2000 por la Asociación Internacional de Ergonomía, es la disciplina científica que estudia la interacción entre los seres humanos y otros elementos de un sistema, así como, la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos al diseño teniendo como objetivo la optimización del bienestar humano (IEA, 2000). Por otro lado, la Organización Mundial de la Salud la define como una ciencia encargada de obtener el máximo rendimiento, reduciendo los riesgos de error humano a un mínimo, eliminando la fatiga y los peligros para el trabajador (OMS, 2020).

Con estas definiciones, se enfatiza la importancia de la relación entre el usuario, la actividad que realiza, el objeto o producto empleado para llevar a cabo dicha actividad y el entorno o

contexto donde se desarrolla. La ergonomía ha mejorado el rendimiento pensando en el mayor confort y eficacia en las actividades que realiza el hombre, en sus diferentes posiciones y situaciones y teniendo como base sus requerimientos y necesidades, beneficiando así su salud y seguridad.

La Asociación Internacional de Ergonomía divide a esta disciplina en tres áreas de especialización de acuerdo con su enfoque y campo de aplicación: la ergonomía cognitiva, organizacional y física, siendo esta última la estudiada para fines de este trabajo. La ergonomía física se enfoca principalmente en las características anatómicas, antropométricas, fisiológicas y biomecánicas del usuario, mismas que se relacionan con la actividad realizada (Herrera, 2014). Se considera importante abordar esta área de especialización ya que implementa factores humanos característicos del usuario, definiendo así el perfil que deberá ser empleado para analizar y desarrollar las condiciones y particularidades de un producto, como lo son forma, material, textura, dimensiones, entre otros. Auxiliando así, a la definición de los requerimientos de diseño que deberán atenderse durante la conceptualización. Cada perfil de usuario es diferente de acuerdo a sus problemáticas, requerimientos y necesidades, por ende, en esta investigación, se estudian dichos factores humanos característicos en los adultos mayores con el fin de hacer un aporte hacia una ergonomía enfocada a la tercera edad, esto implica realizar un análisis antropométrico de esta población

Para que un producto se pueda describir como ergonómico, esta disciplina deberá auxiliarse de la antropometría, ciencia que brindará las herramientas necesarias para las bases del producto a diseñar, así como las limitaciones físicas y mentales del usuario. Dado el interés por estudiar la composición y proporción corporal desde épocas muy antiguas, la antropometría nace oficialmente en 1976 como la ciencia encargada de la medición y evaluación del cuerpo humano, aspectos de movimiento, sus diferentes partes y proporciones. Proveniente del griego *anthropos* (hombre) y *metrikos* (medida), el principal objetivo de esta ciencia es describir las características físicas y establecer un promedio de acuerdo a la variabilidad humana, es decir la frecuencia con que estas características se encuentran en diferentes culturas, razas, sexo, grupos de edad, etc. (Belando y Garrido Chamorro, 2009)

Los cambios físicos en el cuerpo humano, suceden como parte de un fenómeno progresivo, natural y biológico al transcurrir los años, proceso universal al que todo individuo se somete. Sin embargo, es notorio que se vuelven más visibles cuando se comienza a acercarse a la etapa de la vejez. Esto se debe a la acumulación progresiva de cambios, en su mayoría de tipo endógeno, es decir que suceden de adentro hacia afuera, responsables del aumento de las

probabilidades de padecer alguna deficiencia o enfermedad en este periodo de vida. Según médicos especialistas (Hernández, 2003), en cualquier organismo en que se estudien los cambios generados por el envejecimiento, estos pueden ocurrir en tres niveles:

- **Nivel Estructura:** aborda los cambios anatómicos, estatura, rasgos físicos, posición del cuerpo, cambios en los huesos, etc.
- **Nivel Función:** cambios de tipo interno relacionados con la actividad del organismo, así como cambios en la conducta. Ejemplo: en la marcha, en el humor, etc.
- **Nivel Substrato:** alteraciones moleculares. Ejemplo: Glucemia, enfermedad de la sangre.

De acuerdo con el objetivo de esta investigación, se abordan y explican los cambios a nivel estructura, ya que tienen mayor relación con los cambios antropométricos que deberán estudiarse para fines prácticos del proyecto a desarrollar.

Con el paso de los años, se presentan diversos cambios biológicos en las personas de la tercera edad. Los cambios antropométricos o estructurales se consideran más importantes debido a su relevancia en la capacidad funcional del individuo. Un ejemplo de esto son las modificaciones morfológicas, definidas como las alteraciones estructurales relacionadas con la reducción de peso, talla, índice de masa corporal, perímetros y pliegues corporales, acortamiento en la estatura, entre otras.

En personas mayores inactivas por periodos prolongados, se produce una disminución importante de masa muscular, fenómeno denominado sarcopenia. Esto conlleva una pérdida de fuerza para el sujeto, sin embargo, en algunos casos se observa una tendencia a aumento de peso, con mayor ingesta calórica, deficiente en micronutrientes lo que advierte un aumento de grasa visceral, suceso que se percibe con mayor frecuencia en la población mexicana, a partir de los 60 años (Díaz et al., 2015). Se hace mención también sobre la pérdida de flexibilidad, agilidad, equilibrio dinámico y capacidad aeróbica. Esto debido a las modificaciones óseas que pueden experimentar algunos individuos, ocasionando mayor lentitud en la capacidad psicomotriz ya que el grado de movilidad empeora a causa de artritis o limitaciones en el movimiento de las articulaciones.

Estudiando a detalle los cambios fisonómicos que se presentan en el adulto mayor, se puede observar enrojecimiento en la piel, así como el adelgazamiento de la misma, principalmente en la zona de los pómulos, dándole a la cara esa apariencia flácida o decaída. La piel también tiende a secarse lo que ocasiona que ya no tenga una superficie lisa y las arrugas comiencen

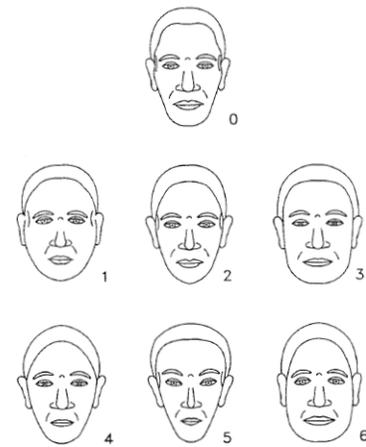
a aparecer inevitablemente, especialmente la piel alrededor de los ojos (Dugdale, 2020). La grasa de los párpados se deposita en las cuencas de los ojos haciendo que estos luzcan hundidos y con mirada triste o cansada, limitando la visión en el individuo. Lo mismo pasa con la piel de los párpados inferiores pues genera bolsas bajo los ojos.

Los cambios bucales que se presentan con mayor frecuencia en esta edad, como la falta de algunos dientes y las encías retraídas, cambian la apariencia de la boca, por lo que los labios pueden lucir encogidos y muy delgados. Estos mismos cambios reducen el tamaño de la parte inferior del rostro y hace que la frente, la nariz y la boca sean más pronunciadas, cambio que puede ser más aparente en la zona de la nariz. En algunas personas las orejas pueden alargarse probablemente a causa del crecimiento de cartílago. El vello facial se torna en tonos grisáceos y puede disminuir o adelgazarse. Todos estos cambios varían dependiendo de la etapa de la vejez en la que se encuentra el individuo.

### 2.1.3. Tipos de rostros

Como ha sido mencionado en el inicio de este proyecto, el diseño de las monturas no solo estará basado en las medidas antropométricas de la tercera edad, sino también en el tipo de rostro que presenta cada usuario, con el fin de agregar un elemento de personalización en el producto y lograr la correcta adaptación entre montura y rostro. La tipología del rostro muestra la estructura facial del ser humano, es decir la forma de la cara. Esta varía en cada persona ocasionando diferencias entre ellas, tomando en cuenta las características que ya poseen causadas por la edad, rasgos genéticos, raza, etc. (Figura 9). Dichos elementos característicos tienen formas y medidas específicas en cada rostro y demuestra que los seres humanos somos asimétricos. (Sarzoza y Vallejo, 2019)

**Figura 9.**  
*Tipologías de rostro.*



**Nota.** Tomado de “Tecnología Óptica: Lentes oftálmicas, diseño y adaptación” por J. Aregay et al., 2001, Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya.

La fisonomía del usuario, su estructura ósea, musculatura y la epidermis, son características que condicionan elegir el estilo y tamaño de los lentes, así como los colores, materiales y grosor de la montura. Por ende, se han establecido cinco tipos característicos de rostro:

### **Rostro redondo**

Este rostro es proporcional, tanto horizontal como verticalmente, resaltando la redondez en el área de los pómulos y mejillas. Por lo tanto, no es apto aplicar formas pequeñas y circulares al elegir las gafas. Las monturas gruesas y con formas geométricas especialmente rectangulares, son las más idóneas para este tipo de rostro, pues reducen las curvas y alargan el rostro, dando el aspecto de una cara delgada con facciones finas.

*Figura 10.  
Rostro redondo.*



### **Rostro ovalado**

Es el tipo de rostro más proporcionado. Un rostro ovalado es más largo que ancho y muy simétrico, por lo que, según expertos, le quedan la mayoría de las formas. Las monturas que son más anchas al rostro de tipo cuadrado y rectangular, o bien que estén en proporción con la parte más ancha del rostro, son las más adecuadas debido al contraste visual de formas que se crea con estos. Se debe evitar el uso de monturas muy grandes, ya que los rasgos faciales pierden armonía y proporción.

*Figura 11.  
Rostro ovalado.*



### **Rostro cuadrado**

Las personas con el rostro cuadrado se caracterizan por presentar ángulos muy pronunciados, principalmente en la mandíbula. Por este motivo, se busca suavizar la cara con curvas y formas orgánicas al elegir una montura, ya sean ovaladas o redondas. De esta forma se logrará reducir ángulos, sobre todo si la montura es de bordes delgados, en materiales como metal o colores en tono de la piel. Se recomiendan las monturas altas con puente bajo para acortar la nariz, más anchas a los pómulos, es decir, formas que acentúen la profundidad más que la anchura.

*Figura 12.  
Rostro cuadrado.*



### Rostro romboidal

O también conocida como “rostro diamante”, es un rostro con pómulos pronunciados y la frente y barbilla de tamaño proporcionado, por lo que se busca equilibrar la distancia que existe entre estas dos. Se aconseja emplear formas orgánicas o monturas al aire, ya que no restan protagonismo a las facciones, así como formas ovaladas o de gran tamaño. Se deben evitar las monturas estrechas que enfatizan la línea de los ojos.

**Figura 13.**  
*Rostro romboidal.*



### Rostro triangular

Llamada coloquialmente como “rostro de corazón” las principales características de este rostro son la pronunciada frente y el mentón delgado. Se pretende equilibrar los rasgos de la cara, reduciendo el protagonismo de los pómulos y la frente, enfocando la atención en la parte inferior. No es conveniente usar monturas con diseños o varillas con elementos decorativos que enfatizen la atención en la parte superior. El utilizar marcos anchos en parte inferior o ángulos redondeados, y formas orgánicas, suavizará la frente y se creará una armonía con la barbilla, al igual que las monturas sin bordes o bordes delgados, y de forma “cat eye”, colores y materiales que aporten mayor suavidad.

**Figura 14.**  
*Rostro triangular.*



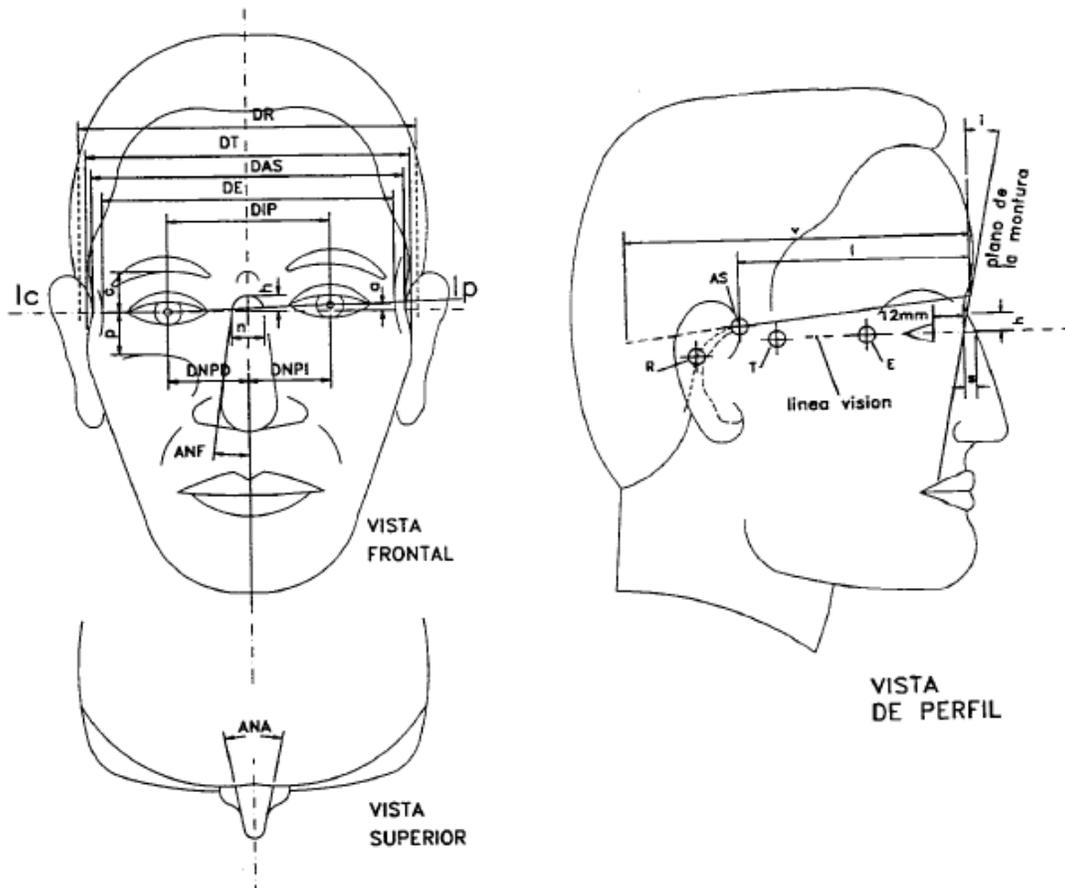
**Nota.** Los ejemplos anteriores fueron tomados de “Factor antropométrico aplicado al diseño de monturas oftálmicas mediante escaneo e impresión 3D” por K. Sarzoza y C. Vallejo, 2019, Universidad Técnica de Cotopaxi.

El análisis de los tipos de rostros se ayuda de la antropometría facial, ciencia que refiere al estudio de las medidas y proporciones de la cara de los usuarios, empleándose para la evaluación de anomalías o deformidades adquiridas y las comparaciones en las etapas del crecimiento (Bonilla et al., 2017).

#### 2.1.4. Medidas Faciales

Se ha establecido que el diseño de las monturas estará definido por la tipología de rostro y se debe concentrar en las medidas antropométricas del usuario de la tercera edad, haciendo enfoque en la zona próxima a nariz y ojos, área de apoyo y adaptación de este accesorio. Esto ayudará a escoger correctamente la montura y garantizar el buen montaje de la misma. De este modo, se estudia el plano frontal y lateral del rostro (Figura 15) y se obtienen medidas específicas que serán útiles para definir formas y dimensiones. Estas medidas se calculan empleando instrumentos especiales, habituales en óptica y antropometría (Ver página 37).

**Figura 15.** Medidas faciales frontales, superiores y de perfil.



**Nota.** Tomado de "Tecnología Óptica: Lentes oftálmicas, diseño y adaptación" por J. Aregay et al., 2001, Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya.

En la tabla 4, se presenta un resumen de las medidas principales y complementarias que, según autores (Aregay et al., 2001), son las necesarias al momento de diseñar una montura para lentes.

**Tabla 4.**  
*Medidas faciales fundamentales para el diseño de monturas.*

<b>Medidas frontales principales</b>	
<b>DIP</b>	Distancia interpupilar
<b>DE</b>	Distancia esfenoidal
<b>DT</b>	Distancia temporal
<b>DAS</b>	Distancia auricular superior
<b>ANF</b>	Ángulo nasal frontal (derecho e izquierdo)
<b>Medidas frontales relativas al plano de la montura</b>	
<b>n</b>	Ancho nasal
<b>Medidas frontales complementarias</b>	
<b>ANA</b>	Ángulo nasal de apertura o de ataque (derecho e izquierdo)
<b>Medidas de perfil</b>	
<b>i</b>	Ángulo de inclinación del plano de la montura
<b>l</b>	Longitud de la varilla
<b>v</b>	Longitud total de la varilla (nominal)

**Nota.** Tomadas de “*Tecnología Óptica: Lentes oftálmicas, diseño y adaptación*” por J. Aregay et al., 2001, Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya.

## 2.2. Las gafas

Si bien, son definidas como un artículo médico empleado para corregir problemas de visión que padecen las personas, las gafas son valoradas, en nuestra actualidad, como un accesorio de uso diario y permanente, en su mayoría, para la moda popular (Sarzoza y Vallejo, 2019). De ahí la importancia de diseñarse no solo a nivel funcional y técnico, si no también estético.

El uso de este artefacto data desde 1267 en Europa cuando los monjes franciscanos reconocieron la necesidad de su uso como útil instrumento para las personas de la tercera edad y aquellas que tuvieran la vista débil, en donde, ya a finales del siglo XIII se empleaban gafas de présbita, es decir, gafas con una sola graduación sin un diseño determinado (Aregay et al., 2001). Con el incremento de la demanda de gafas a partir de la invención de la imprenta en 1450, comenzó a ser habitual su recreación en el arte europeo. En el año de 1623 nacen las gafas tipo “Quevedo” gracias al retrato pintado de este escritor español en donde utiliza unas gafas de muelle, en donde las lentes estaban unidas por un arco exageradamente curvado que apretaban la nariz para sostenerse (Figura 16) (Sampedro y Barbón, 2012).

**Figura 16.**

*Gafas Quevedo, primeros diseños utilizados en Europa.*



**Nota.** Tomado de “Gafas en el Arte Español del s. XV” por A. Sampedro y J. Barbón, 2012, Grupo historia y humanidades en Oftalmología.

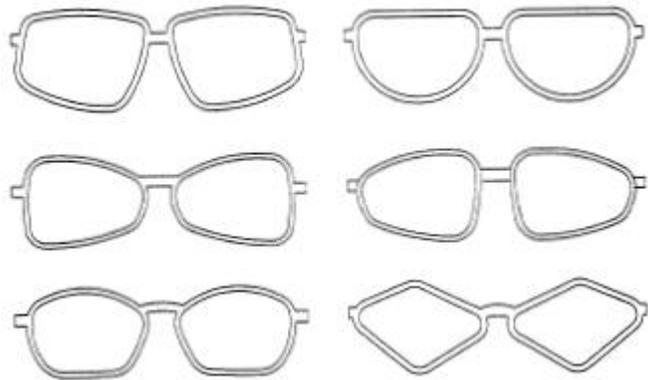
Entre los siglos XIII y XVIII, la fabricación de este producto era de tipo artesanal y limitada empleando materiales naturales como madera, huesos de animales y piedras. A partir del siglo XIX, las técnicas y los procesos se hicieron más complejos debido a la entrada de la Revolución Industrial (Aregay et al., 2001). Fue hasta el siglo XX que el diseño industrial comenzó a jugar un papel importante en la producción pues asignaba atributos técnicos y de funcionalidad potenciando la estética, que comenzaba a ser más valorada por el usuario.

Las gafas se componen de dos elementos básicos que son las lentes, empleadas para enfocar y corregir la vista; y la montura, estructura en la cual se acoplan las lentes y estos al mismo tiempo se apoyan en nariz y orejas, siendo este el elemento por el cual las gafas se han convertido en objetos de moda. El estilo de las monturas y el material con el que están compuestas nos dan la idea de su forma pues parten de formas geométricas básicas como cuadrados, círculos, triángulos, rectángulos u óvalos. De estas formas, derivan diversas variaciones en cuanto proporción, amplitud, altura y su adaptación a la anatomía del rostro, ajustando inclinación nasal, arqueado

de cejas, redondeamiento, achaflanado, etc. Según ópticos y diseñadores especializados, (Aregay et al., 2001) estos elementos en conjunto permiten un sinfín de combinaciones clasificándolas en las de tipo básico que son las que contienen formas geométricas muy claras, de tipo complejo en donde destacan las trapezoidales, rómbicas y poligonales; y finalmente la combinación de los tipos básicos, basados en trapecios, triángulos y combinaciones características (Figura 17).

**Figura 17**

*Formas combinadas de monturas, basadas en los tipos básicos y complementarios.*



**Nota.** Tomadas de “Tecnología Óptica: Lentes oftálmicas, diseño y adaptación” por J. Aregay et al., 2001, Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya.

Con esto se puede argumentar que las monturas son el componente diferenciador de este producto al variar su forma y los materiales con las que se fabrican, que corresponde en su mayoría al material del aro o frontal, que es una de las partes más importantes y características de las monturas.

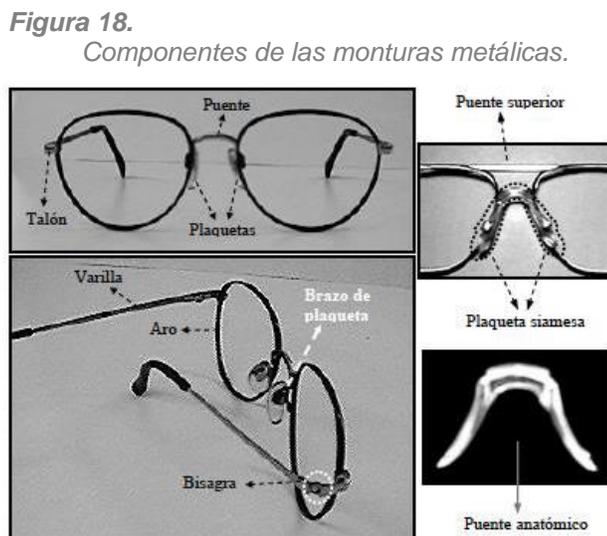
### 2.2.1. Análisis de materiales

Actualmente, existe diversidad de materias primas con las que se pueden producir las gafas. Como se mencionaba anteriormente, los materiales naturales como huesos o cuernos de animales, maderas y piedras eran los recursos con los que se creaban los primeros diseños en la época antigua. Sin embargo, se pueden encontrar reconocidas marcas que aún emplean estos materiales poniendo a la venta productos fabricados artesanalmente (Sicomoro, 2017). Este tipo de gafas, además de los que son fabricados a base de plásticos reciclados y

mediante el proceso de inyección, son a los que denominan como orgánicos, naturales, sostenibles y ecológicos (Sajú, 2016).

No obstante, en la industria de este producto, se pueden encontrar materiales principales, con los que comúnmente se fabrica la mayoría de las monturas. De acuerdo a la clasificación que realizan algunos autores (Aregay et al., 2001), se pueden definir los siguientes tipos de monturas. Por un lado, se tienen las monturas metálicas, constituidas en su totalidad por elementos metálicos como el titanio, monel, berilio, aluminio, acero inoxidable y sus derivados, como puede ser el “Flexon”, nombre con el que se le denomina a la aleación con base de titanio, un metal con memoria de tecnología avanzada en el puente y/o las varillas, lo cual hace que sean flexibles, que se puedan doblar y volver a su forma original (Marchon Eyewear, 2023). Los componentes de la montura metálica se mencionan a continuación (Figura 18):

- **Cierre de aro:** área donde se abre o se cierra el aro con un tornillo.
- **Puente superior:** este puente se encuentra en algunas monturas por encima del habitual y sirve para mejorar la estética.
- **Puente anatómico:** este puente se acopla a la montura metálica por comodidad y es de material plástico, además que sigue la forma de la nariz.
- **Plaqueta siamesa:** son dos almohadillas de material plástico unidas por la parte superior. Sirven para apoyar la nariz y dar comodidad.



**Nota.** Tomado de “Factor antropométrico aplicado al diseño de monturas oftálmicas mediante escaneo e impresión 3D” por K. Sarzoza y C. Vallejo, 2019, Universidad Técnica de Cotopaxi.

El siguiente grupo a describir es el grupo de las monturas plásticas o de pasta, constituidas únicamente de plásticos de diferentes composiciones como el zyl, acetato, nylon, optyl, ultem, fibra de carbono, poliamida y sus

derivados, como lo puede ser el TR90, que se compone principalmente del nylon y se caracteriza por su uso reciente en monturas flexibles, elásticas, resistentes y cómodas. No se deforman y soportan altas presiones.

Las monturas plásticas están compuestas de elementos similares a las metálicas, sin embargo, existen dos más que las identifican:

- **Puente anatómico:** es el más utilizado en estas monturas especialmente por la comodidad que brinda.
- **Puente “llave”:** tiene la particularidad de que en la parte superior no sigue la forma de la nariz y por ende no es muy utilizado.

Mismos autores (Aregay et al., 2001), especifican tres grupos más que provienen de los ya explicados: las monturas mixtas plásticas los cuales se componen de sus aros o frente de plástico y el resto de metal, las monturas mixtas de metal en donde este material conforma el frontal mientras que los demás elementos son de plástico y finalmente las monturas al aire en las que no hay aro para las lentes y únicamente cuenta con elementos estructurales para su fijación, soporte nasal y varillas.

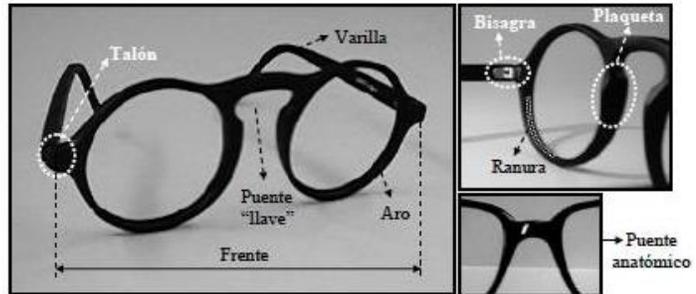
Todo tipo de monturas están compuestos por los mismos elementos en su mayoría, independientemente de su composición, diseño o forma. No obstante, existen componentes principales los aros o frente, el puente, las varillas, y las bisagras, a diferencia de los complementos de decoración que pueden ser los terminales de varillas, plaquetas nasales, embellecedores y elementos de montaje.

### 2.2.2. Sistemas de unión

Desde la adición de varillas a las monturas con el fin de mejorar este accesorio y facilitar su uso, se han ido modificado los sistemas de unión de estos dos componentes. Se tiene el

**Figura 19.**

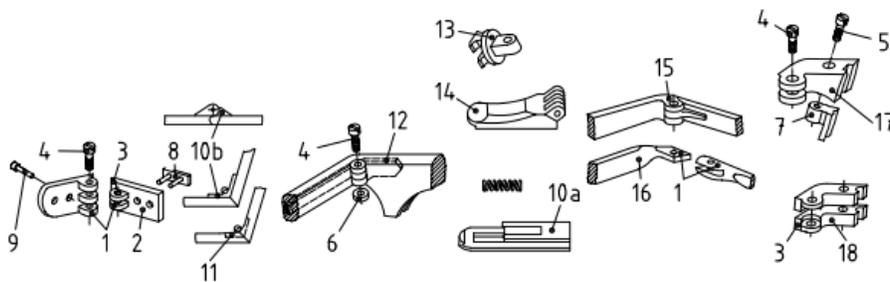
*Componentes de las monturas plásticas.*



**Nota.** Tomado de “Factor antropométrico aplicado al diseño de monturas oftálmicas mediante escaneo e impresión 3D” por K. Sarzoza y C. Vallejo, 2019, Universidad Técnica de Cotopaxi.

sistema más común el cual requiere el uso de bisagras y pequeños tornillos, sin embargo, existen diversas formas de aplicar este sistema. Es común observar en monturas plásticas, la adecuación de pequeñas bisagras metálicas. Estos elementos se ajustan en las varillas y talones de la montura realizando un desgaste en los extremos de ambas piezas para ser unidas mediante las orejas de las bisagras con ayuda de tornillos. Las bisagras pueden ser incorporadas a las piezas, empotradas o simplemente de tipo superficial o sobrepuestas (Figura 20).

**Figura 20.**  
*Ejemplos de los tipos de bisagras.*



**Nota.** Tomado de “UNE-EN ISO 7998 Óptica oftálmica. Monturas de gafas. Vocabulario y listas de términos equivalentes.” por UNE, 2007, Asociación Española de Normalización.

**Tabla 5.**  
*Simbología de los tipos de bisagras.*

SIMB.	REFERENCIA	SIMB.	REFERENCIA
1	Orejas de bisagra	10a	Mecanismo elástico
2	Pala	10b	Bisagra sobrepuesta
3	Tope de bisagra	11	Bisagra empotrada
4	Tornillo de bisagra	12	Bisagra incorporada
5	Tornillo de cierre	13	Bisagra hongo
6	Tuerca	14	Bisagra elástica
7	Cierre de aro	15-16	Bisagra monobloc
8	Perno doble o embellecedor	17-18	Talón monobloc
9	Perno		

**Nota.** Referencia tomada de “UNE-EN ISO 7998 Óptica oftálmica. Monturas de gafas. Vocabulario y listas de términos equivalentes.” por UNE, 2007, Asociación Española de Normalización.

En monturas metálicas se facilita más la unión de estos componentes ya que en los extremos de las varillas y talones de la montura se encuentran adaptadas las orejas de las bisagras únicamente para ser unidas con tornillos y tuercas, como se muestra en la figura 21, es decir sin necesidad de adaptar un elemento extra como es el caso de algunas monturas plásticas. Sin embargo, este mismo sistema de unión se ha implementado también en estas últimas mencionadas.

**Figura 21.**

*Ejemplo del sistema de unión en monturas metálicas.*



**Nota.** Tomado de “Cómo elegir una montura de un material que sea correcto”, por Vimont C., 2019, American Academy of Ophthalmology.

De la misma manera que en monturas metálicas, es común observar el mismo sistema de unión en las de tipo plásticas ya que durante las etapas de diseño y fabricación, existe la posibilidad de definir las bisagras de la montura en un mismo cuerpo con la parte frontal, con su contraparte en las varillas para su posterior ensamblaje (Figura 22). Gracias a esta modificación, se reduce el número de piezas o elementos a adaptar para realizar la unión de las gafas.

**Figura 22.**

*Ejemplo de bisagras adaptadas en monturas plásticas.*

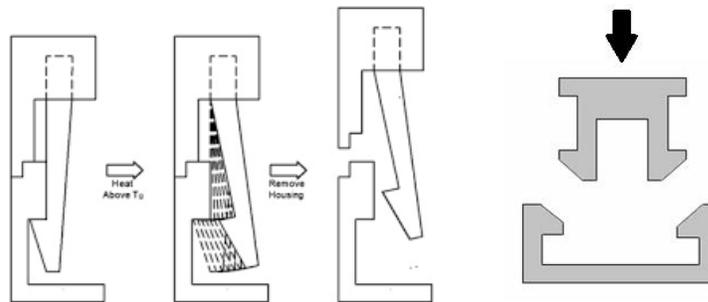


**Nota.** Tomado de “Factor antropométrico aplicado al diseño de monturas oftálmicas mediante escaneo e impresión 3D” por K. Sarzoza y C. Vallejo, 2019, Universidad Técnica de Cotopaxi.

Por otro lado, se tienen nuevas alternativas de unión que emplean otro tipo de mecanismos y tecnologías. Gracias a trabajos recientes relacionados al diseño de monturas por medio de la manufactura aditiva (Cardozo, 2021), se ha dado a conocer como han evolucionado las tecnologías en este tema y como esto ha beneficiado para implementar nuevos sistemas de unión que favorezcan la fabricación y producción de un artículo, específicamente, de las gafas. Una de estas alternativas y que ha sido utilizada recientemente, es la técnica Snap Fit.

Snap Fit es un proceso tradicional de diseño basado en el encaje o ajuste a presión el cual consiste en el cálculo de las características de ajuste al momento del ensamblaje. El criterio principal para un ajuste a presión es la flexibilidad, esta puede ser grande o pequeña dependiendo de las características de bloqueo, sin limitarlo a piezas de plástico, sino también en metal (Bonenberger, 2005). Sin embargo, los plásticos han hecho que el ajuste a presión sea más práctico y más utilizado debido a que su propiedad de flexibilidad es mayor.

**Figura 23.**  
*Ejemplos de sistemas de unión tipo Snap Fit.*



**Nota.** Tomado de “¿Qué es Snap Fit?, ¿cuál es su funcionamiento y como se diseñan?” por Ingeniería y Mecánica Automotriz, 2020, (<https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-snap-fit-cual-es-su-funcionamiento-y-como-se-diseñan>)

Las uniones mecánicas Snap Fit, o también llamadas clipajes (Figura 23), son uniones desmontables empleadas como sistema de ensamblaje en piezas fabricadas por inyección. Su popularidad en los procesos modernos de producción y manufactura se debe a la facilidad que brindan para simplificar los procesos de ensamblaje, logrando consigo la reducción en los costos asociados a la fabricación y montaje de muchos productos, pues disminuye el tiempo de ensamblaje y evita el uso de elementos externos como tornillos, adhesivos, entre otros elementos de unión minimizando el número de piezas ya que el sistema de unión forma parte del objeto. Con un diseño adecuado, se pueden desmontar y volver a ensamblar numerosas veces sin que sufran daños. De esta manera, se han diseñado monturas de gafas con

ensambles basados en la técnica Snap Fit, mismas que se ejemplifican a continuación en la figura 24.

**Figura 24.**

*Propuesta de diseño para gafas destinadas a jóvenes, basadas en la unión por ensamblaje "Snap Fit".*



**Nota.** Ejemplo de aplicación de ensamble tomado de “Snap Eye: Improve your style” por F. Cardozo, 2021, Universidad El Bosque, Facultad de Creación y Comunicación.

### 2.2.3. Soluciones existentes para el adulto mayor

Como ya se definió, las personas de edad avanzada son el grupo poblacional que más se ve afectado por problemas de visión debido a las posibilidades de padecer afectaciones parciales o en casos drásticos hasta ceguera. De ahí nace la necesidad de utilizar lentes para mejorar la agudeza visual como factor de protección de caídas, fenómeno frecuente que afecta a una gran proporción de la población mayor (De Santillana Hernández et al., 2002). Sin embargo, actualmente no existen líneas de diseño de monturas adecuadas destinadas al grupo en cuestión que contribuyan a mejorar la agudeza visual y la calidad de vida.

Previamente se ha realizado una descripción general de las soluciones existentes que se encuentran en el mercado, pero es en este apartado en donde se hará mayor énfasis de las mismas. La primera solución que salió a la venta fueron las gafas premontadas, entrando al mercado alrededor de los años 2000 como una opción novedosa para ser utilizada de forma emergente o intermitente. Son fabricadas bajo medidas y formas estándares y con una graduación preestablecida iguales para ambos ojos. Rápidamente se popularizaron debido al económico precio y su facilidad de adquisición, pues se pueden encontrar en tiendas de autoservicio, farmacias y supermercados, sin asesoramiento de especialistas. Estas gafas de lectura han ido evolucionando en cuanto a diseño y materiales, sin embargo, no están basados en brindar la mejor calidad ni especializarse en los diferentes tipos de usuarios, e incluso, en algunas ocasiones, este producto no resulta ergonómico para su uso por adultos mayores (Figura 25).

**Figura 25.**  
*Tipos de gafas premontadas existentes en el mercado.*



**Nota.** Tomado de “Gafas premontadas”, Amazon, página web.

Por otro lado, tenemos una opción de mayor calidad en cuanto a materiales y diseño como son las gafas de prescripción médica. Esta opción si es personalizada por especialistas respecto a las necesidades visuales, graduándolas de acuerdo a cada usuario. Este tipo de gafas se basa mayormente en el diseño y materiales, ya que ofrecen una amplia variedad de formas y estilos. Al ser un producto de calidad, son gafas que están diseñadas por marcas reconocidas en el mercado y gran parte de estas toman en cuenta como elemento primordial la sostenibilidad en sus materiales. Son marcas que ofrecen colecciones únicas e innovadoras para aquellos que busquen un accesorio original, resistente, colorido y sobre todo diferente.

Sin embargo, a pesar de estas grandes ventajas, son escasas las marcas que destinan y especializan sus diseños al grupo de la tercera edad. La mayoría de ellas, enfocan sus líneas de diseño diferenciado únicamente el sexo, es decir para hombres o mujeres, y generalizan en grupo de edad, ofreciendo diseños que podrían utilizar jóvenes y adultos. Al no ser líneas de monturas especialmente diseñadas en base a las necesidades del adulto mayor, su fisonomía y antropometría, este usuario sigue padeciendo los mismos problemas e incomodidades. Se debe agregar que los precios de estas gafas, al ser gafas de marcas de renombre, son en algunos casos muy elevados y muchas veces no accesibles para el grupo en cuestión.

Para ejemplificar este grupo de gafas, se realizó una investigación de mercado de las marcas que brindan este producto con las características ya mencionadas, la cual arrojó como resultado marcas europeas en su mayoría que se identifican por diseñar sus productos en base a lo ya mencionado, en las que destaca la marca "FAVR". Esta es una marca española que brinda gafas ópticas y de sol con diseños sofisticados, fabricados con acetatos y micas de la más alta calidad. Trabaja de la mano con más ópticas de tipo internacional para brindar gafas de marca que estén en tendencia en cuanto a colores, estilos y formas.

En la plataforma FAVR, las monturas de gafas españolas se encuentran entre las más elegantes y avanzadas del mundo. La lista de diseñadores españoles de gafas y fabricantes de gafas graduadas de calidad es muy amplia. Y la tradición en este país para el diseño de anteojos es igual de rica (FAVR, 2023). Los precios de los productos que maneja esta marca rondan los 300 euros hasta los 1800 euros, aproximadamente entre \$6,000 y \$20,000 pesos mexicanos.

Si bien, su línea de diseño es muy amplia, estas se destinan principalmente al público joven justificando que los estilos se pueden adaptar también a grupos de mayor edad (Figura 26).

**Figura 26.**

*Ejemplo de publicidad que se puede encontrar en "FAVR", de la marca "Woodys Barcelona", en donde se aprecia el nicho de mercado principal al que están destinadas las gafas.*



**Nota.** Ejemplo tomado de "FAVR Ópticas: Tienda en línea" por FAVR, 2023, (<https://www.favrspecs.com/es/>)

Para concluir este apartado, se habla de las gafas multitarea, un producto reciente que se popularizó alrededor del año 2019, lanzándose al mercado como una solución para aquellos usuarios que necesitan emplear más de dos tipos de gafas para mejorar su calidad visual, de este modo pueden realizar diversas tareas sin estar cambiando el armazón.

Estas gafas se caracterizan por contar con tecnología multienfoque la cual se basa en que las lentes integran un amplio rango de graduaciones, ayudando a que el ojo enfoque automáticamente al momento de usarlas, ya sea para ver de lejos o de cerca. Es por esta característica que están destinadas principalmente al adulto mayor.

Su similitud con las gafas premontadas, la hacen compartir las mismas características en cuanto a diseño y ergonomía (Figura 27). Cuentan con diseños básicos en algunas ocasiones poco estéticos, no aptos para cualquier fisonomía y están fabricados con plásticos y acetatos de muy baja calidad, lo que provoca que su calidad de vida se vea reducida.

**Figura 27.**

*Ejemplo de gafas multienfoque existentes en el mercado.*



**Nota.** Tomado de “Gafas premontadas”, Amazon, página web.

## 2.3. Normas para la fabricación de monturas

Para fines de desarrollo de este proyecto, es importante conocer el ámbito normativo que refiere al diseño de monturas para gafas. Al aplicar estas normas se establecen procesos y criterios en el diseño, haciéndolo verificable, sostenible y más seguro. Dentro de este grupo de normativas, destacan tres consideradas relevantes para esta investigación.

2.3.1. UNE-EN ISO 8624: 2020 “Óptica oftálmica. Monturas de gafas: Sistema de medida y vocabulario.”

Esta primera norma especifica los sistemas de medición para las monturas de gafas y vocabulario relacionado, haciendo referencia a los componentes y su denominación (UNE, 2020). Actualmente, existen tres sistemas de medición que derivan de los primeros intentos internacionales: los sistemas boxing, datum y gomac.

### 2.3.1.1. Sistema Boxing

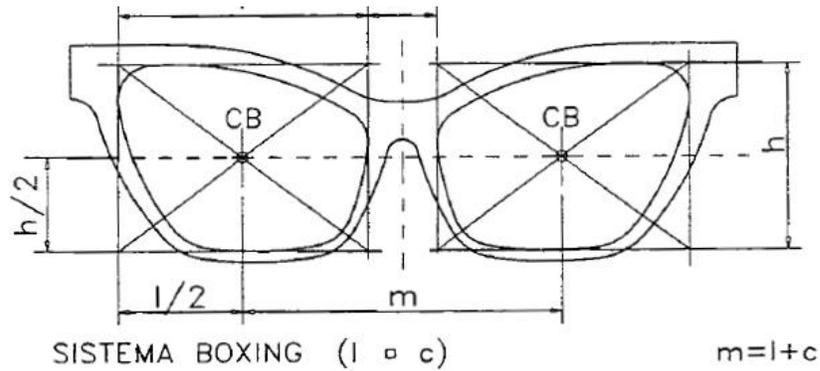
Boxing toma en consideración las medidas globales del calibre de la lente como su altura y anchos máximos, formado una caja de referencia como se muestra en la figura 28 (Ver página 51), siendo el centro geométrico de esta el centro de todo el sistema (Aregay et al., 2001).

**Tabla 6.**  
*Simbología del sistema Boxing.*

<b>SIMBOLOGÍA</b>	<b>REFERENCIA</b>
<b>CB</b>	Centro del sistema
<b>I</b>	Ancho máximo del calibre
<b>c</b>	Separación entre calibres
<b>m</b>	Distancia entre centros del sistema
<b>h</b>	Altura de la lente

**Nota.** Simbología tomada de “*Tecnología Óptica: Lentes oftálmicas, diseño y adaptación*” por J. Aregay et al., 2001, Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya.

**Figura 28.**  
Medidas de monturas. Boxing.



**Nota.** Tomado de “Tecnología Óptica: Lentes oftálmicas, diseño y adaptación” por J. Aregay et al., 2001, Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya.

### 2.3.1.2. Sistema Datum

Dentro de este sistema, las medidas se toman desde un eje horizontal de referencia que se encuentra a media altura del calibre, visible en la figura 29. Por lo tanto, las medidas serán paralelas a este eje y las mismas para cada lente (Sarzoza y Vallejo, 2019).

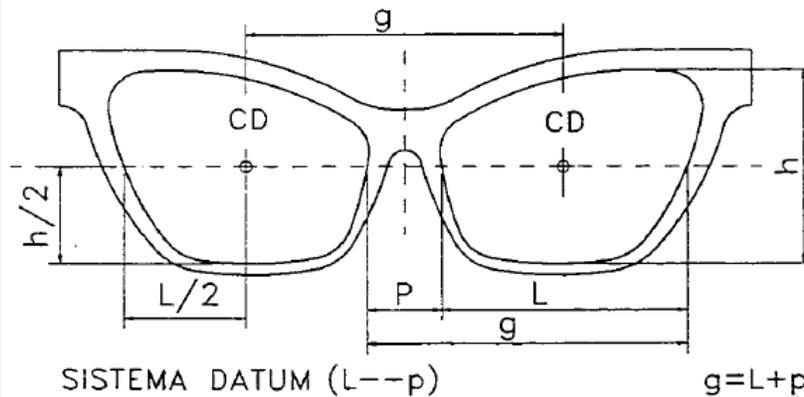
**Tabla 7.**  
Simbología del sistema Datum.

SIMBOLOGÍA	REFERENCIA
<b>CD</b>	Centro del sistema
<b>L</b>	Ancho del calibre
<b>p</b>	Distancia entre calibres
<b>g</b>	Distancia entre centros
<b>h</b>	Altura de la lente

**Nota.** Simbología tomada de “Tecnología Óptica: Lentes oftálmicas, diseño y adaptación” por J. Aregay et al., 2001, Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya.

**Figura 29.**

*Medidas de monturas. Datum.*



**Nota.** Tomado de “*Tecnología Óptica: Lentes oftálmicas, diseño y adaptación*” por J. Aregay et al., 2001, Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya.

### 2.3.1.2. Sistema Gomac

De acuerdo con ópticos de la Comunidad Económica Europea (CEE), este sistema es una síntesis de los dos anteriores, incluyendo la medida de anchura del arco del puente a la altura del eje horizontal (Galindo y Villegas, 2001). Por esta razón, es un poco complejo para interpretar y muy poco utilizado para fabricar monturas.

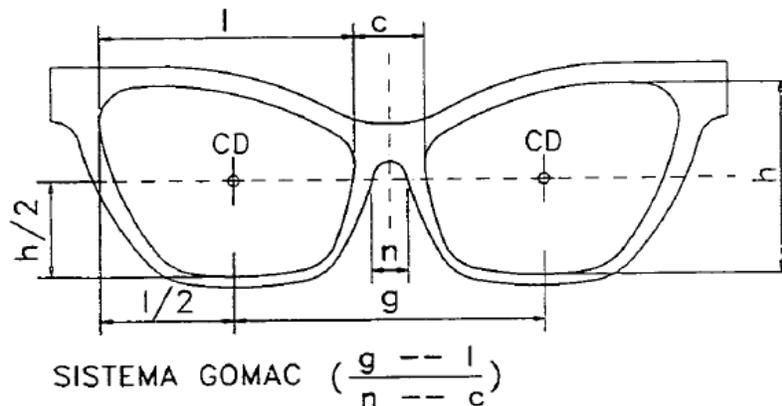
**Tabla 8.**

*Simbología del sistema Gomac.*

SIMBOLOGÍA	REFERENCIA
<b>CD</b>	Centro del sistema
<b>l</b>	Ancho máximo del calibre
<b>c</b>	Separación entre calibres
<b>g</b>	Distancia entre centros
<b>n</b>	Anchura del arco del puente

**Nota.** Simbología tomada de “*Tecnología Óptica: Lentes oftálmicas, diseño y adaptación*” por J. Aregay et al., 2001, Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya.

**Figura 30.**  
Medidas de monturas. Gomac.



**Nota.** Tomado de “Tecnología Óptica: Lentes oftálmicas, diseño y adaptación” por J. Aregay et al., 2001, Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya.

Si bien los sistemas Boxing y Datum son muy similares, es el primero el más empleado actualmente por fabricantes de monturas debido a su carácter técnico y por no incluir ningún dato anatómico. Sin embargo, son los sistemas Datum y Gomac, los que se aproximan más a las medidas faciales del usuario (Aregay et al., 2001). A pesar de que las medidas de las monturas y las faciales deben estar ampliamente relacionadas con el fin de una buena adaptación entre montura y rostro, es importante mencionar que no se debe confundir en ningún momento.

### 2.3.2. NMX-S-057-SCFI-2002: “Seguridad- Equipo de protección personal. Protectores oculares primarios contra impactos.”

Esta norma establece la clasificación, especificaciones, métodos de prueba y marcado con los que deben cumplir los anteojos y gafas empleados para la protección (Secretaría de Economía, 2002). Aun cuando la norma refiere a protectores oculares, se considera importante retomar el apartado de requerimientos que aborda para su diseño y construcción, mismo que será aplicado en el diseño de las monturas desarrolladas en este proyecto. La norma establece lo siguiente:

“5.1.1. Los materiales de fabricación no deben ser irritantes, ni causar algún otro efecto nocivo en la piel o en los ojos del usuario.

5.1.2. El acabado de todos los componentes de los anteojos y gafas de protección (armazones, micas, protecciones laterales, guardas superior e inferior, puente nasal y patillas), deben estar libres de bordes agudos o filosos, pliegues, arrugas, estrías, rebabas o protuberancias.”

(NMX-S-057-SCFI, 2002, p.08)

### 2.3.3. UNE-EN ISO 7998:2007. “Óptica oftálmica. Monturas de gafas. Vocabulario y listas de términos equivalentes.”

La siguiente normativa se considera relevante para el desarrollo de esta investigación ya que explica términos de uso común relacionados a las monturas de gafas con varilla, y define sus componentes y variantes en diversos idiomas (UNE, 2007). Divide y explica los diversos tipos de monturas que se pueden fabricar, así como cada uno de sus elementos y componentes. Sin embargo, se analizaron específicamente los marcos plásticos o fabricados de materiales naturales orgánicos ya que comparten similitudes, mismos que se presentan a continuación.

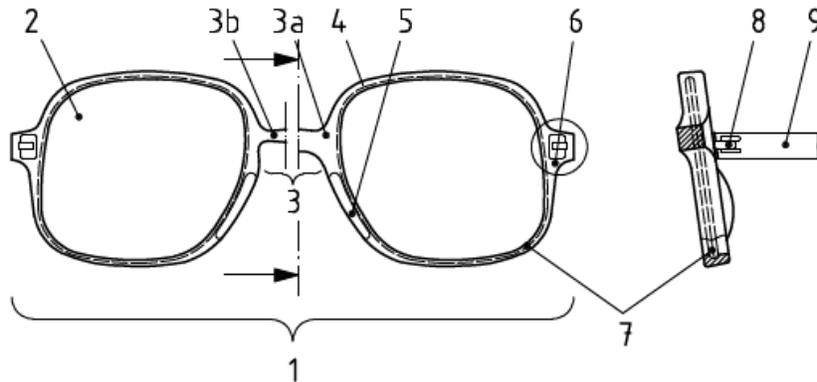
**Tabla 9.**

*Simbología de los componentes de las monturas plásticas*

<b>SIMB.</b>	<b>REFERENCIA</b>	<b>SIMB.</b>	<b>REFERENCIA</b>
<b>1</b>	Frente	<b>5</b>	Plaqueta
<b>2</b>	Silueta interior	<b>6</b>	Talón
<b>3</b>	Puente	<b>7</b>	Ranura
<b>3a</b>	Puente anatómico	<b>8</b>	Bisagra
<b>3b</b>	Puente llave	<b>9</b>	Varilla
<b>4</b>	Aro		

**Nota.** Referencia tomada de “UNE-EN ISO 7998 Óptica oftálmica. Monturas de gafas. Vocabulario y listas de términos equivalentes.” por UNE, 2007, Asociación Española de Normalización.

**Figura 31.**  
Ejemplo de montura plástica.



**Nota.** Tomado de “UNE-EN ISO 7998 Óptica oftálmica. Monturas de gafas. Vocabulario y listas de términos equivalentes.” por UNE, 2007, Asociación Española de Normalización.

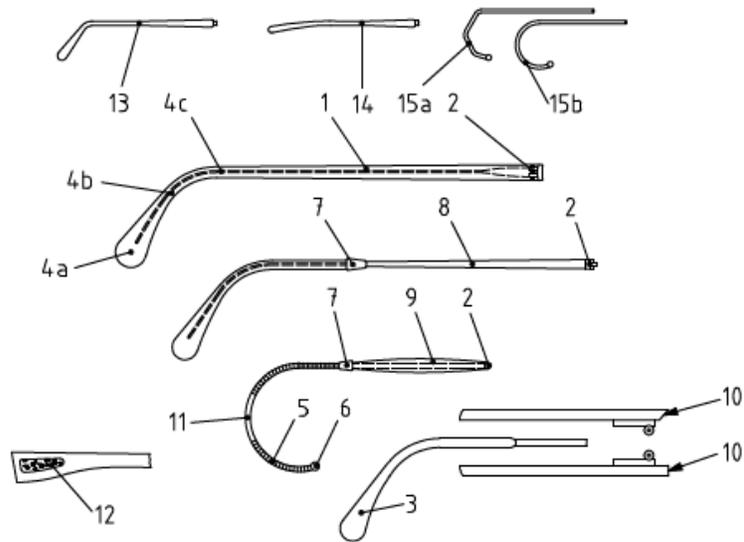
Así mismo, se estudiaron algunos otros elementos de los componentes con los que puede estar conformadas las monturas plásticas, como lo son las varillas y sus variables (Tabla 10 y figura 32) y los tipos de talones que se pueden observar en ellas, los cuales son las áreas laterales del frente de la montura, es decir el aro, que están en contacto directo con las varillas (Tabla 11 y figura 33).

**Tabla 10.**  
Simbología de los componentes y tipos de varilla.

SIMB.	REFERENCIA	SIMB.	REFERENCIA
1	Alma o interior	8	Varilla metálica
2	Bisagra	9	Cobertura de plástico
3	Terminal	10	Unión
4a	Espátula	11	Alma o interior
4b	Terminal de varilla	12	Embellecedor
4c	Curva de terminal	13	Varilla curvada
5	Gusanillo o bucle	14	Varilla recta
6	Bola terminal	15a	Varilla anatómica
7	Casquillo	15b	Varilla de gusanillo o varilla anatómica de terminal flexible

**Nota.** Referencia tomada de “UNE-EN ISO 7998 Óptica oftálmica. Monturas de gafas. Vocabulario y listas de términos equivalentes.” por UNE, 2007, Asociación Española de Normalización.

**Figura 32.**  
Ejemplos y componentes de las varillas.



**Nota.** Tomado de “UNE-EN ISO 7998 Óptica oftálmica. Monturas de gafas. Vocabulario y listas de términos equivalentes.” por UNE, 2007, Asociación Española de Normalización.

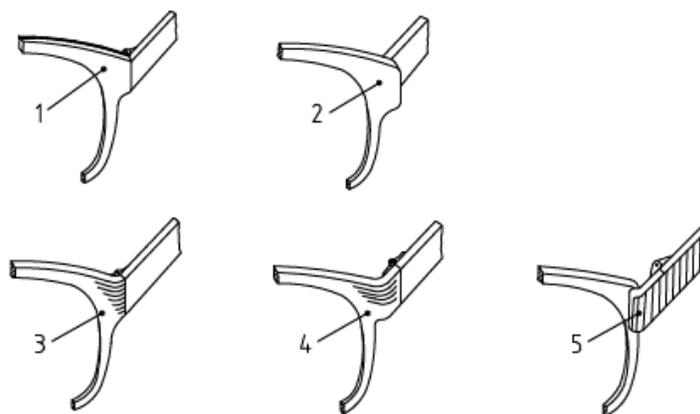
**Tabla 11.**  
Simbología de los tipos de talones en monturas plásticas.

SIMB.	REFERENCIA
1	Talón ajustado
2	Talón sin ajuste
3	Talón cubierto
4	Talón curvado
5	Talón superpuesto

**Nota.** Referencia tomada de “UNE-EN ISO 7998 Óptica oftálmica. Monturas de gafas. Vocabulario y listas de términos equivalentes.” por UNE, 2007, Asociación Española de Normalización.

**Figura 33.**

*Tipos de talones en monturas plásticas.*



**Nota.** Tomado de “UNE-EN ISO 7998 Óptica oftálmica. Monturas de gafas. Vocabulario y listas de términos equivalentes.” por UNE, 2007, Asociación Española de Normalización.

De la misma manera, esta norma brinda información sobre las dimensiones y ángulos principales a considerar para el diseño y fabricación de monturas, los cuales se relacionan con el sistema de medición de la UNE-EN ISO 8624 descrita anteriormente.

**Tabla 12.**

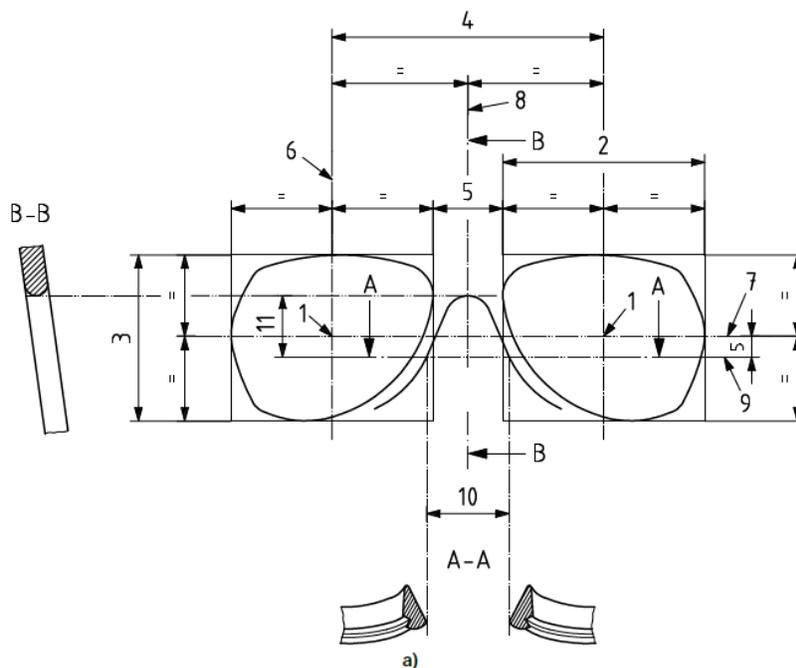
*Simbología del sistema de medición de monturas, primera parte.*

<b>Simb.</b>	<b>Referencia</b>	<b>Simb.</b>	<b>Referencia</b>
<b>1</b>	Centro del aro	<b>7</b>	Eje horizontal del aro
<b>2</b>	Calibre nominal	<b>8</b>	Eje de simetría vertical
<b>3</b>	Altura del calibre	<b>9</b>	Línea horizontal, medida de espacio nasal
<b>4</b>	Distancia entre centros	<b>10</b>	Espacio nasal
<b>5</b>	Anchura de puente	<b>11</b>	Situación del eje de medición del espacio nasal
<b>6</b>	Eje vertical del aro		

**Nota.** Referencia tomada de “UNE-EN ISO 7998 Óptica oftálmica. Monturas de gafas. Vocabulario y listas de términos equivalentes.” por UNE, 2007, Asociación Española de Normalización.

**Figura 34.**

*Medidas de monturas, primera parte, plano X-Y.*



**Nota.** Tomado de “UNE-EN ISO 7998 Óptica oftálmica. Monturas de gafas. Vocabulario y listas de términos equivalentes.” por UNE, 2007, Asociación Española de Normalización.

**Tabla 13.**

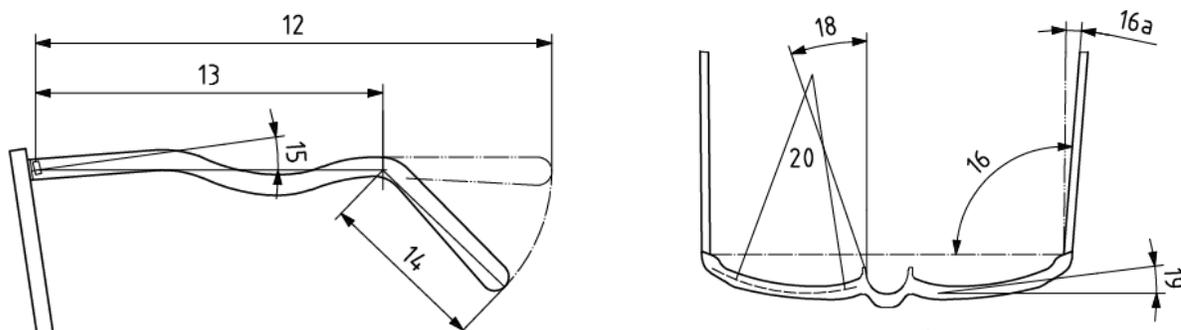
*Simbología del sistema de medición de monturas, segunda parte.*

SIMB.	REFERENCIA
12	Longitud de varilla
13	Longitud hasta la curva del terminal
14	Longitud del terminal
15	Inclinación
16	Abertura

**Nota.** Referencia tomada de “UNE-EN ISO 7998 Óptica oftálmica. Monturas de gafas. Vocabulario y listas de términos equivalentes.” por UNE, 2007, Asociación Española de Normalización.

**Figura 35.**

*Medidas de monturas, segunda parte, dentro de plano X-Y.*



**Nota.** Tomado de “UNE-EN ISO 7998 Óptica oftálmica. Monturas de gafas. Vocabulario y listas de términos equivalentes.” por UNE, 2007, Asociación Española de Normalización.

**Tabla 14.**

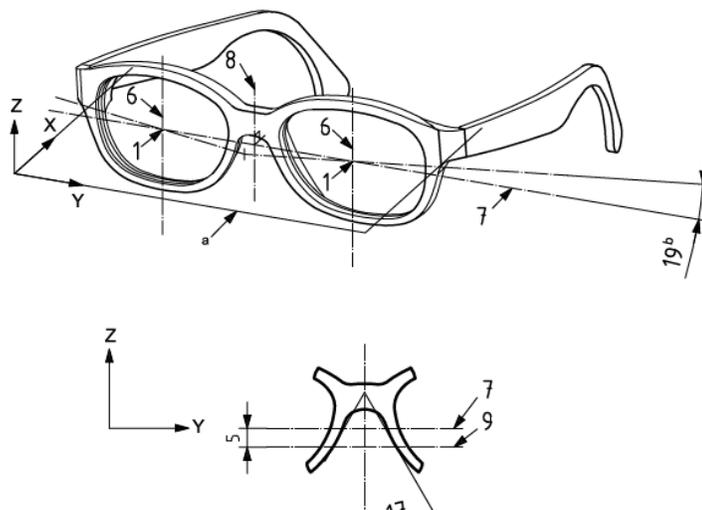
*Simbología del sistema de medición de monturas, tercera parte.*

SIMB.	REFERENCIA
17	Ángulo nasal
18	Ángulo de inclinación de la plaqueta
19	Ángulo de curvatura de enfrente
20	Meniscado

**Nota.** Referencia tomada de “UNE-EN ISO 7998 Óptica oftálmica. Monturas de gafas. Vocabulario y listas de términos equivalentes.” por UNE, 2007, Asociación Española de Normalización.

**Figura 36.**

*Medidas de monturas, tercera parte.*



**Nota.** Tomado de “UNE-EN ISO 7998 Óptica oftálmica. Monturas de gafas. Vocabulario y listas de términos equivalentes.” por UNE, 2007, Asociación Española de Normalización.

## 2.4. Impresión en 3D

Para entender la Impresión en 3D, una técnica de prototipado que se ha popularizado en nuestra actualidad, es importante primero definir que son las tecnologías de fabricación digital o TFD por sus siglas en ingles. Las TDF son un conjunto de tecnologías empleado para materializar modelos o prototipos con una extensa variedad de técnicas, materiales y acabados, partiendo desde un archivo digital CAD, es decir desde un Diseño Asistido por Computadora. Estas tecnologías se caracterizan por su empleo para fabricar prototipos con geometrías complejas y alto grado de precisión que no serían posibles con las tecnologías tradicionales (Torreblanca, 2016). Según el método de fabricación, estas tecnologías se agrupan en Tecnologías de Fabricación Sustractiva (TFS), que son las que se caracterizan por el desbaste o corte a partir de un archivo CAD en dos dimensiones como lo son las fresadoras o router CNC, corte láser, torno CNC, por mencionar los más populares; y las Tecnologías de Fabricación Aditiva (TFA), popularmente conocidas como Impresión en 3D.

Se le llama Manufactura Aditiva (TFA) al método de producción digitalizada cuyo proceso se basa en la unión de capas de material que se adhieren una tras otra para obtener un objeto físico o prototipo tridimensional correspondiente a un archivo CAD previamente modelado (Christoph et al., 2016). Para lograr la impresión digital se crea un modelo en 3D utilizando un software CAD, mismo que es exportado generando un archivo en formato STL o Lenguaje de Triangulo Estándar, el cual contiene la información geométrica del modelo. Estas tecnologías de prototipado se han popularizado gracias a las ventajas que tienen en comparación con las de tipo tradicional, ya que ahorran tiempo y energía al producir objetos disminuyendo el impacto ecológico de su producción, las piezas se fabrican directamente evitando la elaboración de moldes, se pueden fabricar estructuras más complejas en una sola pieza reduciendo el número de partes necesarias, ofrece un mayor valor cuando se desea la personalización de un objeto o partes de repuesto, entre otras. Para estas tecnologías, es importante tener en cuenta las limitantes que se pueden encontrar a la hora de fabricar como pueden ser la sensibilidad al calor o humedad, la afectación de la temperatura ambiente o de la boquilla, la velocidad de impresión, la altura o cantidad de capas y la geometría del relleno (Bravo y Diosdado, 2017).

La Manufactura Aditiva ha tenido un notable y continuo crecimiento gracias a los diversos beneficios que aporta a los sectores industriales más importantes. De acuerdo con autores (Christoph et al., 2016), se enlista en la tabla 15 los sectores industriales en los que ha tenido mayor impacto la impresión 3D y sus beneficios específicos.

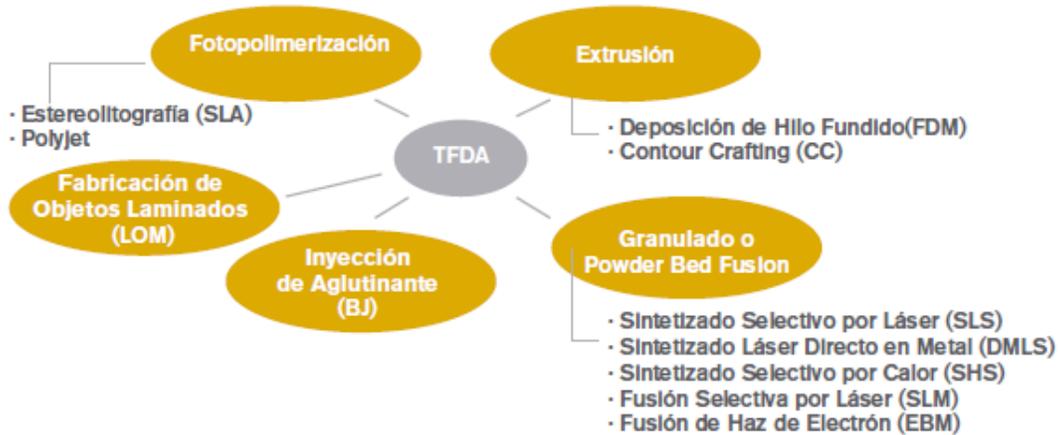
**Tabla 15.**  
*Principales aportes de la impresión 3D en la industria.*

<b>SECTOR INDUSTRIAL</b>	<b>BENEFICIOS PARA EL SECTOR</b>
<b>Automotriz y manufactura industrial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Consolidación de muchos componentes en una sola pieza compleja.</li> <li>▪ Creación de herramientas para la producción.</li> <li>▪ Producción de componentes y repuestos.</li> <li>▪ Reducción de los tiempos de desarrollo de productos.</li> </ul>
<b>Electrónica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fabricación de circuitos impresos mediante la aplicación de tintas conductoras.</li> <li>▪ Fabricación de dispositivos electromecánicos a partir de planos tridimensionales.</li> </ul>
<b>Aeroespacial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Creación de partes con geometrías complejas, no realizables con métodos de producción convencionales.</li> <li>▪ Control de propiedades del producto impreso como densidad, rigidez y otras, y la capacidad de distribuir las en diferentes partes de una pieza.</li> <li>▪ Creación de partes más livianas, manteniendo la resistencia mecánica</li> </ul>
<b>Farmacia y Medicina</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Planificación de cirugías usando modelos anatómicos precisos, elaborados a partir de datos con tomografía o resonancia magnética.</li> <li>▪ Desarrollo de implantes ortopédicos y prótesis adaptados a las necesidades y dimensiones específicas del paciente (prótesis, audífonos, dientes artificiales, injertos óseos).</li> <li>▪ Uso de partes humanas impresas en 3D para la educación en medicina.</li> <li>▪ Impresión de tejidos vivos para realizar ensayos relacionados al desarrollo de nuevas medicinas (medicina regenerativa).</li> </ul>
<b>Arquitectura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reemplazo de técnicas manuales para la visualización de modelos de edificios de alta precisión.</li> </ul>
<b>Venta al por menor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Creación de juguetes, joyas, decoraciones de hogar y otros, con diseños únicos.</li> <li>▪ Elaboración de repuestos, por ejemplo, para efectuar reparaciones de carros y hogar.</li> </ul>
<b>Deportes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Creación de geometrías y formas de equipos y accesorios que no son posibles fabricar con métodos tradicionales.</li> <li>▪ Creación de equipos personalizados para mejor ajuste y protección.</li> <li>▪ Creación de prendas específicas (botines de fútbol) adaptados a los datos biomecánicos del individuo.</li> <li>▪ Creación de prototipos de materiales y colores múltiples para realizar pruebas de producto.</li> </ul>

*Nota.* Tomado de "Manufactura Aditiva", por R. Christoph et al., 2016, Realidad y Reflexión.

Se debe tomar en cuenta la selección del material y la tecnología a utilizar, ya que varían sus procesos y el tipo de materiales que imprimen, así como el trabajo post-procesamiento que las piezas requieren. Existen diferentes tipos de impresión en 3D de acuerdo al tipo de proceso que emplean. A continuación, se presenta un diagrama de clasificación de las TFA que se conocen.

**Figura 37.** Clasificación de las tecnologías de Fabricación Digital Aditiva.



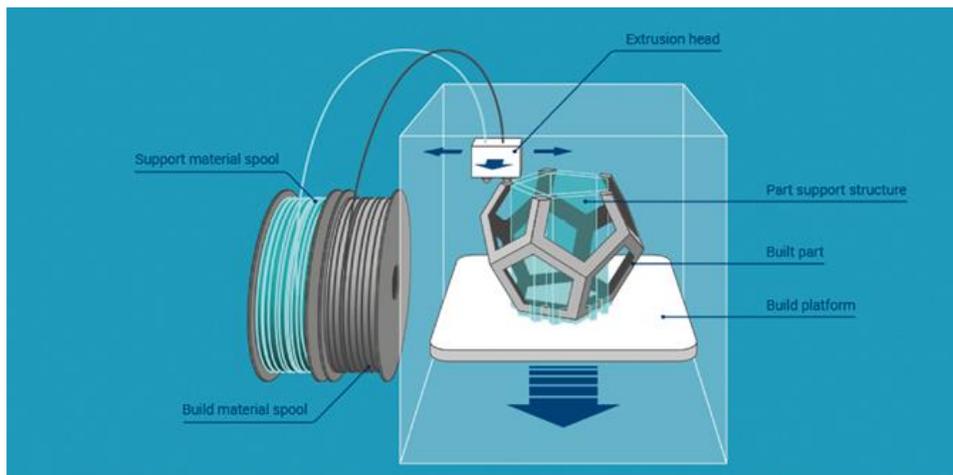
**Nota.** Tomado de “Tecnologías de Fabricación Digital Aditiva, ventajas para la construcción de modelos, prototipos y series cortas en el proceso de diseño de productos.” por D. Torreblanca, 2016.

#### 2.4.1. Modelado por Deposición Fundida (FDM)

Para el desarrollo de este proyecto, se empleará la tecnología de deposición de hilo fundido o FDM, por sus siglas en inglés, la cual permite fabricar prototipos funcionales fabricados de diferentes filamentos de polímeros termoplásticos directamente desde un archivo digital. El filamento que se encuentra inicialmente en rollo y en estado sólido, pasa por una boquilla metálica con una temperatura superior a la temperatura de fusión del polímero, este se va derritiendo sobre una base plana y generando capas sucesivas y horizontales de material que se va adhiriendo una tras otras hasta formar tridimensionalmente el prototipo (Figura 38) (Christoph et al., 2016).

**Figura 38.**

*Gráfico del proceso de Modelado por Deposición Fundida.*



**Nota.** Tomado de “*Tecnologías de Fabricación Digital Aditiva, ventajas para la construcción de modelos, prototipos y series cortas en el proceso de diseño de productos.*” por D. Torreblanca, 2016.

Este tipo de modelado tiene como ventajas el uso de polímeros standard lo que la convierte en una tecnología accesible. Así mismo, permite hacer prototipos funcionales con buena resistencia mecánica que alarga su tiempo de vida. Por otro lado, el acabado que presentan las piezas fabricadas con esta tecnología, no siempre tiene un acabo superficial fino y se vuelve necesario mejorarlas con post-procesos.

Hoy en día, existen un sinnúmero de tipos de filamentos para impresión hechos de diferentes materiales, desde los más conocidos a base de polímeros y termoplásticos, hasta los que se han desarrollado gracias a nuevas tecnologías, mismos que emplean componentes orgánicos como plantas o madera, tal es el caso del popular filamento hecho a base de bambú, e incluso cartón o plástico reciclado. El fin de estos filamentos es hacerlos lo más ecológicos posibles de manera que ayuden a reducir el impacto en el medio ambiente (Marchante, 2021).

Por otro lado, y en base en autores especializados en estas tecnologías (Sarzoza y Vallejo, 2019), estos son los materiales más utilizados a nivel mundial para la manufactura aditiva:

- **Ácido Poliláctico (PLA):** está hecho de ácido láctico, el cual es el mismo fluido que se genera cuando el cuerpo se encuentra en actividad física. Deriva de recursos renovables como el almidón de maíz o la caña de azúcar. Es biodegradable bajo la presencia de oxígeno, pero difícil de reciclar. Este material tiene propiedades mecánicas más fuertes y se derrite a una temperatura más baja que el termoplástico ABS. Para este material se

recomienda temperatura de extracción idónea de 180°C grados, temperatura de plataforma 60°C, apertura de extrusor 0.03mm y velocidad de impresión 4.4 mm<sup>3</sup>/s.

- **PLA Flexible:** empleado para objetos que se requiere se adapten a un tamaño como accesorios o joyería, elementos mecánicos o arquitectónicos diseñados para soportar fuerzas y prototipos que requieren flexibilidad. Se utiliza igual que otros tipos de PLA, aunque con puntos de fusión y extrusión más bajos. Sus parámetros de fabricación recomendados son una temperatura de extracción de 180°C grados, temperatura de plataforma 50°C, apertura de extrusor 0.03 mm y una velocidad de impresión 4.4 mm<sup>3</sup>/s.
- **Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS):** también llamado plástico de ingeniería, es un material termoplástico no biodegradable compuesto de acrilonitrilo, butadieno y estireno, es soluble en acetona y con una densidad en 1,05 g.cm<sup>3</sup>. Gracias a sus componentes, tiene propiedades como dureza a grandes temperaturas y resistencia a taques químicos proporcionadas por el acrilonitrilo, firmeza y tenacidad en temperaturas bajas y protección contra impacto gracias al butadieno, y resistencia mecánica y rigidez aportados por el estireno. Para trabajar con este material el cabezal debe estar entre 230 y 245°C y la bandeja necesita una temperatura de 110°C.
- **Acetato de Polivinilo (PVA):** conocido comúnmente como alcohol de polivinilo, es utilizado como soporte para fabricar las piezas, ya que se disuelve en el agua.
- **Nylon:** es un material que tiene buen acabado, poca viscosidad y se caracteriza por ser de estructura pegajosa y su capacidad para absorber la humedad. Es por esta razón que se debe secar en un horno antes de ser usado. Tiene la propiedad de no encogerse y no adherirse a materiales como el aluminio o cristal, así como resistir a altas temperaturas.
- **Polietileno de alta densidad (PEAD):** polietileno de fácil compactación, resistente a pegamentos y disolventes. Este material se imprime a una temperatura de 225° C.

Anteriormente, era muy común el uso del ABS en la industria de la impresión 3D debido a que se consideraba más adecuado por su tenacidad, dureza, flexibilidad y liviandad.

**Figura 39.**

*Gafas ópticas para mujer fabricadas en impresión 3D.*



**Nota.** Ejemplo tomado de “FAVR Ópticas: Tienda en línea” por FAVR, 2023, (<https://www.favrspecs.com/es/>)

Sin embargo, en la actualidad se emplea más el filamento PLA gracias a su facilidad de impresión pues sufre menos deformaciones y es menos sensible a la temperatura, corrientes de aire, etc.

#### 2.4.2. Acabados de superficie en la impresión 3D

El proceso de manufactura aditiva no permite por sí sola fabricar piezas con acabados superficiales uniformes. Las piezas suelen ser ásperas, texturizadas y con superficies irregulares, además de que en la mayoría de los casos contienen estructuras de soporte que se deben retirar, lo que hace necesario agregar procesos de post-procesado para obtener texturas más lisas, diferentes colores y acabados con mayor calidad o incluso para mejorar sus propiedades químicas (Xometry, 2023). Esto también contribuye a que la pieza mayor resistencia al agua, al calor o a la corrosión.

Se entiende por post-proceso al tratamiento o limpieza que se realiza en las piezas impresas en 3D con el fin de mejorar su aspecto, alisar superficies, ajustar dimensiones o formas, mejorar su vida útil, entre otros. Algunos de los post-procesos más empleados en la industria de la manufactura aditiva son los siguientes (Marchante, 2023):

- **Lijado:** implica el uso de materiales ásperos como el papel de lija en diferentes tamaños de grano con el fin de eliminar las líneas de las capas al imprimir. Es un post-proceso útil para aplicar algún otro revestimiento posterior.
- **Granallado:** esta técnica se emplea también en piezas de metal pues beneficia a la resistencia y durabilidad de las mismas. Consiste en pulverizar a alta presión contra las piezas pequeñas esferas de metal, cerámica, vidrio o plástico, dependiendo de la técnica, para deformar, desgastar o pulir superficies, removiendo la capa superior. El granallado es especialmente útil para piezas que estarán sujetas a esfuerzos mecánicos o de tensión, como engranajes, resortes, componentes de turbinas, etc.
- **Vibración y volteo:** como métodos de pulido en bombo, estos sirven para procesar varias piezas al mismo tiempo. Ambas técnicas consisten en introducir las piezas dentro de un tambor o bombo junto a medios abrasivos que con el movimiento genera roce en las piezas para lograr acabados lisos. El sistema por vibración ayuda a lograr superficies lisas y homogéneas en menor tiempo sobre piezas de gran tamaño o con bordes redondeados con bajos niveles de detalles, mientras que por volteo resulta mejor para piezas pequeñas y con detalles finos pues se aplica un movimiento centrifugo más suave y tardado.

- **Alisado por vapor:** emplea disolvente en estado gaseoso con el objetivo de fundir las superficies logrando acabados lisos y uniformes o rellenar poros del exterior y sellar superficies. Pasado el tiempo de exposición a este gas en una cámara de vapor, las piezas pasan a una cámara de refrigeración para detener la licuefacción, es decir, evitar que las piezas pasen de ser sólidos a líquido. Es importante mencionar que no todos los filamentos pueden someterse a este post-proceso.
- **Alisado por inmersión de acetona:** este acabado es empleado únicamente en piezas compuestas por filamentos ABS ya que con la acetona consigue eliminar las capas visibles de impresión dejando una superficie brillante. Al igual que con el alisado por vapor, este post-proceso se puede aplicar introduciendo la pieza en una cámara de vapor de acetona o sumergiéndola por unos segundos en acetona líquida. Debe ser por poco tiempo ya que, al estar expuesta más tiempo en acetona, la pieza puede comenzar a degradarse y perder su forma.
- **Pintura en aerosol:** este es uno de los acabados más aplicados en piezas de impresión 3D. La pintura se emplea como un recubrimiento y como técnica de coloración superficial, no penetra la pieza por lo que si se somete a desgaste o se raya el color natural queda visible.
- **Recubrimiento e infiltración de resina epóxica:** la resina en las piezas de impresión 3D permite un sellado en sus superficies haciendo una pieza hermética y con mayor resistencia. El recubrimiento de resina se puede realizar a mano y se recomienda para pequeñas líneas de producción y piezas pequeñas. No se recomienda para piezas que requieran dimensiones exactas ya que este post-proceso aumenta ligeramente el grosor. Por otro lado, la infiltración de resina consiste en sumergir la pieza utilizando una cámara de vacío para rellenar los poros de esta. Este post-proceso es más rápido y práctico, pero con mayor costo de operación.

## CAPÍTULO III. ANÁLISIS CONCEPTUAL



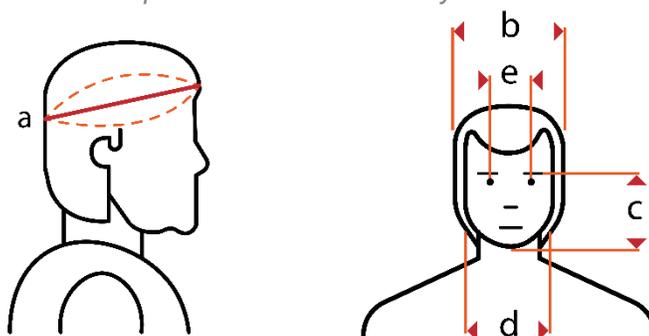
### 3.1. Resultado del análisis fisonómico

Elaborando una síntesis de la investigación realizada relacionada con la antropometría y fisonomía del usuario, se puede resumir lo siguiente. El adulto mayor presenta múltiples cambios físicos principalmente en el rostro, parte del cuerpo que resulta relevante para este proyecto. Estas características anatómicas se deben considerar al momento de comenzar la fase de diseño de las monturas con el fin de lograr una correcta adaptación y la mejor relación entre producto y usuario.

La piel del adulto mayor, debido al proceso de cambio que atraviesa, se torna delicada y requiere más cuidados para protegerla, esto se debe contemplar al definir el tipo de materiales con el que estarán compuestas las monturas ya que no deben ser corrosivos, y su textura o acabados deben ser suaves para la piel. La nariz es la parte del rostro que más se pronuncia por el adelgazamiento de la piel y los cambios morfológicos que experimenta el área de la boca y mandíbula. Esto es de suma importancia al establecer las dimensiones de las monturas, haciendo enfoque en el puente y las plaquetas. El cambio más notorio al llegar a la tercera edad son los tonos grisáceos que se presentan en el cabello y vello facial, por lo que se considera relevante tomar en cuenta los colores de cada montura para lograr una armonía estética con el usuario al momento de usarlas. Otro cambio considerable es la pérdida de agilidad y flexibilidad principalmente en las manos, por lo que se debe enfatizar la fácil manipulación del producto. De esta manera, el ser ergonómico es un requerimiento de diseño importante para considerar en las monturas.

Sintetizada esta información, en la tabla 16 (Ver página 70) se definen algunas de las medidas principales de las monturas basándose en autores y percentiles que establecen (Ávila et al., 2007), además de tomar en cuenta lo concluido anteriormente.

**Figura 40.** Medidas antropométricas del adulto mayor a considerar.



**Nota.** Tomado de “Dimensiones antropométricas, Población Latinoamericana” por R. Ávila et al., 2007.

**Tabla 16.**

*Tabla de medidas antropométricas del adulto mayor a considerar.*

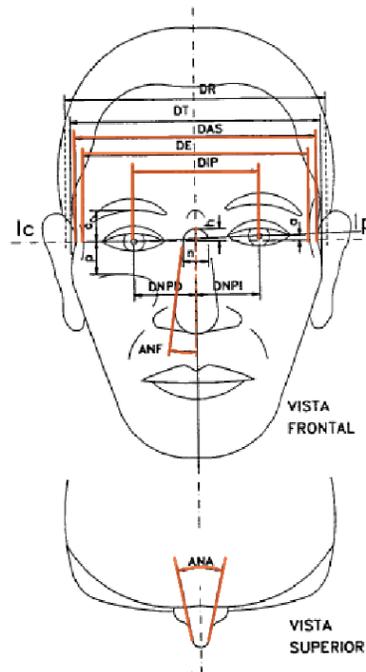
<b>DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS EN PERSONAS DE 60 A 90 AÑOS, BASÁNDOSE EN UN PERCENTIL P-50.</b>		
<b>DIMENSIONES</b>	<b>MUJER</b>	<b>HOMBRE</b>
<b>a. Diámetro de la cabeza</b>	187 mm	191 mm
<b>b. Anchura de la cabeza</b>	151 mm	154 mm
<b>c. Altura de la cara</b>	126 mm	132 mm
<b>d. Anchura de la cara</b>	131 mm	136 mm
<b>e. Distancia interpupilar (DIP)</b>	61 mm	64 mm

**Nota.** Referencia tomada de “Dimensiones antropométricas, Población Latinoamericana” por R. Ávila et al., 2007.

Así mismo, la tabla 17 (Ver página 71) presenta un ejemplo de medidas faciales habituales tanto para hombre como para mujer, con el fin de estandarizar los parámetros a considerar en el diseño y la adaptación de las monturas en cada tipo de rostro, logrando la armonía entre ambos elementos.

**Figura 41.**

*Ejemplo de medidas faciales habituales a considerar.*



**Nota.** Tomado de “Tecnología Óptica: Lentes oftálmicas, diseño y adaptación” por J. Aregay et al., 2001, Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya.

**Tabla 17.**  
Ejemplo de medidas faciales habituales a considerar.

Dimensión	Hombres		Mujeres	
	Rango	Valor medio	Rango	Valor medio
<b>DIP</b> (Distancia interpupilar)	64 a 68 mm	65.1	60 a 64 mm	61.5
<b>DE</b> (Distancia esfenoidal)	110 a 125 mm	120	105 a 120 mm	110
<b>DAS</b> (Distancia auricular superior)	140 a 155 mm	150	135 a 150 mm	140
<b>ANF</b> (Ángulo nasal frontal)	0 a 30°	20°	0 a 30°	22°
<b>ANA</b> (Ángulo nasal de apertura)	0 a 50°	22°	0 a 50°	25°

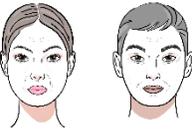
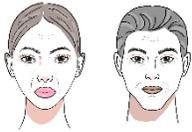
*Nota.* Tomado de “Tecnología Óptica: Lentes oftálmicas, diseño y adaptación” por J. Aregay et al., 2001, Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya.

Una vez obtenidas las dimensiones base de las monturas, se procede al bocetaje de las propuestas por medio de la digitalización. Para el proceso de digitalización, es importante tomar en cuenta el análisis fisonómico del usuario realizado, del cual se pudo obtener el tipo de formas y tamaños que se adaptan de manera estética y anatómica a cada tipo de rostro, la estructura y características de cada rostro, así como los colores, considerando de la misma manera las tendencias existentes alrededor de este accesorio.

Para explicar de mejor forma esta información, se presenta la tabla 18 (Ver página 72) en la cual se sintetiza de acuerdo a los tipos de rostro estudiados, las formas, colores y tamaños que favorecen con el fin de lograr armonía y comodidad en la relación producto-usuario, obteniendo referencias al momento de diseñar las monturas.

**Tabla 18.**

*Síntesis del análisis fisonómico del adulto mayor, de acuerdo a investigación realizada.*

Tipo de rostro	Características	Favorece	No favorece
 <p><b>Redondo</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dimensiones proporcionales.</li> <li>- Pómulos y mejillas, zonas más redondas.</li> <li>- Requiere alargar el rostro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Marcos gruesos.</li> <li>- Formas rectangulares, cuadradas o con ángulos muy pronunciados.</li> <li>- Reducir curvas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formas muy pequeñas.</li> <li>- Formas orgánicas o circulares.</li> </ul>
 <p><b>Ovalado</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rostro más proporcionado y simétrico.</li> <li>- Requiere crear proporción entre montura y la parte más ancha del rostro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Armonía con la mayoría de formas.</li> <li>- Monturas oversize más anchas al rostro.</li> <li>- Formas rectangulares, cuadradas o hexagonales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exceder las dimensiones de las monturas.</li> </ul>
 <p><b>Cuadrado</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rostro con ángulos pronunciados en la mandíbula.</li> <li>- Requiere suavizar el rostro con curvas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formas ovaladas, redondas u orgánicas.</li> <li>- Monturas de puente alto, con bordes delgados y más anchas que los pómulos.</li> <li>- Colores neutros o tonos piel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monturas oversize o de gran tamaño.</li> <li>- Ángulos muy rectos o pronunciados</li> </ul>
 <p><b>Romboidal</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apariencia de facciones finas.</li> <li>- Pómulos pronunciados, frente y barbilla proporcionados, buscando equilibrar la distancia entre estos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formas ovaladas u orgánicas.</li> <li>- Monturas al aire.</li> <li>- Monturas de gran tamaño.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monturas demasiado estrechas o delgadas.</li> </ul>
 <p><b>Triangular</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Frente pronunciada y mentón delgado.</li> <li>- Requiere reducir protagonismo a pómulos y frente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Marcos anchos en la parte inferior, con bordes delgados.</li> <li>- Ángulos redondeados.</li> <li>- Formas oversize orgánicas.</li> <li>- Colores suaves o tenues.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseños con elementos decorativos en área superior.</li> <li>- Monturas muy redondas o angostas en la parte de los pómulos.</li> </ul>

**Nota.** Síntesis de los datos tomados de “Factor antropométrico aplicado al diseño de monturas oftálmicas mediante escaneo e impresión 3D” por K. Sarzoza y C. Vallejo, 2019, Universidad Técnica de Cotopaxi.

La correcta aplicación de la antropometría facial, permitirá crear una armonía adecuada para lograr el correcto diseño del producto, permitiendo definir características geométricas, tamaños, proporciones, etc.

### **3.2. Resultado del análisis de las problemáticas al usar gafas (encuesta)**

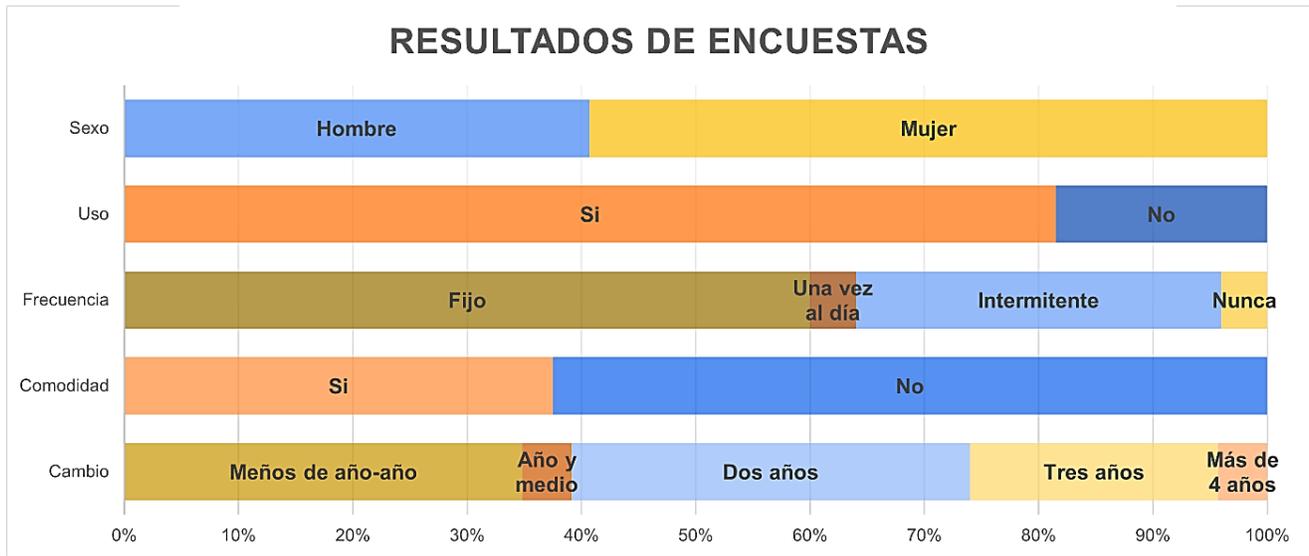
Con el fin de recabar información referente a las problemáticas, molestias y necesidades presentadas en el adulto mayor al utilizar gafas, se aplicaron encuestas a usuarios como una técnica de investigación de campo para recabar datos precisos sobre el uso, compra y preferencia de este producto (Ver Anexo 2). Estas encuestas de satisfacción sintetizan lo siguiente.

Se aplicó el cuestionario a una muestra poblacional de personas que abarcan los 50 hasta los 85 años con diferentes ocupaciones, desde abogados, amas de casa, jubilados, hasta campesinos o personas pertenecientes a una casa de día ubicada en la región y de las cuales el 59.3% pertenecían al sexo femenino. De los adultos mayores cuestionados, el 81.5% utiliza gafas ópticas para mejorar su vista deteriorada propiamente por la edad o debido a enfermedades hereditarias o crónicas, siendo el 60% de uso fijo o diario, el porcentaje restante pertenece al uso intermitente o para realizar actividades específicas como leer o usar dispositivos electrónicos, pues argumentan que, a pesar de ser de la tercera edad, la mayoría cuenta aún con una vida activa en donde desempeñan cierto tipo de tareas diarias. El 18.5% de personas que no utiliza gafas se debe a motivos de incomodidad o molestia al usar, cuestiones de tipo económico, daños o pérdida del producto y en algunos casos porque no existen opciones que se adapten al gusto y estilo del usuario.

Partiendo de esto, el 62.5 % de los usuarios no atribuye un buen nivel de comodidad a las monturas que usa pues presentan diversos tipos de molestias. Las principales son el mal ajuste a su fisonomía pues las monturas se resbalan o en el caso contrario aprietan, lo que ocasiona dolores de cabeza frecuentes o molestias en la zona auricular superior, suelen ser monturas muy pesadas provocando cansancio e incomodidad en el hueso nasal. A pesar de su peso, en la mayoría de los casos, las monturas no suelen ser muy resistentes, propiedad que se le atribuye a los materiales con los que se fabrican o a su forma, pues estas pueden llegar a romperse fácilmente, principalmente en la zona de uniones, es decir las bisagras, lo que supone una renovación total del producto.

Resultado de ello es el cambio frecuente de gafas pues la mayoría cambia de monturas cada año o menos del año por daños a comparación del tiempo que tarda en cambiar por cuestiones médicas. Esto afecta la relación calidad-precio, pues quienes han atravesado esta situación, argumentan que no se encuentran satisfechos con el gasto realizado en sus gafas a comparación de los beneficios obtenidos, siendo aún productos de marcas reconocidas y costos elevados. Para una mejor visualización de dichos resultados, se presenta el siguiente gráfico.

**Figura 42.** Resultados de la aplicación de encuestas a adultos mayores.



**Nota.** Elaboración propia con síntesis de resultados obtenidos de las encuestas aplicadas (Ver Anexo 2).

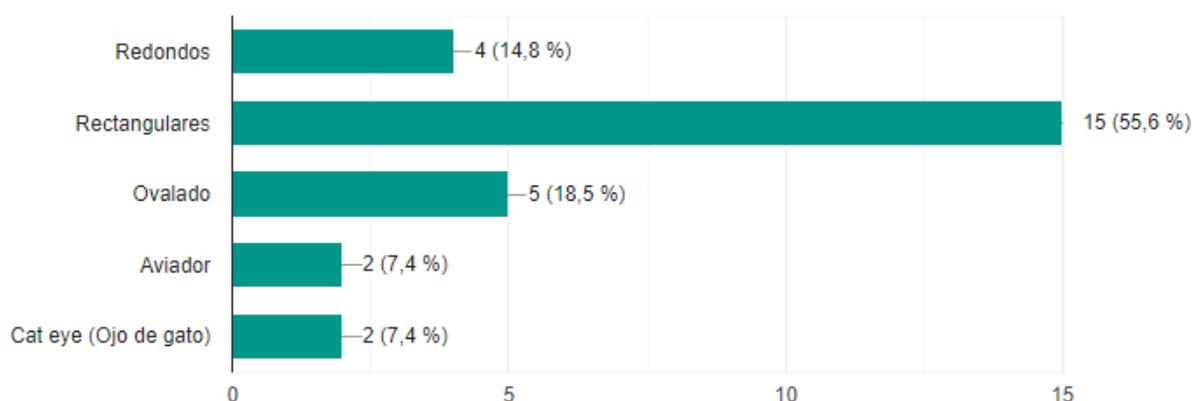
Como se puede observar (Figura 43), al elegir sus monturas, el adulto mayor prefiere las formas rectangulares o líneas rectas antes que por las de tipo orgánico, como lo son las ovaladas y circulares, siendo las formas de gota y “cat eye” las menos elegidas, esto sin tomar en cuenta las formas que mejor se adaptan a su fisonomía, únicamente basándose en preferencia.

Gracias a los resultados arrojados por la encuesta, también se puede concluir que las prioridades de los usuarios se basan principalmente en la comodidad, seguido del diseño, materiales y marcas, aspectos considerados en orden al adquirir nuevas monturas. En cuanto a preferencias y estilo, al elegir sus monturas, el adulto mayor prefiere las formas rectangulares o líneas rectas antes que las de tipo orgánico, como lo son las ovaladas y circulares, siendo las formas de gota y “cat eye” las menos elegidas, esto sin tomar en cuenta las formas que

mejor se adaptan a su fisonomía (Figura 43); inclinándose por materiales plásticos como acetatos, pastas o acrílicos.

**Figura 43.**

*Preferencia de los usuarios encuestados en cuanto formas de monturas.*



**Nota.** Gráfico obtenido de los resultados de las encuestas aplicadas (Ver Anexo 2).

En resumen, la aplicación de estas encuestas brindó aspectos de importancia relacionados con las monturas de uso frecuente en las personas de la tercera edad, en las que se puede intervenir para mejorar.

### **3.3. Definición del usuario**

Las monturas de lentes oftálmicas a diseñar estarán destinadas a adultos mayores de sexo indistinto pertenecientes a un rango de edad entre 60 a 75 años, con un estatus social de medio a medio alto, es decir que cuentan con estabilidad económica, con posibilidades de abarcar a adultos con status social alto (INEGI, 2010). Usuarios con vida social activa, carácter y personalidad, que pretenden romper estereotipos convencionales, buscando opciones que los ayuden a verse y sentirse mejor, tanto física como emocionalmente, solucionado al mismo tiempo sus necesidades visuales.

### 3.4. Determinación de necesidades y requerimientos de diseño

Tomando como base la metodología de Diseño y desarrollo de productos (Ulrich y Eppinger, 2012), en la tabla 19 se presentan las problemáticas expuestas por los usuarios de la tercera edad a quienes les fue aplicada la encuesta relacionada al uso de gafas. Dichas problemáticas se expresan en el lenguaje del usuario y fueron interpretadas como necesidades que deberán satisfacer las monturas.

**Tabla 19.**

*Tabla de necesidades interpretadas para las monturas.*

NÚMERO	ENUNCIADOS DEL USUARIO	NECESIDADES INTERPRETADAS
DE NECESIDAD		
1	Casi no utilizo mis lentes porque siento que no me ajustan bien (aprietan o se resbalan) y me desespera usarlos.	Las monturas se adaptan a las medidas antropométricas y faciales del usuario.
2	Deje de usar lentes porque se me dañaron los últimos. Siempre se me rompen de algún lado, pero si los necesito.	Las monturas no se rompen fácilmente si el usuario realiza con ellos algún movimiento brusco.
3	Cuando cargo mucho tiempo con ellos, me lastiman en la nariz o en las mejillas.	Las monturas son ergonómicas para el usuario pues al utilizarlas no lastiman.
4	Siento que de tanto abrirlos y cerrarlos se me van haciendo feos los lentes porque luego las “patitas” quedan chuecas al cerrar, pero siento que ninguno de los que he tenido aguanta el uso diario.	Las monturas y sus componentes son fáciles de usar para el usuario.
5	No he encontrado unos lentes que realmente me gusten o que sienta que me queden bien. Los uso porque los necesito, pero no me gusta cómo se me ven.	El diseño y estilo de las monturas es atractivo para el usuario y se adaptan correctamente a su tipo de rostro.
6	Se me rompen muy fácil sobre todo de las “patas” y la verdad es caro comprarme otros, pero si necesito usar lentes.	Se pueden cambiar y remplazar piezas de las monturas fácilmente sin necesidad de comprar unas nuevas.

**Nota.** Esta tabla se elaboró en base a información recabada de las encuestas aplicadas, interpretada como necesidades de acuerdo a la metodología de “Diseño y desarrollo de productos” por K. Ulrich y S. Eppinger, 2012, Mc Graw Hill Education.

Una vez identificadas las necesidades del usuario, estas se ordenan de acuerdo a su importancia relativa al producto a diseñar. Esto ayudará a conocer el orden en el que se debe abordar cada necesidad al momento de diseñar las monturas.

**Tabla 20.**

*Necesidades del usuario para las monturas y su importancia relativa.*

	<b>NECESIDAD</b>	<b>IMPORTANCIA</b>
<b>1</b>	Ajuste físico óptimo de acuerdo con dimensiones del usuario.	1
<b>2</b>	Resistentes ante manipulación del usuario.	4
<b>3</b>	Cómodas para el usuario, en cuanto a peso, forma y acabados del producto, tomando en cuenta la forma correspondiente al rostro.	2
<b>4</b>	Fácil de manipular y usar para el usuario.	5
<b>5</b>	Diseños atractivos para el usuario.	3
<b>6</b>	Uniones sencillas que permitan el fácil remplazo de piezas dañadas.	5

**Nota.** Las necesidades descritas en esta tabla se clasificaron en orden de importancia de acuerdo con la metodología de "Diseño y desarrollo de productos" por K. Ulrich y S. Eppinger, 2012, Mc Graw Hill Education.

De esta manera resulta fácil identificar los requerimientos del producto, aspectos a tomar en cuenta en el diseño de las monturas en grado de importancia. La clasificación de estos requerimientos de diseño se realizó bajo la clasificación establecida en el Manual de Diseño Industrial (Rodríguez, 1998), en donde estos definen como las variables que debe cumplir una solución cuantitativa y cualitativa. Basado en esta clasificación, se abarcaron requerimientos de uso los cuales son los que tienen interacción directa entre producto y usuario, los requerimientos de función que refieren a los principios físico-químico de funcionamiento del producto, los de tipo estructural que se relacionan con los componentes, partes y elementos constitutivos del producto y los requerimientos formales relacionados a las características estéticas del producto.

Explicado esto, los requerimientos de diseño identificados para las monturas destinadas a adultos mayores en grado de importancia, son los siguientes:

1. **USO.** *Mejoramiento del ajuste físico de acuerdo a dimensiones antropométricas del usuario (Antropometría).*
2. **USO.** *Debe considerarse la fisonomía del usuario (tipo de rostro) con el fin de diseñar un producto ergonómico en cuanto a comodidad, peso, forma y acabados (Ergonomía).*
3. **FORMALES.** *La apariencia de las monturas, deberá ser atractiva para el usuario (Estética-Estilo).*
4. **FUNCIÓN.** *Considerar que las monturas estarán sujetas a movimientos bruscos por parte del usuario, por lo que se deberá tomar en cuenta su resistencia ante la manipulación (Funcionalidad-Resistencia).*
5. **ESTRUCTURALES.** *La unión entre componentes deberá efectuarse mediante un sistema modular con el fin de reemplazar fácilmente las piezas (Unión-Facilidad de fabricación).*

### 3.5. Especificaciones del producto

Para clarificar la manera en la que se abordará cada requerimiento de diseño definido con el objetivo de llegar a la solución más óptima, estos se estructuran en una tabla que desglose cada uno en forma que definan las especificaciones del producto. Las especificaciones que originalmente se entendían como objetivos expresados, al ser estructurados se vuelven refinados con valores más precisos.

De acuerdo con autores especializados en diseño industrial (Rodríguez, 1998), esta es una de las formas más elaboradas de estructurar los requerimientos dentro de la cual se definen parámetros base que tomarán en cuenta para diseñar.

**Tabla 21.**

*Formato para estructuración de requerimientos.*

Requerimiento	Factor determinante	Factor determinado	Subparámetro	Cuantificación	Ilustración
Aspecto en el diseño a tomar en cuenta.	Norma, ley o principio que determina como debe ser el diseño.	Criterios determinados cuantitativa y cualitativamente en el concepto de diseño por generar.	Enunciado de criterios por cuantificar.	Dimensiones o cantidades a considerar.	Representación esquemática bidimensional del aspecto del diseño a tomar en cuenta.

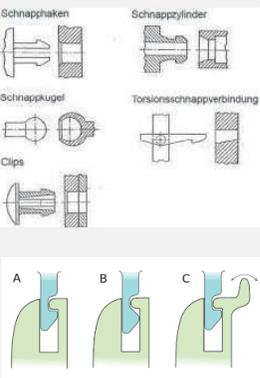
**Nota.** Tomado de "Manual de Diseño industrial" por G. Rodríguez, 1998, Ediciones G. Gili.

Tomando como base esta forma de estructuración, se procede a hacer lo mismo con los requerimientos definidos para este proyecto, respetando el grado de importancia establecido, mismos que se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 22.**

Estructuración de los requerimientos de diseño definidos para las monturas.

	REQUERIMIENTO	FACTOR DETERMINANTE	FACTOR DETERMINADO	SUBPARÁMETRO	CUANTIFICACIÓN	ILUSTRACIÓN	
USO	Mejoramiento del ajuste físico de acuerdo a dimensiones antropométricas del usuario.	Basado en la bibliografía "Dimensiones Antropométricas de la Población Latinoamerican a", en específico del adulto mayor.	Medidas promedio y características antropométricas del rostro del usuario, como diámetro de la cabeza, ancho de cabeza y cara, altura de la cara, así como diámetro interpupilar.	<b>a. DC=</b> <b>b.</b> <b>ACz=</b> <b>c. hCr=</b> <b>d. ACr=</b> <b>e. DIP=</b>	<b>M</b> 187 mm 151 mm 126 mm 131 mm 61 mm	<b>H</b> 191 mm 154 mm 132 mm 136 mm 64 mm	
USO	Debe considerarse la fisonomía del usuario (tipo de rostro) con el fin de diseñar un producto ergonómico en cuanto a comodidad, peso, forma y acabados.	Análisis de los tipos de rostros principales que presenta en su mayoría el usuario.	Los tipos de rostros principales son: redondo, ovalado o estándar, cuadrado, romboidal o diamante y triangular.	-	-		

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"><b>FORMALES</b></p>	<p><b>La apariencia de las monturas, deberá ser atractiva para el usuario.</b></p>	<p>Una montura para lentes con colores de la preferencia del usuario en cuestión y diseños que resalten, siempre será más llamativa entre las opciones existentes en el mercado.</p>	<p>Empleo de resina epóxica transparente, recubriendo las piezas impresas como acabado superficial de las monturas. Combinaciones de dos o más colores posibles al momento del proceso de deposición fundida.</p>	<p>-</p> <p>-</p>	
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"><b>FUNCIÓN</b></p>	<p><b>Considerar que las monturas estarán sujetas a movimientos bruscos por parte del usuario, por lo que se deberá tomar en cuenta su resistencia ante la manipulación.</b></p>	<p>Resistencia de la pieza y del material que se empleará con el proceso de deposición fundida, impresión en 3D.</p>	<p>La resistencia de la pieza será brindada por el espesor de la misma y las propiedades mecánicas del filamento a emplear. (Resistencia a la tracción o rotura y Resistencia flexional a la flexión).</p>	<p><b>a. E=</b> 4 mm  <b>b. Rm=</b> 3309 MPa  <b>c. MR=</b> 485 Mpa</p>	
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"><b>ESTRUCTURALES</b></p>	<p><b>La unión entre componentes deberá efectuarse mediante un sistema modular con el fin de reemplazar fácilmente las piezas en caso de daño o pérdida.</b></p>	<p>Las varillas de la montura se podrán montar y desmontar gracias al ensamble empleado para la unión en caso de ser dañadas para su reemplazo, extraviadas o</p>	<p>Aplicación de tecnología Snap Fit como sistema de unión mediante ensamblajes. Posibilidad de personalización con piezas intercambiables.</p>	<p>-</p> <p>-</p>	

simplemente con el fin de crear más combinaciones de colores en los armazones.
---

**Nota.** Esta tabla se elaboró de acuerdo con “Manual de Diseño industrial” por G. Rodríguez, 1998, Ediciones G. Gili.

### **3.6. Bocetos de las propuestas**

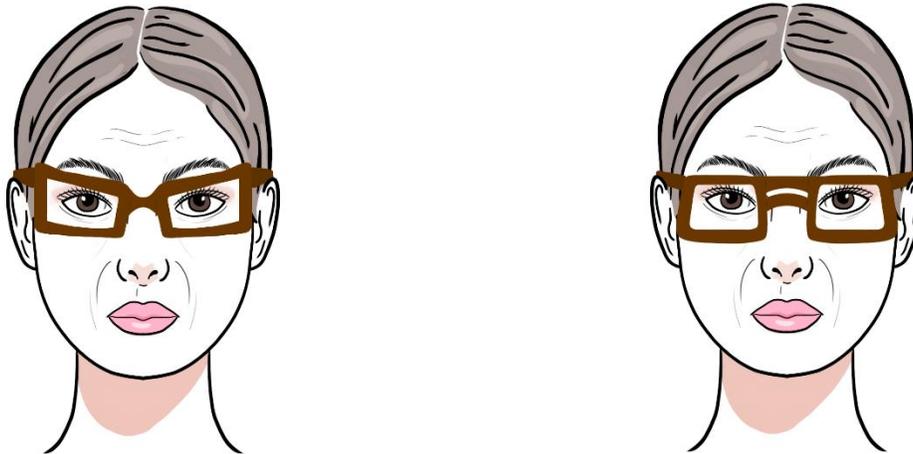
Teniendo como base requerimientos, especificaciones y parámetros establecidos, como solución a la problemática definida, se presentan las propuestas de diseño para la línea de monturas destinadas al adulto mayor. Se proponen dos variantes de diseño para cada uno de los cinco tipos de rostro diferentes, para hombre y mujer respectivamente.

Como parte del bocetaje de las propuestas, este se inició mediante la realización de formas burdas como técnica creativa y de inspiración, lo cual ayudó a elegir y adecuar cada una de las formas con los tipos de rostro a los que favorecían, de acuerdo a lo analizado previamente. Este proceso se presenta en la parte de anexos de este proyecto (Ver Anexo 3). El bocetaje final de las propuestas se realizó mediante el proceso de digitalización con el fin de lograr trazos limpios y definidos.

### 3.6.1. Rostro Redondo

**Figura 44.**

*Propuestas 1 y 2, respectivamente para rostro redondo en mujeres.*



**Figura 45.**

*Propuestas 1 y 2, respectivamente para rostro redondo en hombres.*

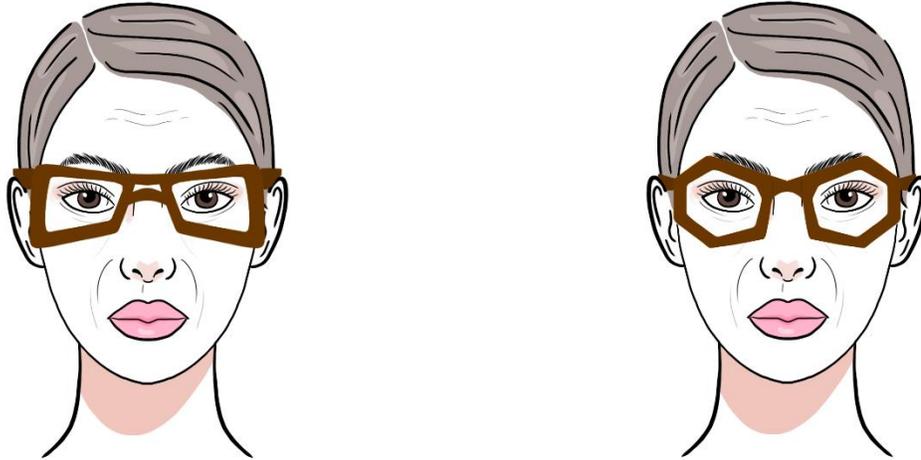


**Nota.** Realización de bocetos mediante técnica digital, estudiando información sobre los tipos de rostro obtenida de “Factor antropométrico aplicado al diseño de monturas oftálmicas mediante escaneo e impresión 3D” por K. Sarzoza y C. Vallejo, 2019, Universidad Técnica de Cotopaxi.

### 3.6.2. Rostro Ovalado

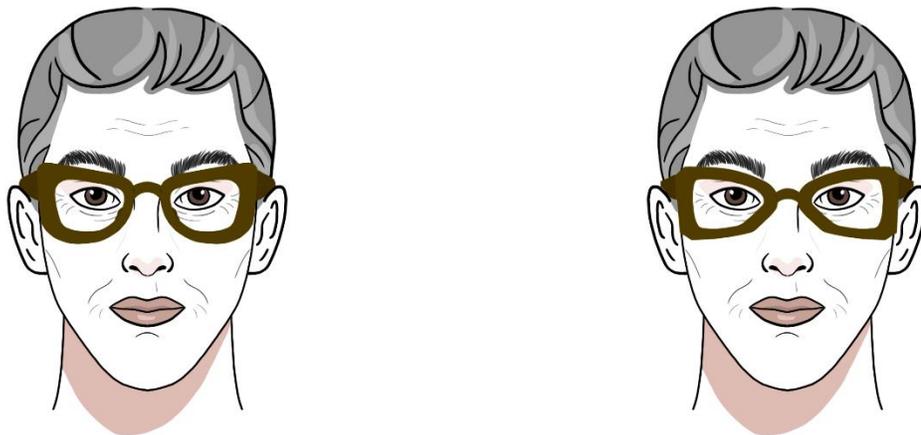
**Figura 47.**

*Propuestas 1 y 2, respectivamente para rostro ovalado en mujeres.*



**Figura 46.**

*Propuestas 1 y 2, respectivamente para rostro ovalado en hombres.*

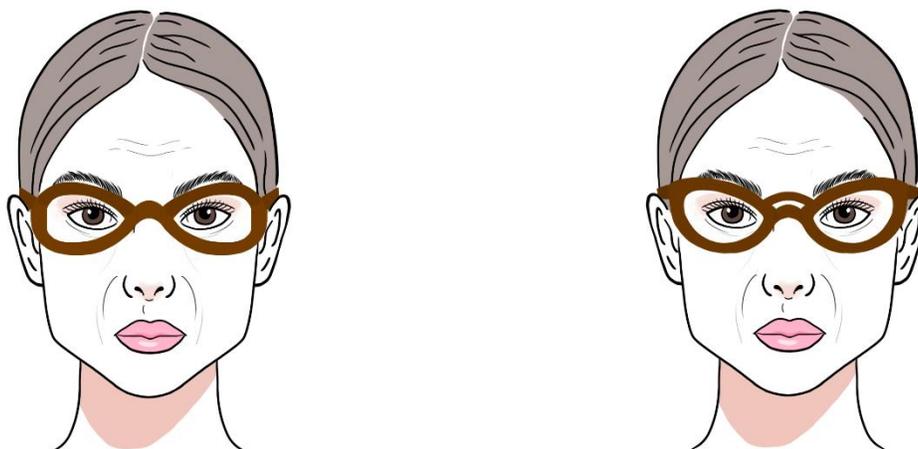


**Nota.** Realización de bocetos mediante técnica digital, estudiando información sobre los tipos de rostro obtenida de “Factor antropométrico aplicado al diseño de monturas oftálmicas mediante escaneo e impresión 3D” por K. Sarzoza y C. Vallejo, 2019, Universidad Técnica de Cotopaxi.

### 3.6.3. Rostro cuadrado

**Figura 48.**

*Propuestas 1 y 2, respectivamente para rostro cuadrado en mujeres.*



**Figura 49.**

*Propuestas 1 y 2, respectivamente para rostro cuadrado en hombres.*

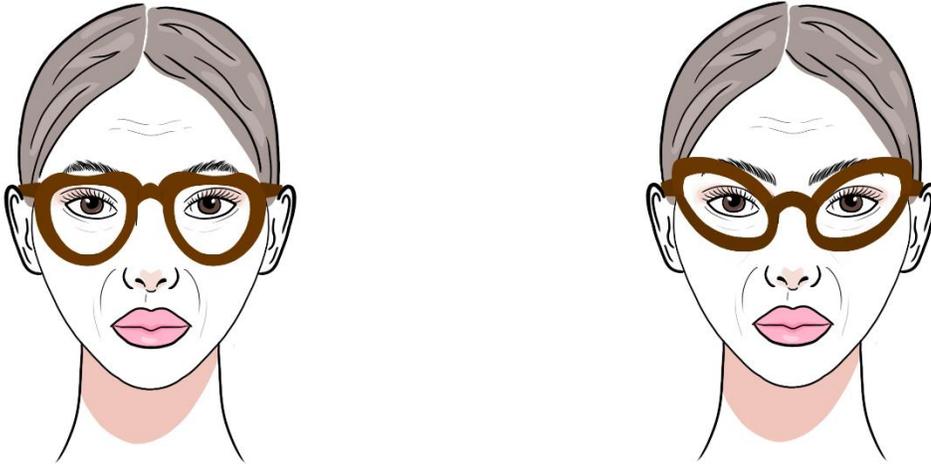


**Nota.** Realización de bocetos mediante técnica digital, estudiando información sobre los tipos de rostro obtenida de “Factor antropométrico aplicado al diseño de monturas oftálmicas mediante escaneo e impresión 3D” por K. Sarzoza y C. Vallejo, 2019, Universidad Técnica de Cotopaxi.

### 3.6.4. Rostro romboidal

**Figura 51.**

*Propuestas 1 y 2, respectivamente para rostro romboidal en mujeres.*



**Figura 50.**

*Propuestas 1 y 2, respectivamente para rostro romboidal en hombres.*

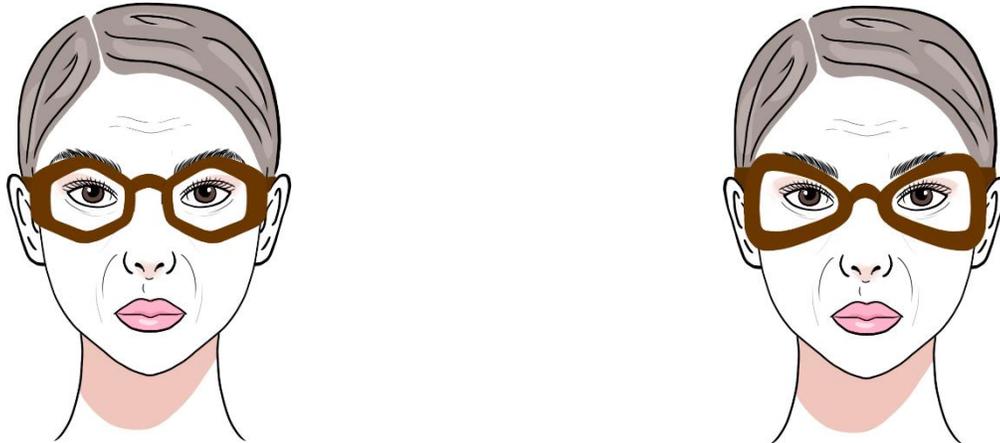


**Nota.** Realización de bocetos mediante técnica digital, estudiando información sobre los tipos de rostro obtenida de “Factor antropométrico aplicado al diseño de monturas oftálmicas mediante escaneo e impresión 3D” por K. Sarzoza y C. Vallejo, 2019, Universidad Técnica de Cotopaxi.

### 3.6.4. Rostro triangular

**Figura 53.**

*Propuestas 1 y 2, respectivamente para rostro triangular en mujeres.*



**Figura 52.**

*Propuestas 1 y 2, respectivamente para rostro triangular en hombres.*



**Nota.** Realización de bocetos mediante técnica digital, estudiando información sobre los tipos de rostro obtenida de “Factor antropométrico aplicado al diseño de monturas oftálmicas mediante escaneo e impresión 3D” por K. Sarzoza y C. Vallejo, 2019, Universidad Técnica de Cotopaxi.

### 3.7. Matriz de selección

A continuación, se evalúan cada una de las propuestas diseñadas con el fin de analizar la medida en la que cumple con los requerimientos de diseño establecidos. En esta primera matriz de selección, se califican los primeros cuatro requerimientos en grado de importancia, los cuales son requerimientos de uso, formales y de función. De esta forma se pudieron seleccionar las que mejor cumplían con los parámetros evaluados, señalando en rosa las propuestas de dama y en azul las de caballero, considerando la escala siguiente:

**7:** Cumple totalmente con el parámetro evaluado.

**3:** Cumple medianamente con el parámetro evaluado.

**0:** Cumple mínimamente o no cumple con el parámetro evaluado.

**Tabla 23.**  
Primera matriz de selección de las propuestas diseñadas.

Propuesta a evaluar		Antropometría	Ergonomía	Estética-Estilo	Resistencia	Puntaje Total	
Redondo	Propuesta 1		7	7	7	7	28
	Propuesta 2		7	3	0	7	17
	Propuesta 1		7	7	3	0	17
	Propuesta 2		3	7	7	7	24

Ovalado	Propuesta 1		7	3	3	7	20
	Propuesta 2		7	7	7	3	24
	Propuesta 1		7	7	7	7	28
	Propuesta 2		7	3	7	3	20
Cuadrado	Propuesta 1		7	7	0	0	14
	Propuesta 2		7	7	3	3	20
	Propuesta 1		7	3	7	7	24
	Propuesta 2		3	7	0	3	13
Romboidal	Propuesta 1		7	3	7	7	24
	Propuesta 2		7	7	3	3	20

	<b>Propuesta 1</b>		7	7	3	3	<b>20</b>
	<b>Propuesta 2</b>		7	7	7	3	<b>24</b>
<b>Triangular</b>	<b>Propuesta 1</b>		7	7	7	7	<b>28</b>
	<b>Propuesta 2</b>		7	3	7	7	<b>24</b>
	<b>Propuesta 1</b>		7	7	7	7	<b>28</b>
	<b>Propuesta 2</b>		7	7	3	0	<b>17</b>

**Nota.** Matriz de selección realizada en base a los requerimientos de diseño definidos con el “Manual de Diseño industrial” por G. Rodríguez, 1998, Ediciones G. Gili.

De esta matriz, se obtuvieron las primeras 10 propuestas para la línea de monturas, una para cada tipo de rostro para hombre y mujer respectivamente (Tabla 24).

**Tabla 24.**  
Primera selección de las propuestas según parámetros establecidos.

PRIMERA SELECCIÓN DE PROPUESTAS		
	Mujer	Hombre
Redondo		
Ovalado		
Cuadrado		
Romboidal		
Triangular		

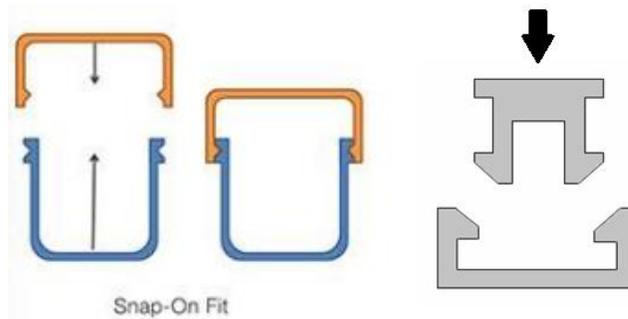
**Nota.** Primera selección realizada en base a los requerimientos de diseño definidos con el “Manual de Diseño industrial” por G. Rodríguez, 1998, Ediciones G. Gili.

Con estas propuestas y dentro de la fase de diseño a nivel sistema, se procede a proponer los tipos de uniones con los que se anclarán las varillas de las monturas a la parte frontal. Sintetizando la información obtenida acerca de los sistemas de unión empleados para la construcción de gafas, se proponen las siguientes formas de unión.

Como primera opción, se plantea emplear el sistema básico que es la unión mediante bisagras y tornillos, adaptando la bisagra en los talones de la montura y extremos de la varilla desde su diseño para que, posteriormente, sean unidos por medio de tornillos. La montura se diseñará y fabricará considerando las dimensiones necesarias para adaptar las bisagras desde su fabricación y posteriormente unir las varillas por medio de tornillos, como convencionalmente son construidas las gafas.

La segunda opción consiste en la unión mediante módulos simples empleando ensamblajes tipo Snap Fit. En esta propuesta, el prototipo consta de tres piezas, los aros o el frente y las dos varillas. El ensamble sería mediante “Presillas” o también llamado “Snap-On Fit” (Figura 54), en donde los elementos ensamblados poseen una interferencia temporal mientras se oprimen juntos, pero una vez ensamblados se entrelazan para conservar la unión. Esto le brindará al prototipo la característica de poder desarmarse.

**Figura 54.** Sistema de unión "snap-on fit" o mediante presillas.

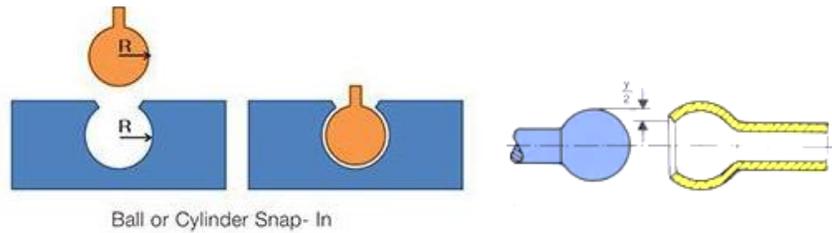


**Nota.** Tomado de “Diseño de ajuste a presión: tipos de ajustes a presión y mejores prácticas” por Shenzhen Rapid Direct Company, 2021, Rapid Direct (<https://www.rapidirect.com/es/blog/dise%C3%B1o-de-ajuste-a-presi%C3%B3n/>)

Finalmente, el tercer sistema de unión a proponer es también una unión mediante módulos pero con un ensamble tipo Snap Fit más complejo. El prototipo contará con el mismo número de piezas, cambiando el tipo de ensamble por un ensamble radial o “Cylinder Snap-In” (Figura 55), el cual otorgará la misma característica para desarmarse, además de brindar mayor movilidad en la apertura de las varillas.

**Figura 55.**

Sistema de unión "cylinder snap-in" o ensamble radial.



**Nota.** Tomado de "Diseño de ajuste a presión: tipos de ajustes a presión y mejores prácticas" por Shenzhen Rapid Direct Company, 2021, Rapid Direct (<https://www.rapiddirect.com/es/blog/dise%C3%B1o-de-ajuste-a-presi%C3%B3n/>)

Una vez definidos los posibles sistemas de unión a emplear, se procede a evaluarlos según al requerimiento de diseño estructural relacionado a la facilidad de fabricación mediante el proceso establecido, definido anteriormente. Para esto, se emplea una segunda matriz de selección, misma que se presenta a continuación.

**7:** Cumple totalmente con el parámetro evaluado.

**3:** Cumple medianamente con el parámetro evaluado.

**0:** Cumple mínimamente o no cumple con el parámetro evaluado.

**Tabla 25.**

Segunda matriz de selección, según el sistema de unión.

SISTEMA DE UNIÓN	UNIÓN	FACILIDAD DE FABRICACIÓN	PUNTAJE TOTAL
<b>1. Unión mediante bisagras adaptadas en montura y tornillos</b>	3	0	3
<b>2. Unión "Snap-On Fit" o mediante presillas</b>	7	3	10
<b>3. Unión "Cylinder Snap-In" o ensamble radial</b>	7	0	7

**Nota.** Segunda matriz de selección de acuerdo con información recabada de "Diseño de ajuste a presión: tipos de ajustes a presión y mejores prácticas" por Shenzhen Rapid Direct Company, 2021, Rapid Direct (<https://www.rapiddirect.com/es/blog/dise%C3%B1o-de-ajuste-a-presi%C3%B3n/>).

De esta manera, se ha propuesto adaptar un sistema de unión mediante presillas, como una alternativa al uso de bisagras y tornillos. Como se pudo concluir con la investigación de este proyecto al identificar las principales problemáticas que presenta el adulto mayor al usar gafas, existen varias razones por las cuales no resulta conveniente la aplicación de bisagras como sistema de unión en estos prototipos, en el caso específico del adulto mayor. Al ser componentes mecánicos se convierten en un punto crítico para el usuario, pues sufren desgaste con el tiempo, se vuelven frágiles y propensas a romperse, reduciendo la vida útil del producto. El emplear bisagras requiere ajustes constantes para mantener su funcionalidad.

Un ensamble modular presenta numerosas ventajas en términos de practicidad, facilidad de uso, mantenimiento y comodidad, pues permite al usuario ensamblar y desensamblar los componentes de las monturas con facilidad, simplemente encajando las piezas en su lugar sin necesidad de herramientas. Al eliminar las partes móviles como las bisagras, que son propensas al daño, el sistema Snap Fit puede proporcionar una mayor durabilidad general al producto, minimizando la necesidad de ajustes frecuentes. Así mismo, las piezas pueden ser intercambiadas o reemplazadas de manera rápida y sencilla en caso de desgaste, lo cual reduce la necesidad de visitas frecuentes a ópticas para reparaciones, brindando una solución más conveniente y de bajo mantenimiento o fácil reparación, además de que reduce la cantidad de componentes mecánicos disminuyendo así el posible deterioro.

De igual forma, gracias a la investigación realizada (Ver Anexo 2), se pudo concluir que más del 50% de los adultos mayores utiliza gafas de forma permanente, por lo que es posible descartar el uso de las bisagras, ya que las gafas con sistemas de unión más simples y materiales ligeros pueden proporcionar una experiencia más agradable, sin los posibles inconvenientes asociados a este componente mecánico. Evitar el uso de bisagras en las gafas destinadas al adulto mayor se basa en la necesidad de garantizar durabilidad, facilidad de uso y comodidad a lo largo del tiempo, evitando el deterioro del producto y favoreciendo la factibilidad en la fabricación. Este enfoque no solo facilita la vida diaria de los usuarios mayores al simplificar la manipulación y el mantenimiento, sino que también ofrece una solución ergonómica y segura que responde a las necesidades específicas de la población mayor.

De acuerdo con la unión tipo 2, seleccionada como la más conveniente de acuerdo a la investigación realizada, se procede a evaluar las formas de las monturas diseñadas, seleccionadas ya previamente, que se adaptan de una mejor manera a este tipo de ensamble y facilitan la fabricación de clip. En esta matriz (Ver página 95) se estarán evaluando formas, tamaños y espesores, tomando en cuenta también el requerimiento de tipo estructural

considerado en la matriz anterior. De igual forma que en las anteriores, se basa en la siguiente escala:

**7:** Cumple totalmente con el parámetro evaluado.

**3:** Cumple medianamente con el parámetro evaluado.

**0:** Cumple mínimamente o no cumple con el parámetro evaluado.

**Tabla 26.**

*Tercera matriz de selección, según formas y adaptabilidad de las monturas.*

Propuesta a evaluar		Unión	Facilidad de fabricación	Puntaje Total	
Redondo	Mujer		3	3	6
	Hombre		3	0	3
Ovalado	Mujer		7	3	10
	Hombre		7	7	14
Cuadrado	Mujer		0	3	3
	Hombre		7	7	14

Romboidal	Mujer		7	3	10
	Hombre		3	3	6
Triangular	Mujer		7	7	14
	Hombre		7	7	14

**Nota.** Tercera matriz de selección basada en datos relacionados sobre características y limitantes del tipo de ensamble a emplear encontrados en “Diseño de ajuste a presión: tipos de ajustes a presión y mejores prácticas” por Shenzhen Rapid Direct Company, 2021, Rapid Direct (<https://www.rapiddirect.com/es/blog/dise%C3%B1o-de-ajuste-a-presi%C3%B3n/>).

Así mismo, se tienen 6 propuestas que, según formas y tamaños, se adaptan de mejor forma al sistema de unión seleccionado (Figura 56).

**Figura 56.**

*Monturas seleccionadas que mejor se adaptan al tipo de ensamble y facilitan su fabricación.*

**Rostro Ovalado Mujer**



**Rostro Romboidal Mujer**



**Rostro Triangular Mujer**



**Rostro Ovalado Hombre**



**Rostro Cuadrado Hombre**



**Rostro Triangular Hombre**



**Nota.** Basada en “Diseño de ajuste a presión: tipos de ajustes a presión y mejores prácticas” por Shenzhen Rapid Direct Company, 2021, Rapid Direct (<https://www.rapiddirect.com/es/blog/dise%C3%B1o-de-ajuste-a-presi%C3%B3n/>).

Con la finalidad de especificar la fase de diseño a detalle, se seleccionaron dos monturas las cuales se presentan como prototipos de baja fidelidad para este proyecto, realizando en base a estas la fase de desarrollo y proceso de diseño en donde se elaborarán planos constructivos y modelado en 3D, respectivamente.

Como parámetros para la selección de estas dos propuestas, relacionados a la fabricación de ambos prototipos, se tiene principalmente la estandarización de las monturas de acuerdo con el usuario, es decir, las monturas a fabricar se seleccionarán de acuerdo al tipo de rostro más común o que más se presenta en el usuario con el rango de edad especificado anteriormente. Dicho esto, se entiende que los rostros ovalados son considerados como la forma facial más equilibrada y versátil, lo que facilita la adaptación de armazones que se ajusten cómodamente y favorezcan la estética.

En base a lo anterior, para presentar de forma detallada estos prototipos se seleccionarán las dos monturas diseñadas para rostros ovalados de mujer y hombre, respectivamente, mismas que se llevarán al proceso de diseño y fabricación (Figura 57).

**Figura 57.**  
*Monturas seleccionadas para fabricación de prototipos. Rostro ovalado en mujer y hombre.*



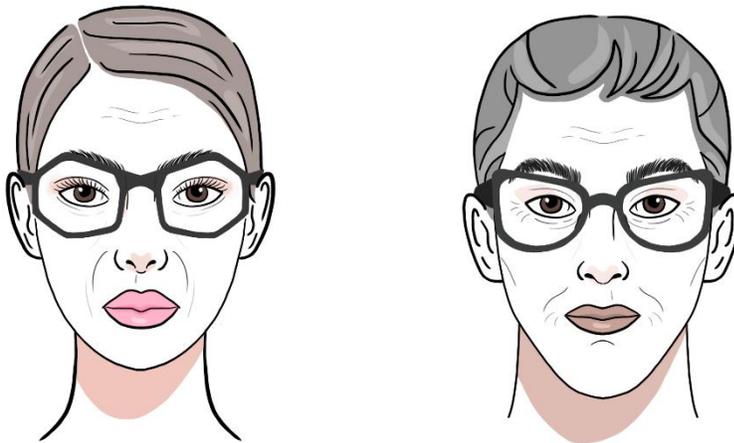
**Nota.** Selección realizada basándose en información sobre los tipos de rostro obtenida de “Factor antropométrico aplicado al diseño de monturas oftálmicas mediante escaneo e impresión 3D” por K. Sarzoza y C. Vallejo, 2019, Universidad Técnica de Cotopaxi.

De esta forma, y según la metodología empleada para este proyecto, se comienza con la fase de diseño de detalle, en donde se procede a hacer una limpieza sobre el diseño de las propuestas, mejorando los bocetos, formas y características visuales (Figura 58). Dentro de esta etapa se realizan modificaciones simples sobre la forma de la montura, se mejoran los bordes y vértices

de este, eliminando puntas y esquinas pronunciadas que pudieran existir, específicamente se pulen los grosores de la misma, ya que es importante considerar el ángulo de visión de estas con el fin de garantizar la correcta funcionalidad del producto, alineándose a la normativa establecida en apartados anteriores.

**Figura 58.**

*Modificaciones de propuestas, mejorando formas y grosores.*



**Nota.** Modificaciones en base a “*Tecnología Óptica: Lentes oftálmicas, diseño y adaptación*” por J. Aregay et al., 2001, Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya.

Una vez perfeccionadas las formas, se desarrollarán propuestas de color para las monturas seleccionadas (Figura 59 y 60). Cabe mencionar que, para llevar a cabo esta selección de color para mujer y hombre respectivamente, se tomaron en cuenta gustos y preferencias del usuario, los colores que más favorecen de acuerdo a su edad y rasgos fisonómicos, así como tendencias actuales en el producto respecto a colores y texturas.

**Figura 60.**

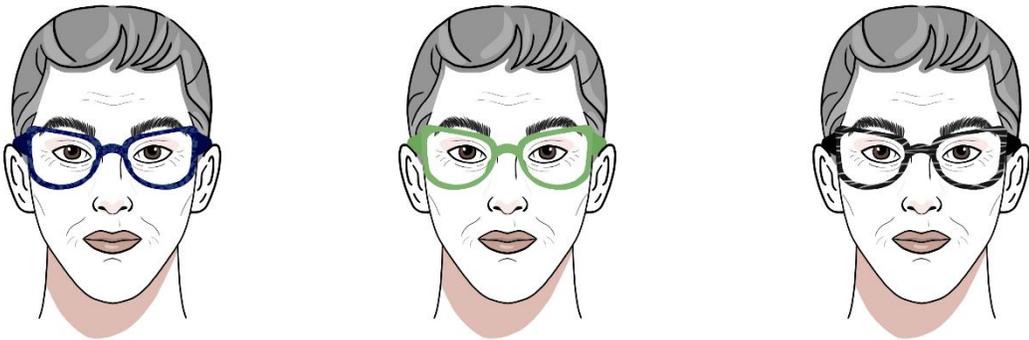
*Propuestas de color para montura en rostro ovalado de mujer.*



**Nota.** Modificaciones realizadas en base a “Anteojos: ¿cuál es el marco ideal para tu cara?” por C. Di Sí, 2015.

**Figura 59.**

*Propuestas de color para montura en rostro ovalado de hombre.*



**Nota.** Modificaciones realizadas en base a “Anteojos: ¿cuál es el marco ideal para tu cara?” por C. Di Sí, 2015.



CAPÍTULO IV. DESARROLLO Y PROCESO DE  
DISEÑO



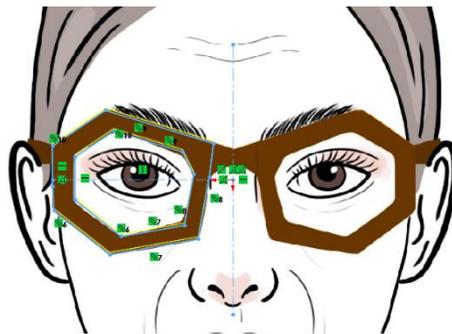
Como diseñadores, la fabricación de un prototipo, ya sea de baja o alta fidelidad, permite una correcta visualización de las características físicas y funcionales del objeto, además de que brinda una cercanía a la posible relación objeto-usuario. Dentro del Capítulo IV se describe paso a paso el proceso de elaboración de los prototipos de baja fidelidad de las monturas seleccionadas, desde su modelado en un software CAD, hasta el proceso de fabricación por medio de la tecnología seleccionada.

#### 4.1. Proceso de Diseño

Como se mencionó durante la investigación, los prototipos diseñados cuentan con características ergonómicas y antropométricas pues se emplearon las medidas definidas como las más aptas para el usuario de la tercera edad.

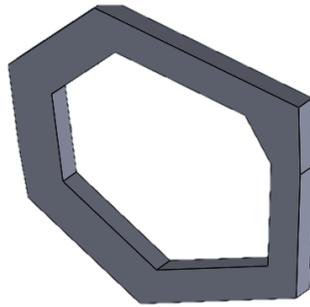
Teniendo esto en cuenta, se inicia con el modelo de la propuesta para rostro ovalado de mujer. Se proyecta una línea de referencia en un plano inclinado a  $15^\circ$ , este plano inclinado refiere al ángulo de inclinación del frontal que debe tener la montura, sobre el cual se modela el prototipo. Realizando una importación de la ilustración de la forma de la montura al software CAD, se comienza trazando el contorno del aro a base de líneas para lograr un croquis con la figura deseada, definiendo medidas para lograr una forma proporcionada, únicamente en la mitad de la forma para aplicar una simetría más adelante (Figura 61). Con ayuda de este croquis, se realiza una operación de extrusión con un grosor de 4mm, que es el grosor de la montura en su totalidad (Figura 62).

**Figura 61.** Trazo de la forma del aro de la montura.



**Nota.** Trazo de forma basado en “*Tecnología Óptica: Lentes oftálmicas, diseño y adaptación*” por J. Aregay et al., 2001, Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya.

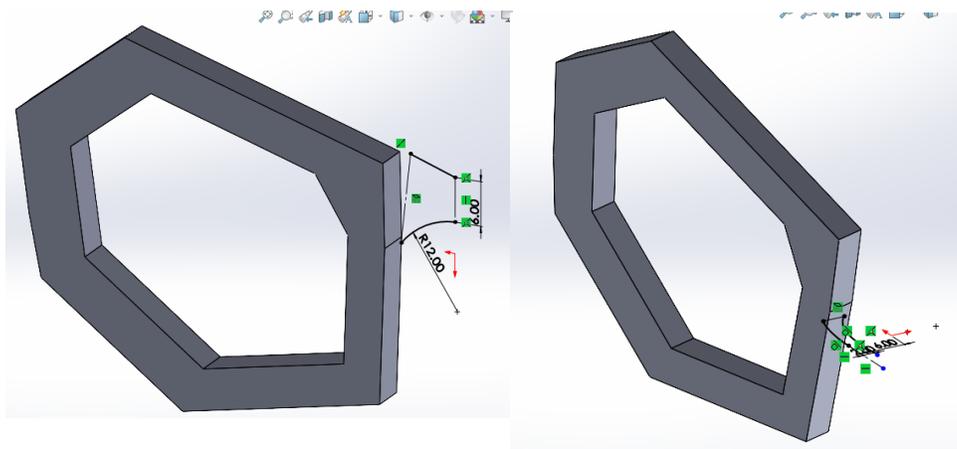
**Figura 62.**  
*Extrusión del aro.*



**Nota.** Modelado basándose en “*Tecnologías de Fabricación Digital Aditiva, ventajas para la construcción de modelos, prototipos y series cortas en el proceso de diseño de productos.*” por D. Torreblanca, 2016.

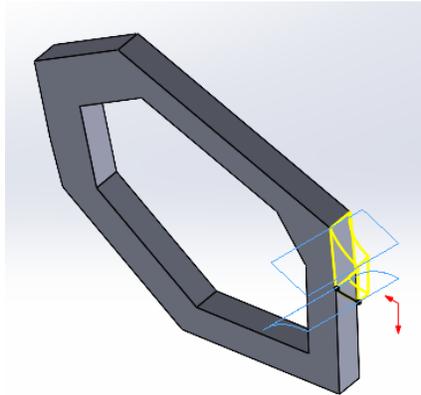
Posteriormente, en el plano frontal y superior, y sobre la misma línea de simetría, se trazan líneas guía que sirven como referencia para modelar la forma del puente de la montura, corroborando que estas fueran tangentes a la superficie del aro con el fin de lograr una curvatura continua (Figura 63). Para lograr una intersección entre estas líneas guías, se extruyen las superficies para realizar un croquizado 3D y con la operación de recubrir, empleando las curvas guía trazadas en un plano superior, se obtuvo la forma del puente como un sólido con los perfiles creados (Figura 64).

**Figura 63.**  
*Líneas y curva guía para modelar el puente de la montura, trazadas en un plano frontal y superior, respectivamente.*



**Nota.** Modelado basándose en “*Tecnologías de Fabricación Digital Aditiva, ventajas para la construcción de modelos, prototipos y series cortas en el proceso de diseño de productos.*” por D. Torreblanca, 2016.

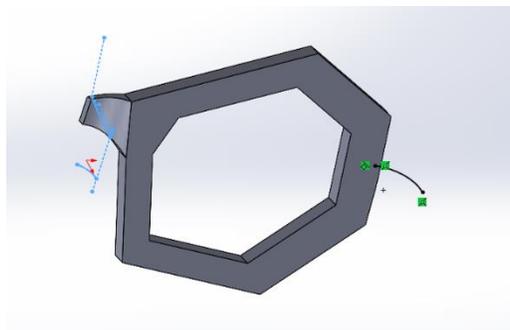
**Figura 64.**  
Operación de extrusión (azul) de las líneas guía y de recubrir sólidos (amarillo).



**Nota.** Modelado basándose en “Tecnologías de Fabricación Digital Aditiva, ventajas para la construcción de modelos, prototipos y series cortas en el proceso de diseño de productos.” por D. Torreblanca, 2016.

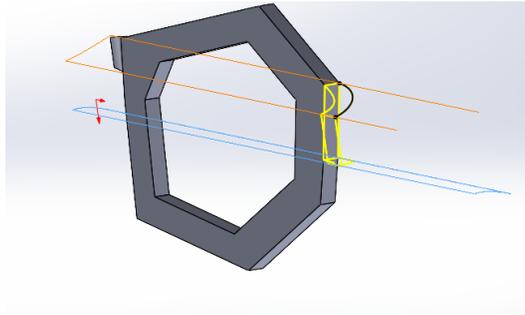
Realizando las mismas operaciones que con el puente de la montura, se procede a modelar uno de los talones, elemento al que irán unidas las varillas. De acuerdo a la geometría de este elemento, se trazan las líneas guía para cada perfil y de este modo, hacerlas intersectar como superficies por medio de la operación de extrusión, estableciendo de igual forma la curvatura guía que seguirá este sólido (Figura 65 y 66). Con las superficies generadas y la operación recubrir sólidos, se definen los perfiles para generar el croquis 3D para el talón siguiendo la curvatura guía establecida (Figura 67).

**Figura 65.**  
Trazo de líneas y curva que generan la geometría del talón de la montura.



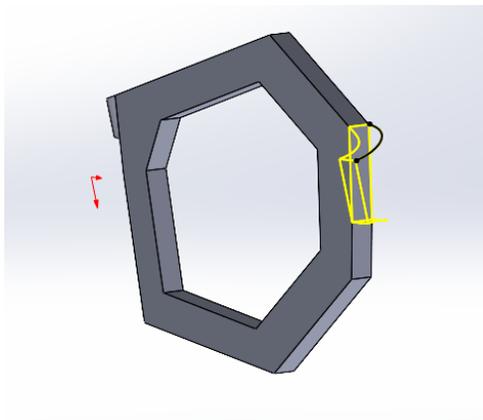
**Nota.** Modelado basándose en “Tecnologías de Fabricación Digital Aditiva, ventajas para la construcción de modelos, prototipos y series cortas en el proceso de diseño de productos.” por D. Torreblanca, 2016.

**Figura 66.**  
Operación extruir de las líneas guías para generar superficies.



**Nota.** Modelado basándose en “Tecnologías de Fabricación Digital Aditiva, ventajas para la construcción de modelos, prototipos y series cortas en el proceso de diseño de productos.” por D. Torreblanca, 2016.

**Figura 67.**  
Obtención del talón por medio de la operación de recubrir sólidos.

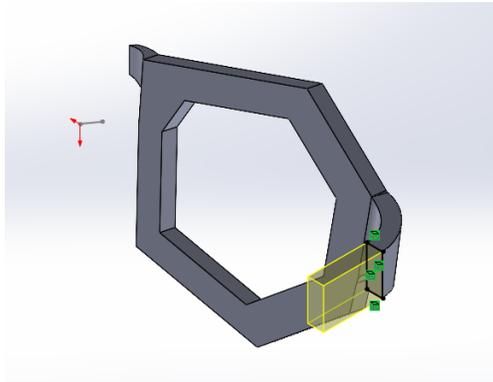


**Nota.** Modelado basándose en “Tecnologías de Fabricación Digital Aditiva, ventajas para la construcción de modelos, prototipos y series cortas en el proceso de diseño de productos.” por D. Torreblanca, 2016.

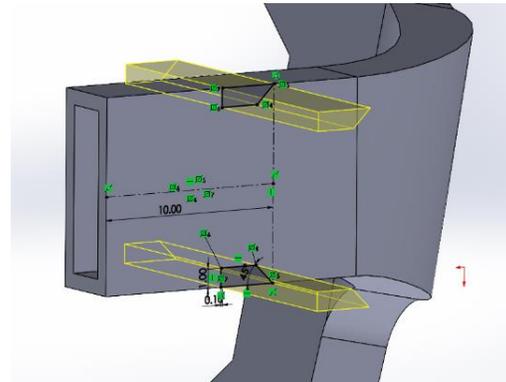
Teniendo tres de los elementos principales de la montura, se realiza la unión del aro, con el puente y el talón para generar un mismo sólido. Con el talón generado, se extruye el perfil de este para crear la forma que dará dirección a las varillas (Figura 68) y sobre este sólido se diseñan los detalles para el mecanismo tipo Snap Fit, a través de la definición de croquis y cortes necesarios para dar paso a las entidades que delimitarán el ensamble. Se empieza definiendo el corte interior para ahuecar el perfil de la pieza extruida, para después realizar los cortes en los bordes donde se introducirá el componente penetrante.

De esta forma de obtiene el cuerpo principal del componente receptor (Figura 69).

**Figura 68.**  
Extrusión del perfil del talón.



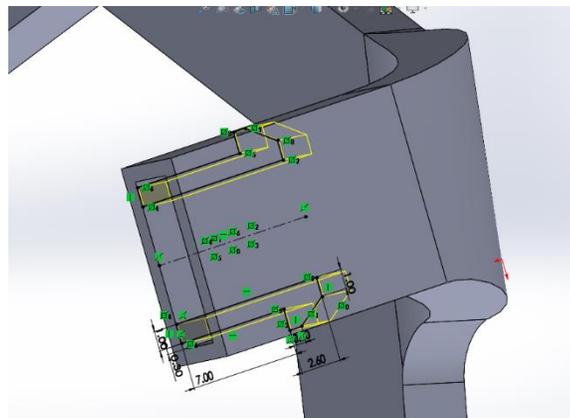
**Figura 69.**  
Obtención del cuerpo del componente receptor del mecanismo Snap Fit mediante las operaciones de corte y extrusión.



**Nota.** Modelado basándose en “Tecnologías de Fabricación Digital Aditiva, ventajas para la construcción de modelos, prototipos y series cortas en el proceso de diseño de productos.” por D. Torreblanca, 2016.

Tomando como base los cortes generados en el componente receptor y para lograr una exactitud al ensamblar estos componentes, sobre un plano lateral se trazan los croquis que dan forma a las presillas del elemento penetrante del ensamble, para después realizar una operación de extruir saliente que permitiera generar el modelo 3D de este elemento (Figura 70).

**Figura 70.**  
Croquis para generar el modelo de las presillas del elemento penetrante.

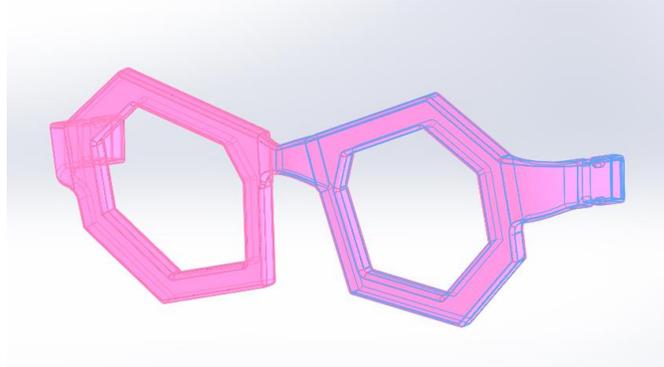


**Nota.** Modelado basándose en “Tecnologías de Fabricación Digital Aditiva, ventajas para la construcción de modelos, prototipos y series cortas en el proceso de diseño de productos.” por D. Torreblanca, 2016.

En este punto, ya se tiene el frontal completo de la montura para dama con cada uno de sus elementos y se aplica una simetría de todo el modelado para conformar el prototipo completo (Figura 71). De este modo, se obtiene la dimensión deseada de la montura para dama de acuerdo a las medidas antropométricas del usuario, que es de 151 mm.

**Figura 71.**

*Aplicación de simetría del modelo para obtener la montura completa.*

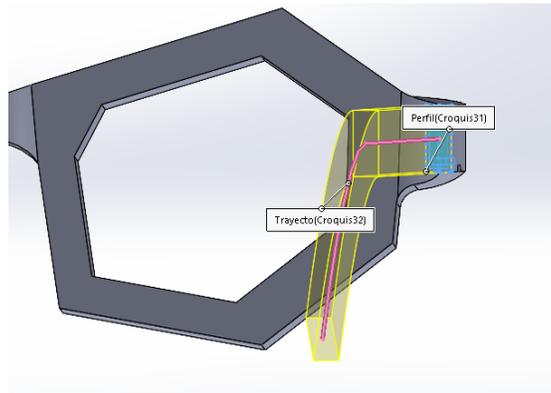


**Nota.** Modelado basándose en “*Tecnologías de Fabricación Digital Aditiva, ventajas para la construcción de modelos, prototipos y series cortas en el proceso de diseño de productos.*” por D. Torreblanca, 2016.

Una vez conformado el frontal de la montura en su totalidad, se procede a modelar una de las varillas las cuales contarán con el componente penetrante del mecanismo del ensamble, con el fin de lograr la unión y desunión de ambos elementos del prototipo.

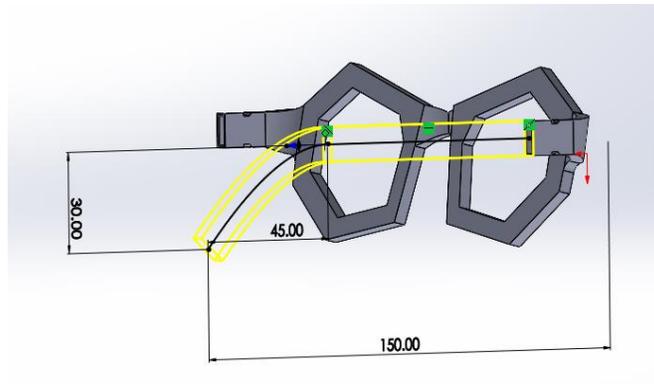
Para conformar esta varilla, se inicia con el trazo de los croquis necesarios para la obtención de este elemento, comenzando con el croquis del perfil en un plano posterior a la montura y posteriormente el croquis del trayecto que daría la forma a la varilla (Figura 72). De esta manera, se realiza una operación de barrido definiendo los croquis del perfil de la varilla y de su trayectoria, logrando así el croquis en 3D de este elemento con una longitud de 150 mm de acuerdo a la anatomía auricular del usuario (Figura 73).

**Figura 72.**  
Croquizado para el perfil y la trayectoria de la varilla.



**Nota.** Modelado basándose en “Tecnologías de Fabricación Digital Aditiva, ventajas para la construcción de modelos, prototipos y series cortas en el proceso de diseño de productos.” por D. Torreblanca, 2016.

**Figura 73.**  
Operación de barrido para obtener el modelado 3D de la varilla.



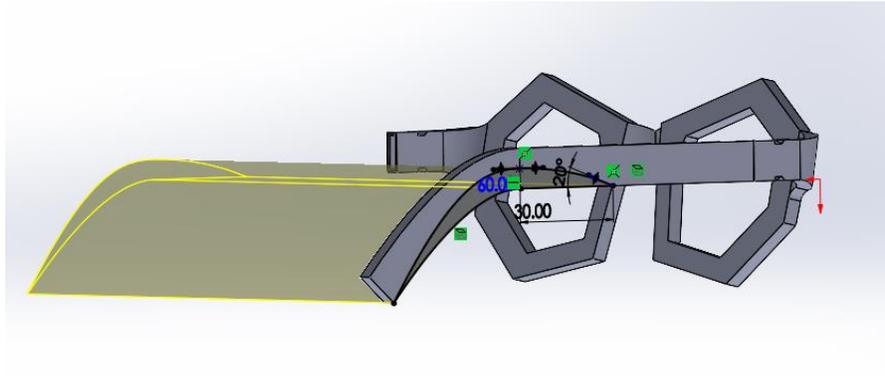
**Nota.** Modelado basándose en “Tecnologías de Fabricación Digital Aditiva, ventajas para la construcción de modelos, prototipos y series cortas en el proceso de diseño de productos.” por D. Torreblanca, 2016.

Es posible observar que, al realizar esta operación de barrido, la varilla posee aún formas no ergonómicas. De la misma manera en la que se generaron cortes en el componente receptor del ensamble ubicado en el talón de la montura, se realizan los croquis necesarios en el plano lateral de la varilla que más adelante se extruyen para realizar un corte y lograr darle la curvatura auricular a la varilla, así como redondear los terminales de la misma, eliminando las

aristas pronunciadas (Figura 74). Una vez logrado el modelo de la varilla, se realiza una unión entre este elemento y el componente penetrante del mecanismo, ya modelado anteriormente, para obtener el segundo sólido que conforma el modelo de la montura.

**Figura 74.**

*Extrusión del croquis de corte que le brindaría la curva auricular a la varilla.*



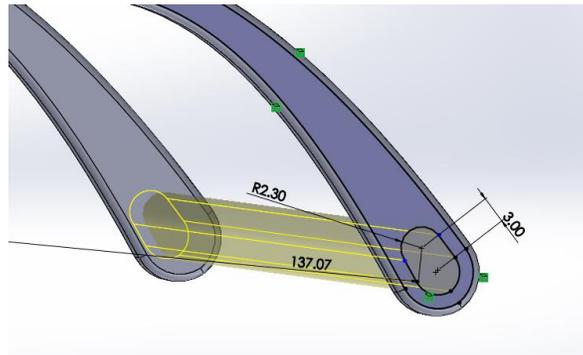
**Nota.** Modelado basándose en “*Tecnologías de Fabricación Digital Aditiva, ventajas para la construcción de modelos, prototipos y series cortas en el proceso de diseño de productos.*” por D. Torreblanca, 2016.

Para obtener el modelo del prototipo en su totalidad, se realiza la última operación de simetría para el elemento de la varilla. Con ambas varillas en posición, se traza un croquis en los terminales de una de ellas sobre el plano lateral, mismo que define la forma del orificio que le fue añadido al prototipo, con el fin de que el usuario pueda agregar un accesorio que transforme a la montura en uno colgante ya que, por lo general, una persona de la tercera edad le resulta útil cargar las gafas en el cuello para tenerlas a la mano al momento del su uso (Figura 75).

A este croquis, se le aplica la operación de extruir, de modo que la longitud del croquis en 3D atravesara a ambas varillas. Con ayuda del sólido generado, se realiza el corte de dicho orificio en ambos elementos, redondeando los bordes internos de este corte para lograr un acabado estético (Figura 76).

**Figura 75.**

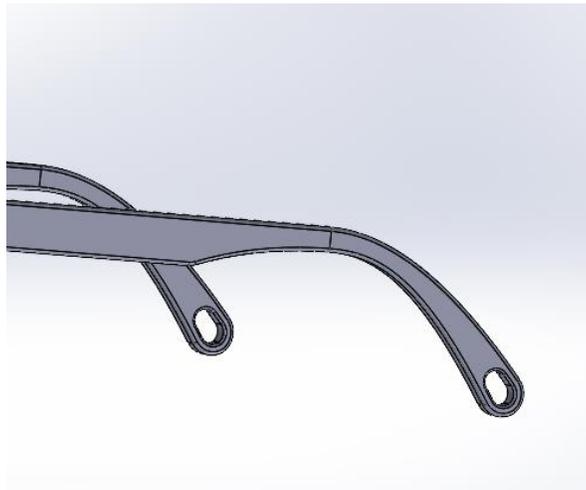
Operación de extrusión del croquis trazado para definir el orificio en los terminales de las varillas.



**Nota.** Modelado basándose en “Tecnologías de Fabricación Digital Aditiva, ventajas para la construcción de modelos, prototipos y series cortas en el proceso de diseño de productos.” por D. Torreblanca, 2016.

**Figura 76.**

Apreciación de los terminales de las varillas de la montura.

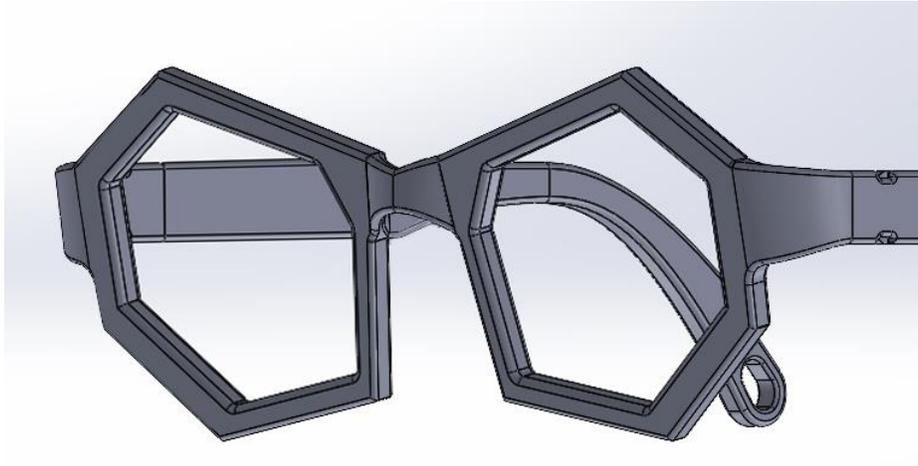


**Nota.** Modelado basándose en “Tecnologías de Fabricación Digital Aditiva, ventajas para la construcción de modelos, prototipos y series cortas en el proceso de diseño de productos.” por D. Torreblanca, 2016.

Iniciando la fase final del proceso de modelado en 3D, se procedió a darle acabados a la montura redondeando los bordes pronunciados o con aristas crudas para lograr curvaturas continuas en los bordes frontales del aro, así como en los bordes del puente, aros interiores y los bordes de la varilla, con redondeos de 80 mm de diámetro para curvaturas angostas o de gran longitud y de 20 mm para las más estrechas. (Figura 77).

**Figura 77.**

*Operación de redondeo en los bordes y aristas de la montura*

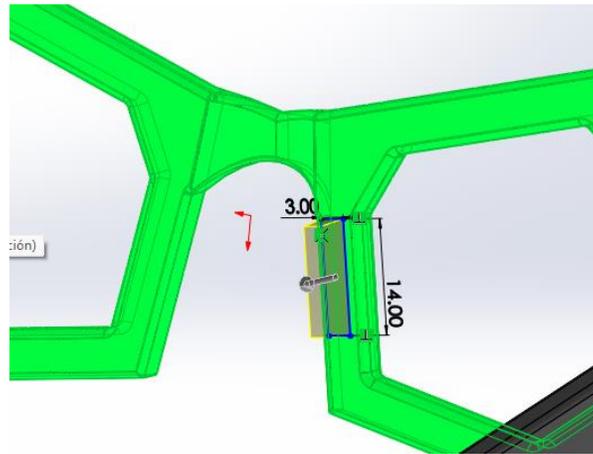


**Nota.** Modelado basándose en “*Tecnologías de Fabricación Digital Aditiva, ventajas para la construcción de modelos, prototipos y series cortas en el proceso de diseño de productos.*” por D. Torreblanca, 2016.

Posteriormente, se modelan las plaquetas de la montura trazando un croquis rectangular sobre el plano posterior del frontal con dimensiones de 14 mm de largo por 3 mm de ancho y aplicando la operación de extrusión a una altura de 5 mm con un ángulo de salida de 4°, se obtuvo un sólido con la forma base de la plaqueta (Figura 78).

**Figura 78.**

Croquizado y extrusión de la forma base para las plaquetas de la montura.

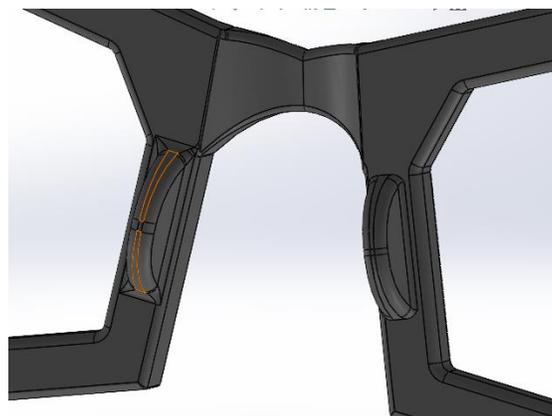


**Nota.** Modelado basándose en “Tecnologías de Fabricación Digital Aditiva, ventajas para la construcción de modelos, prototipos y series cortas en el proceso de diseño de productos.” por D. Torreblanca, 2016.

Para brindar al elemento la forma ergonómica que le caracteriza, se aplican redondeos de 7 mm en las aristas superiores y de 1 mm en los laterales para darle la curvatura requerida, así como un redondeo de 0.5 mm en los bordes del contorno de la base (Figura 79). Finalmente se aplica una simetría para obtener ambas plaquetas.

**Figura 79.**

Redondeos en las plaquetas.



**Nota.** Modelado basándose en “Tecnologías de Fabricación Digital Aditiva, ventajas para la construcción de modelos, prototipos y series cortas en el proceso de diseño de productos.” por D. Torreblanca, 2016.

De esta manera, se obtiene el modelado 3D de la propuesta para rostro ovalado de dama. Cabe mencionar que, para la propuesta para caballero, se sigue el mismo procedimiento en cuanto al modelado de los componentes del ensamble, las varillas y las plaquetas. Para modelar la forma de los aros o frontal, se realizan las mismas operaciones de trazo de contornos y extrusión sobre un plano inclinado, pero ahora basándose en los bocetos desarrollados para esta propuesta y siguiendo las medidas antropométricas establecidas para el adulto mayor (Figura 80). En el caso de la propuesta para caballero, se define una medida de 154 mm para el frontal y 150 mm para las varillas (Figura 81).

**Figura 80.**  
*Modelado del frontal de la montura para rostro ovalado de caballero.*



**Nota.** Modelado basándose en “Tecnologías de Fabricación Digital Aditiva, ventajas para la construcción de modelos, prototipos y series cortas en el proceso de diseño de productos.” por D. Torreblanca, 2016.

**Figura 81.**

*Modelado 3D de la propuesta para caballero, siguiendo el mismo procedimiento realizado en la propuesta para dama.*



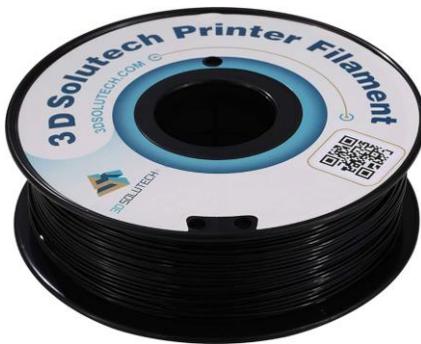
**Nota.** Modelado basándose en “Tecnologías de Fabricación Digital Aditiva, ventajas para la construcción de modelos, prototipos y series cortas en el proceso de diseño de productos.” por D. Torreblanca, 2016.

En el caso de ambos modelos, se emplean como dimensiones base las medidas faciales habituales definidas en la tabla 17, como en ángulo nasal frontal (ANF) y las dimensiones antropométricas del adulto mayor establecidas en la tabla 16, como la anchura en la cabeza, acto que fue mencionado durante el proceso de diseño (Ver Anexo 4).

## 4.2. Impresión en 3D

De acuerdo al sistema de producción planteado para este proyecto, se inició la fase de pruebas y refinamiento en la cual se trabaja la fabricación de los prototipos modelados en software CAD. Estos prototipos definidos como prototipos de baja fidelidad tienen como objetivo principal probar y validar el diseño corroborando si este cumple con los objetivos establecidos para los usuarios en menor tiempo, gracias a que su fabricación no debe ser tan detallada pues únicamente sirven para visualizar el producto.

**Figura 82.**  
*Ejemplo del filamento de PLA empleado para impresoras 3D.*



**Nota.** Tomado de "Manufactura Aditiva", por R. Christoph et al., 2016, Realidad y Reflexión.

Con los prototipos modelados de las propuestas para dama y caballero respectivamente, se procede a realizar y definir los ajustes necesarios para el proceso de impresión en 3D, iniciando con la elección del filamento a emplear. Para la impresión de ambos prototipos se elige un filamento de PLA con un grosor estándar de 1.75 mm (Figura 82), este material brinda las propiedades necesarias a los prototipos para ser de baja fidelidad.

Este filamento se emplea en diferentes colores para representar la característica del producto diseñado que es el de personalización, en donde el usuario puede optar por combinar los elementos del frontal y las varillas con diferentes colores.

Tras la fase del modelado en 3D, es necesario realizar ajustes de estos a través de un programa de laminación en donde se divide el objeto en una serie de láminas o capas para su fabricación mediante deposición fundida. Este programa también genera una serie de órdenes y especificaciones que indicarán a la impresora 3D qué movimientos debe ejecutar, dónde y cómo debe depositar el material fundido para formar la pieza final.

Estas y otras especificaciones bajo las cuales fueron impresos los prototipos se presentan en la siguiente tabla.

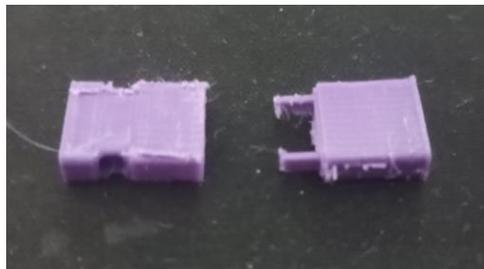
**Tabla 27.**  
Especificaciones para la impresión 3D de los prototipos.

ESPECIFICACIONES	VALOR
Grosor de capas (mm)	0.28
Temperatura de extrusor (°C)	215
Temperatura de cama (°C)	49
Velocidad para impresión de paredes (mm/s)	50
Velocidad para impresión de relleno (mm/s)	25
Relleno para las piezas (%)	30
Relleno para soportes (%)	4

**Nota.** Especificaciones establecidas en base a “Tecnologías de Fabricación Digital Aditiva, ventajas para la construcción de modelos, prototipos y series cortas en el proceso de diseño de productos.” por D. Torreblanca, 2016.

Una vez especificados estos parámetros, se realiza una prueba de impresión del sistema de ensamble definido para las monturas, ya que, al ser el elemento más pequeño, es importante corroborar las dimensiones de ambos componentes y su correcto funcionamiento (Figura 83). Gracias a esta prueba, se pudo verificar que las presillas del elemento penetrante requerían de un mayor grosor para evitar que se rompieran durante su impresión y se realizaron los ajustes necesarios.

**Figura 83.**  
Prueba de impresión para el sistema de ensamble tipo Snap Fit.

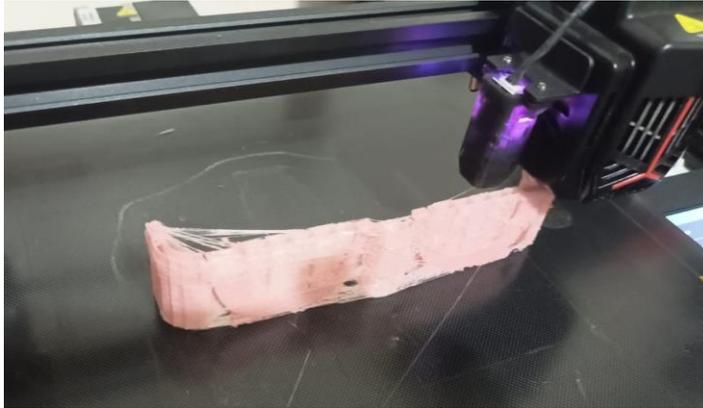


**Nota.** Elaboración propia.

Al ser de baja fidelidad, se opta por realizar la impresión de las monturas de dos formas distintas: por componentes, es decir frontal y varillas por separado, y otra en su totalidad. Esto con el fin de presentar como son las monturas ensambladas y sin ensamblar. De esta manera, se realiza primero la impresión de los frontales de dama y caballero, teniendo una duración de 4 horas y 43 minutos para el de dama y 4 horas y 50 minutos para el de caballero (Figura 84).

**Figura 84.**

*Proceso de impresión de los frontales o aros de las monturas.*



**Nota.** Elaboración propia.

Para ambos componentes la impresión se realiza de manera vertical, de esta forma la adición de las capas brindaría al componente una mayor resistencia principalmente en puntos considerables como pueden ser el puente, los talones y el componente receptor del ensamble, por lo que es importante colocar soportes que ayudan a que el elemento se quede fijo entre capa y capa. Estos soportes se colocan debajo de los talones y del puente y como relleno en los aros en ambos casos (Figura 85).

**Figura 85.**

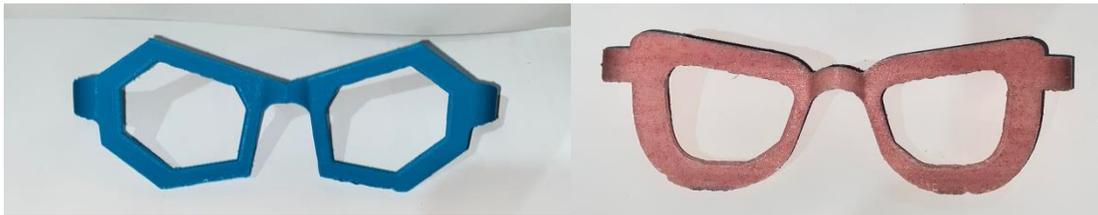
*Soportes para impresión de los frontales.*



**Nota.** Elaboración propia.

Al finalizar la impresión de estos componentes, se limpiaron retirando los soportes únicamente con ayuda de un exacto, esto gracias a la facilidad para retirar dichos excesos, pues en estas partes la impresión contaba con menor relleno (Figura 86).

**Figura 86.**  
*Frontales de las monturas impresos y limpios.*



**Nota.** Elaboración propia.

Acto seguido, se comienza con la impresión de ambos pares de varillas. Para este componente también se aplicó un relleno del 30 % durante la impresión, con el fin de favorecer su resistencia, pero manteniendo la propiedad de las piezas de ser más livianas que las convencionales (Figura 87).

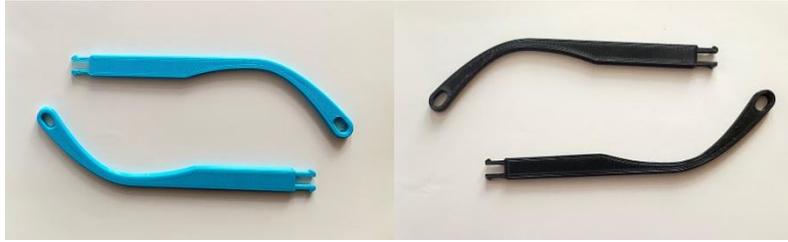
**Figura 87.**  
*Apreciación de la impresión de los soportes internos de las varillas.*



**Nota.** Elaboración propia.

La impresión de cada par de varillas se llevó a cabo en un tiempo de 2 horas con 15 minutos. Estos elementos no requirieron la aplicación de soportes para su impresión ya que fueron impresos directamente sobre la plancha de la impresora, gracias a esto no fue necesaria la limpieza o el retiro de excesos (Figura 88).

**Figura 88.**  
*Varillas de las monturas impresa.*



**Nota.** Elaboración propia.

**Figura 89.**  
*Pruebas rápidas de ensamblaje de los componentes.*

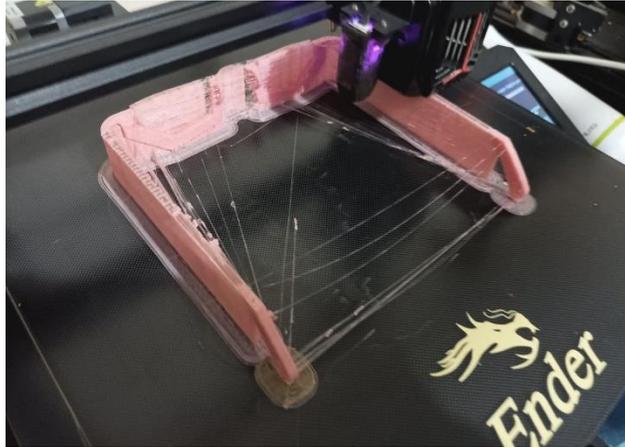


**Nota.** Elaboración propia.

El proceso de fabricación mediante deposición fundida finalizó con la impresión de ambas monturas en su totalidad, es decir, la montura compuesta por el frontal y las varillas, ambos componentes ensamblados, simulando el armado para su uso. Esto permitió visualizar el prototipo armado, corroborar formas y dimensiones. Al igual que con la impresión individual de los frontales, estas piezas requirieron de soportes durante su impresión sobre la plancha, mismos que son retirados al finalizar el proceso (Figura 90).

**Figura 90.**

*Proceso de impresión de las monturas completas, en donde se visualizan los soportes agregados.*



**Nota.** Elaboración propia.

Cada impresión de las monturas ensambladas se llevó a cabo en un tiempo de 7 horas, aproximadamente (Figura 91).

**Figura 91.**

*Monturas impresas en su totalidad.*



**Nota.** Elaboración propia.

### 4.3. Acabados

Como se sabe, las piezas fabricadas mediante la impresión 3D siempre van a presentar un nivel de rugosidad debido a su construcción capa por capa. La operación de acabados en los prototipos impresos fue rápida ya que, al ser de baja fidelidad, no requieren un acabado perfecto ni una textura totalmente lisa.

Sin embargo, se les dio un ligero acabado con ayuda de lijas del número 80 y 200. Con la primera se eliminaron rebabas y posibles imperfecciones, y con la lija más fina se alisaron las superficies logrando un acabado uniforme y una textura más suave (Figura 92).

**Figura 92.**

*Lijado de algunas piezas impresas para mejorar acabados.*



**Nota.** Elaboración propia.

En algunos casos en donde existían grandes imperfecciones, fue necesario el uso de calor con ayuda de un cautín para desgastar de una manera más rápida y sin someter las piezas a mucho esfuerzo o manipulación. Posteriormente, con la lija del número 200, se terminaba de pulir el área donde se había usado calor. En la figura 93, se presentan las piezas ya lijadas y con mejor acabado.

**Figura 93.**

*Acabados en piezas lijadas.*



**Nota.** Elaboración propia.

#### 4.4. Renders

Como parte de los objetivos para este proyecto, se planteó la presentación de acabados sobre las piezas virtuales, por lo que es necesaria la elaboración de renders de los prototipos. Los acabados que se le dieron a ambos prototipos están basados en las propuestas de color que se presentaron anteriormente para las monturas. Se eligieron dos propuestas de las presentadas para dama y caballero, respectivamente, para realizar el renderizado de las monturas, respetando colores, patrones y diseños de las mismas, de esta manera se puede visualizar el aspecto y la apariencia que tendrá el producto final. Para este proyecto, se plantea brindar los acabados de texturas y color a las piezas finales por medio de la técnica de recubrimiento de resina epóxica, sin embargo, por fines prácticos del mismo, se muestran los acabados por medio del renderizado de los prototipos modelados.

A continuación, se presentan los renderizados de las monturas para dama y caballero, respectivamente.

**Figura 94.**

*Renders de propuestas de montura para dama y caballero, respectivamente.*



**Nota.** Elaboración propia.

**Figura 96.**  
*Posibles combinaciones propuestas para montura de dama y caballero, respectivamente.*



**Nota.** Elaboración propia.

**Figura 95.**  
*Vista en explosivo de los componentes de las monturas.*



**Nota.** Elaboración propia.

## CAPÍTULO V. EVALUACIÓN



En todo proceso de diseño, la evaluación es considerada una etapa relevante ya que permite al diseñador obtener información necesaria para definir con mayor claridad como se resolvió el problema planteado según el proyecto en que se encuentra involucrado, y en qué grado favorece la solución establecida. Realizar evaluaciones en el diseño permite presentar el producto a un grupo de usuarios para enriquecer el proyecto con ayuda de sus comentarios y opiniones.

Dentro de este último capítulo se describe la evaluación aplicada a los prototipos de las monturas con usuarios reales por medio de la técnica de focus group, la cual es una evaluación por percepción en donde se podrá calificar el diseño y la presentación del producto, así mismo se presentarán los modelos virtuales con el fin de comprobar el gusto y la preferencia del usuario de la tercera edad en base a colores y acabados aplicados en las monturas.

### **5.1. Focus Group**

El grupo focal o *focus group* es una técnica de investigación basada en la participación de un pequeño grupo de personas para responder preguntas específicas en un entorno controlado. El grupo se elige en función de rasgos demográficos predefinidos, y las preguntas están diseñadas para arrojar datos relevantes sobre un tema de interés dado y por lo general se puede conformar de entre 6 hasta 10 individuos (INESDI, 2023). El observar la dinámica del grupo, sus respuestas a preguntas específicas e incluso su lenguaje corporal pueden comunicar información importante relacionada a las decisiones de los consumidores respecto a productos y servicios.

El realizar una evaluación para concluir este proyecto tiene como principal objetivo conocer la percepción y preferencia de usuarios meta respecto a la estética y funcionalidad de los diseños propuestos, con el fin de calificar en que grado estas soluciones resuelven las problemáticas detectadas durante la investigación. Para poder llevarla a cabo, se seleccionó una muestra de 10 personas como unidad de análisis, una muestra que permitirá la obtención de información relacionada a las monturas. Dicha muestra se puso a prueba mediante una serie de preguntas para conocer su opinión y reacción con las mismas. Una vez definido el número de individuos, se delimitaron los criterios de segmentación para el focus group, es decir, se definieron los requisitos con los que debían contar los individuos pertenecientes a la unidad de análisis. Estos criterios se resumen en la siguiente tabla.

**Tabla 28.**

*VARIABLES ESTABLECIDAS PARA LA UNIDAD DE ANÁLISIS DEL FOCUS GROUP*

<b>VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS PARA LA UNIDAD DE ANÁLISIS</b>	
<b>Género</b>	Sexo indistinto
<b>Clase social</b>	Media
<b>Edad</b>	De 55 a 75 años
<b>Otros que justifiquen el estudio</b>	Uso de gafas, fijo preferentemente

**Nota.** Elaboración propia, basada en “Focus group: qué es, características y ejemplos” por INESDI, 2023, Instituto de Innovación Digital de las Profesiones.

Otros criterios importantes que se consideraron para llevar a cabo esta evaluación fue la compatibilidad entre los individuos, el moderador y el tema en cuestión, ya que puede llegar a afectar la fluidez, así como la respuesta sincera y real de los participantes. Tomando en cuenta conjuntamente el lenguaje, ya que si no se hablan en los mismos términos o códigos socioculturales se puede generar una barrera. Es por esto que se diseñaron las preguntas que se le hicieron al focus group de modo que no afectaran al sentido de las respuestas ya que son de vital importancia para el resultado del análisis.

Se establecieron preguntas abiertas y flexibles que fueran imposibles de responder con “sí” o “no”, sin ambigüedades para estimular la discusión, e imparciales y neutrales para no inclinar o desviar la respuesta de los participantes a una respuesta conveniente (Ver Anexo 5). A continuación, se presentan las preguntas definidas para llevar a cabo el focus group.

**Tabla 29.**

*Formato de preguntas para aplicación en focus group.*

<b>CUESTIONARIO PARA FOCUS GROUP</b>
<b>¿Por qué elegiría estos armazones?</b>
<b>¿Cree que el producto cumple con sus necesidades?</b>
<b>¿Qué llamó más su atención de estos armazones?</b>
<b>¿Con qué palabra definiría este nuevo producto?</b>
<b>¿Qué no le gustó de los armazones?</b>
<b>Si este producto se encontrara en el mercado, ¿lo compraría?</b>
<b>Indique de 0 a 10 el nivel de satisfacción con el producto</b>

**Nota.** Elaboración propia, basada en “Focus group: qué es, características y ejemplos” por INESDI, 2023, Instituto de Innovación Digital de las Profesiones.

Para realizar dicha evaluación, se contó con el apoyo del Patronato para la atención al adulto mayor de Huajuapán de León para acudir a las instalaciones de la Casa de día ubicada en la Agencia de Agua Dulce en el mismo municipio. Esta institución alberga diariamente a adultos de la tercera edad que rondan desde los 60 hasta los 90 años de edad aproximadamente, quienes acuden a estas instalaciones a convivir, socializar y llevar a cabo actividades de integración y manualidades. Para fines de este proyecto, fue posible reunir a personas que cumplieran con las variables para la unidad de análisis, principalmente la edad.

Se presentó material visual a los adultos mayores con el cual fue posible explicarles de manera rápida y práctica el objetivo del proyecto y la función de las monturas, así como explicarles a grandes rasgos como se llevó a cabo el proyecto (Figura 97). Es importante mencionar que esta presentación se realizó teniendo como objetivo el que los usuarios entendieran de forma clara y precisa este proyecto y los aspectos relevantes al diseño de las monturas, por lo que fue necesario adaptar el lenguaje eliminando tecnicismos relacionados a la ingeniería de este producto.

**Figura 97.**

*Presentación del proyecto en Casa de día de la Agencia de Agua Dulce, en Huajuapán de León.*



**Nota.** Elaboración propia.

**Figura 98.**  
*Ejemplo de material visual presentado a los participantes.*



**Nota.** Elaboración propia.

Una vez presentado el material y resueltas sus dudas respecto al funcionamiento de las propuestas, se procedió a realizar las preguntas definidas al inicio, de modo que se pudiera tomar en cuenta la opinión de todos los participantes de la muestra.

## 5.2. Resultados de la evaluación

Como parte de la evaluación mediante Focus Group, se aplicó un breve cuestionario de forma verbal con el que se pudo contar con la participación de todos los involucrados. En la tabla 30, se presentan las respuestas interpretadas que se pudieron obtener por parte los usuarios meta para conocer su opinión respecto a los diseños propuestos. Cabe mencionar que algunos participantes coincidían en sus respuestas por lo que, en algunas preguntas, se presenta solo un número de ellas.

**Tabla 30.**

*Respuestas de los participantes durante la evaluación*

<b>RESPUESTAS A CUESTIONARIO PARA FOCUS GROUP</b>	
<b>PREGUNTA</b>	<b>RESPUESTAS DE LOS PARTICIPANTES</b>
<b>¿Por qué elegiría estos armazones?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Me parecen muy prácticos</li> <li>• No he visto opciones así que sean armables</li> <li>• Pueden llegar a ser más económicos</li> <li>• El diseño y los colores son muy llamativos</li> <li>• Ayuda el hecho que se armen y desarmen</li> <li>• Hay formas para diferentes tipos de rostros</li> </ul>
<b>¿Qué necesidades resuelve este producto?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ya no van a lastimar de lo ancho</li> <li>• Me quedaban grandes y los lentes se resbalaban</li> <li>• Me permitirían verme y sentirme mejor, aun mejorando mi vista</li> <li>• Dejarían de lastimarme de la nariz porque las “patitas” ya no serían de metal</li> </ul>
<b>¿Qué llamó más su atención de estos armazones?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como funcionan y como se usan</li> <li>• Que sea un producto armable</li> <li>• Que, si alguna pieza se rompe, se puede remplazar más fácil y rápido</li> <li>• Es un producto innovador</li> <li>• Las formas y colores se ven más modernos</li> <li>• Ya no serían tan estorbosos</li> </ul>

<p><b>¿Con qué palabra definiría este nuevo producto?</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excelente</li> <li>• Innovador</li> <li>• Moderno</li> <li>• Fácil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Factible</li> <li>• Cómodo</li> <li>• Accesible</li> </ul>
<p><b>¿Qué no le gusto de los armazones?</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Líneas rectas</li> <li>• Formas muy cuadradas</li> </ul>	

**Nota.** Elaboración propia con síntesis de resultados obtenidos de la aplicación de cuestionarios durante la evaluación (Ver Anexo 5).

Gracias a las preguntas realizadas, se pudo obtener información exacta relacionada al gusto y preferencias del grupo de posibles usuarios empleados como unidad de análisis para esta evaluación, donde se pudo sintetizar lo siguiente.

Al presentar las propuestas de diseño para las monturas, lo que más llamó la atención de los adultos mayores fue la funcionalidad y practicidad de estas, ya que, mencionaban, son modelos que actualmente no encuentran en las ópticas pues el hecho que se puedan armar y desarmar los hace un accesorio menos estorboso, además de que los componentes de estas monturas tendrían la característica de remplazarse con mayor facilidad.

Estos fueron dos de los aspectos principales por los que los usuarios manifestaron que elegirían estas opciones, pues consideraron que resultaría más económico que solo se remplazara la pieza dañada de una forma más rápida y simple gracias a la técnica empleada, sin necesidad de cambiar toda la montura.

Otra razón por la que eligen estas monturas fue por el diseño y los colores pues indicaban que se les hace más atractivo y llamativo o fuera de lo convencional, a diferencia de las opciones que pueden encontrar para “gente de su edad”, las cuales definieron como “aburridas” y “simples”.

Relacionado a la pregunta si cree que el producto cumpliría con sus necesidades, el usuario de la tercera edad respondió afirmativamente, ya que argumentaban que al ser un producto que cumpliría con las medidas necesarias para adaptarse a su rostro, dejarían de lastimar principalmente el área de la nariz que es donde más afecciones presentan y se solucionaría el hecho de que el ancho de los lentes perjudique el área de la sien, además de que les permitiría verse bien y “a la moda”.

Ya que se les presentó únicamente los prototipos realizados para rostros ovalados, que fueron los diseños desarrollados para este proyecto, algunos usuarios manifestaron que dichas formas no eran de total agrado ya que, a gusto de ellos, presentaban muchas líneas rectas, a lo que les fue recordado que de igual manera fueron propuestos diseños de monturas para los diferentes tipos de rostro.

Debido a que estos diseños no fueron incluidos dentro de los recursos visuales que se proyectaron, estas propuestas se presentaron de forma breve a los usuarios, por lo que estos mencionaron que consideraban que este también que sería otro motivo por el cual optarían por usar estas monturas, pues tendrían variedad para poder seleccionar las formas que mejor se adapten a su rostro y a su gusto.

Gracias a estas cualidades, los participantes definieron a estas propuestas como un producto innovador, práctico, moderno, cómodo, accesible y divertido, una opción que sin duda adquirirían en caso de encontrarse en el mercado, calificándolo con un 9, en su mayoría.



## CONCLUSIONES

Resulta cada vez más importante el desarrollar productos destinados a usuarios de la tercera edad debido al considerable aumento de este grupo, pues representará una gran parte de la población mundial en los siguientes años gracias a estudios realizados actualmente. El desarrollar este proyecto relacionado a las problemáticas presentadas en adultos mayores al utilizar gafas, permitió definir que más del 80% de estos usuarios requieren de un accesorio que cumpla con sus necesidades visuales y ergonómicas ya que es un producto mayormente empleado por este rango de edad, el cual experimenta daños físicos al utilizar las opciones que encuentran actualmente en el mercado, mismas que no están enfocadas a atender específicamente sus necesidades y padecimientos.

Ser un adulto mayor no implica tener que adaptarse a los productos o servicios que brinda el mercado actual, por ello se consideró importante el diseñar propuestas que se adaptaran de forma correcta a los cinco tipos de rostros principales que presentan los usuarios en cuestión, además de tomar en cuenta los cambios antropométricos que se pueden identificar al llegar a este rango de edad, como pueden ser en la piel, nariz, pómulos, cuenca de los ojos, color del vello facial, entre otros; pues esto representa una solución a los problemas generados por el producto al usarlo ya que sus dimensiones no solo contemplan la forma del rostro y sus principales características en cuanto a formas y colores, sino también las medidas antropométricas reales del usuario meta.

Gracias a la investigación realizada, se lograron desarrollar propuestas de un producto con un gran potencial en el mercado, tomando en cuenta las especificaciones de diseño definidas a lo largo del proyecto relacionadas al uso, comodidad, estética, resistencia y la factibilidad en su fabricación, pues es una opción que brinda comodidad al usuario adaptándose a este de una manera más óptima y basado en necesidades particulares de este, mismas que no han sido satisfechas específicamente para el grupo en cuestión y estos usuarios simplemente han tenido que irse adaptando a las opciones de monturas que pueden encontrar actualmente, en lugar de que el producto se adapte a sus necesidades. Además de ser accesorios que pueden llegar a brindar personalidad y carácter, lo que beneficiaría al desarrollo del usuario aun en su rango de edad.

Para lograr los objetivos establecidos en este proyecto no solo se consideraron los beneficios que puede brindar este producto a nivel estético o emocional, sino específicamente a nivel físico ya que se brinda una solución a los principales daños identificados en el adulto de la tercera edad al utilizar gafas, proponiendo una técnica de producción que brinda a este accesorio la cualidad de ser más ligero pero resistente. Esta última característica es primordial debido a que, en comparación al peso de distintas aleaciones metálicas, el peso de estas monturas se adapta de manera adecuada al usuario.

Además, de que estarán compuestas de materiales se acoplan a la economía de potenciales consumidores y que, al ser fácilmente reparables, no es necesario pedir otras nuevas gafas en caso de rotura pues gracias a su geometría y a su fácil reproducción con la técnica de modelado por deposición fundida, se pueden reemplazar únicamente las piezas dañadas, aspecto que no solo beneficia al usuario si no también evita la sobreproducción, logrando también con estas soluciones un beneficio a nivel ambiental.

Este proyecto representa las pautas para dar continuidad a una investigación más amplia relacionada a la optimización continua de los diseños de monturas, considerando factores ergonómicos, materiales innovadores y tecnologías emergentes. Así mismo, las conclusiones aquí alcanzadas podrían informar directamente a profesionales de la salud y diseñadores en la creación de soluciones más efectivas y personalizadas para los adultos mayores.

Las propuestas de diseño de monturas para lentes desarrolladas y evaluadas en este proyecto encaminan hacia la atención en la mejora de la experiencia visual y el confort para los adultos mayores. El llegar a esta etapa de la vida y convertirse en una persona de la tercera edad que puede presentar problemas visuales, no es sinónimo de aislarse, dejar de tener actividades, no socializar más o tener que buscar depender de una tercera persona; en cambio, es posible tener la necesidad de verse y sentirse bien ya que se cree un factor importante para seguir teniendo una vida activa y evitar el deterioro.

De esta manera, este proyecto se convierte en fuente de inspiración y guía para esfuerzos futuros hacia mejoras tangibles en la calidad de vida de este grupo social, contribuyendo así a la evolución continua de la atención hacia el adulto mayor y la innovación en diseño de productos orientados a este importante grupo social.





## REFERENCIAS

- Aregay, J., Salvadó, F., Fransoy, M., Flores, J., & Hernández, C. (2001). *Tecnología Óptica: Lentes oftálmicas, diseño y adaptación*. Barcelona: Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya.
- Ávila, R., Roselia, L., & González, E. L. (2007). *Dimensiones antropométricas, Población Latinoamericana*. Guadalajara, Jalisco.
- Belando, J. S., & Garrido Chamorro, R. (2009). *Valoración antropométrica de la composición corporal: Cineantropometría*. Alicante, España: Universidad de Alicante.
- Bonenberger, P. R. (2005). *The First Snap-Fit Handbook*. Salisbury, Inglaterra: Hanser.
- Bonilla, S. V., Saavedra Layera, L., & Vegara Núñez, C. (19 de julio de 2017). Comparación de mediciones antropométricas directa y con sistema de imagen 3D, en adultos jóvenes. Santiago, Chile: Universidad de Chile.
- Bravo, V., & Diosdado, J. Á. (2017). Manufactura aditiva para prototipado rápido. *Jovenes en la ciencia*.
- Cabello, E. V. (2018). *Antropometría*. España: Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo.
- Cardozo, F. L. (2021). Snap Eye: Improve your style. *Proyecto de grado - Línea de Diseño y Producción*. Colombia, Bogotá: Universidad El Bosque, Facultad de Creación y Comunicación.
- Christoph, R., Muñoz, R., & Hernández, Á. (2016). Manufactura Aditiva. *Realidad y Reflexión*.
- Clínica Rahhal Oftalmología. (4 de Julio de 2016). *Arco Senil*. Clínica Rahhal Oftalmología: <https://www.rahhal.com/>
- Colegio Oficial de Ópticos-Optometristas*. (2017). <https://www.tuoptometrista.com/>
- De Santillana Hernández, S. P., Alvarado Moctezuma, L. E., Medina Beltrán, G. R., Gómez Ortega, G., & Cortés González, R. M. (2002). *Caídas en el adulto mayor. Factores intrínsecos y extrínsecos*. Ciudad de México: Medigraphic Artemisa.
- De Santillana, S., Alvarado, L., Medina, G. R., Gómez, G., & Cortés, R. M. (2002). *Caídas en el adulto mayor. Factores intrínsecos y extrínsecos*. Ciudad de México: Medigraphic Artemisa.
- Di Sí, C. (14 de Septiembre de 2015). Anteojos: ¿cuál es el marco ideal para tu cara?
- Díaz, J., Navarro, O. E., & Pino, A. (2015). *Características Antropométricas y Fisiológicas de Adultos Mayores de la Comuna de Arica-Chile*. Arica, Chile: Universidad de Tarapacá.
- Dugdale, D. C. (19 de Julio de 2020). *Medline Plus*. Cambios faciales con la edad: [//medlineplus.gov/spanish/ency/article/004004.htm](https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/004004.htm)
- Escudero, J. C. (2011). *Discapacidad visual y ceguera en el adulto: Revisión de tema*.
- Farías, H. Z. (2001). Adulto Mayor: Participación e Identidad. *Revista de Psicología de la Universidad de Chile*.
- FAVR. (2023). *FAVR Ópticas*. <https://www.favrspecs.com/es/>
- FUOC, F. (2019). *Design Toolkit Métodos: Focus Group*. Universitat Oberta de Catalunya: <http://design-toolkit.recursos.uoc.edu/es/focus-groups/>
- Galindo, A., & Villegas, E. (2001). *Montaje y aplicaciones de lentes oftálmicas*. Murcia, España: Universidad de Murcia.
- Galván, P. A. (2005). Diagnostico de fragilidad en adultos mayores. *Revista cubana de salud pública*.

- García, A. M., & Maya, Á. M. (2012). Análisis del concepto de envejecimiento. *GEROKOMOS: Revista de la Sociedad Española de Enfermería Geriátrica y gerontológica*.
- García, M. (2017). Gafas para mayores. *Webconsultas: Revista de salud y bienestar*.
- Hernández, N. A. (1 de Diciembre de 2003). *El proceso del envejecimiento*. MED Wave: Revista médica revisada por pares: <https://www.medwave.cl/2001-2011/2753.html>
- Herrera, Y. D. (2014). *Diseño y ergonomía para la tercera edad*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- IEA, A. I. (2000). *International Ergonomics Association*. Web Site: <https://iea.cc/>
- INEGI, I. N. (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*. México.
- INESDI, B. T. (13 de Noviembre de 2023). *Focus group: qué es, características y ejemplos*. Instituto de Innovación Digital de las Profesiones: <https://www.inesdi.com/blog/focus-group-que-es-caracteristicas-ejemplos/>
- Ingeniería y Mecánica Automotriz. (22 de Enero de 2020). *¿Qué es Snap Fit, cuál es su funcionamiento y como se diseñan?* Ingeniería y Mecánica Automotriz: <https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-snap-fit-cual-es-su-funcionamiento-y-como-se-disenan/>
- Llera, F. G., Molino, J. P., & Torregrosa, R. P. (2008). *Síndromes y cuidados en el paciente geriátrico*. España: Masson.
- López, A. (2019). Un invento revolucionario en la edad media: las gafas. *National Geographic*.
- Marchante, A. (2 de marzo de 2021). *PolyTerra, el filamento PLA más ecológico para impresión 3D*. 3D Natives: El sitio web de la impresión: <https://www.3dnatives.com/es/polyterra-filamento-ecologico-020320212/#!>
- Marchante, A. (18 de abril de 2023). *El acabado de superficies en la impresión 3D: los diferentes métodos existentes*. 3D Natives: el sitio web de la impresión 3D: <https://www.3dnatives.com/es/acabado-superficies-impresion-3d-180420232/#!>
- Marchon Eyewear. (2023). *Marchon*. Flexon: <https://www.marchon.com/es/brands/flexon.html>
- Marmolejo, V. O., & Peña, J. A. (2017). *Manufactura aditiva para prototipado rápido*. *Jóvenes en la Ciencia*.
- Menéndez, J. (2005). Enfermedades crónicas y limitación funcional en adultos mayores: estudio comparativo en siete ciudades de América Latina y el Caribe. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 9.
- Morgan, E. (Mayo de 2019). *Materiales para armazones de gafas*. All about vision: <https://www.allaboutvision.com/es/gafas/materiales-armazones-de-gafas.htm>
- Navascués, L. J., & Ordovas, C. A. (2007). Los ancianos y las alteraciones visuales como factor de riesgo para su independencia. *GEROKOMOS*, 16-23.
- O'Shea, E. (2003). *La mejora de la calidad de vida de las personas mayores dependientes*. Irlanda.
- Oftalmología, I. N. (1 de Septiembre de 2015). Siete de cada diez adultos utilizan lentes por una enfermedad ocular. *La Razón*.
- OMS. (2020). OMS: <https://www.who.int/es>
- Plastics Technology. (2016). Las 7 familias de la manufactura aditiva. *Plastics Technology*, México.

- Restrepo, S. S. (10 de Octubre de 2017). *FDM o modelado por deposición fundida*. 3D Natives: <https://www.3dnatives.com/es/modelado-por-deposicion-fundida29072015/>
- Robledo, L. M. (2002). Looking at the Future of Geriatric Care in. *Journal of Gerontology: MEDICAL SCIENCES*.
- Rodriguez, G. (1998). *Manual de Diseño industrial*. México: Ediciones G. Gili, .
- Rodríguez, M. M., Hernández, S. L., & Masó, S. R. (2016). Baja visión y envejecimiento de la población. *Revista Cubana de Oftalmología*.
- Sajú. (2016). *Sajú Colombia*. ¿Quiénes somos?: <https://www.saju.co/>
- Sampedro, A., & Barbón, J. (2012). *Gafas en el Arte Español del s. XV*. España: Grupo historia y humanidades en Oftalmología.
- Sarzoza, K. E., & Vallejo, C. D. (2019). *Factor antropométrico aplicado al diseño de monturas oftálmicas mediante escaneo e impresión 3D*. Latacunga, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Secretaría de Economía. (2002). *NMX-S-057-SCFI-2002: SEGURIDAD - EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL - PROTECTORES OCULARES PRIMARIOS CONTRA IMPACTOS - REQUERIMIENTOS Y MÉTODOS DE PRUEBA*. México.
- SENAMA, S. N. (2011). *Resultados Segunda Encuesta Nacional Calidad de Vida en la Vejez*. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Shenzhen Rapid Direct Company . (7 de Diciembre de 2021). *Diseño de ajuste a presión: tipos de ajustes a presión y mejores prácticas*. Rapid Direct: <https://www.rapiddirect.com/es/blog/dise%C3%B1o-de-ajuste-a-presi%C3%B3n/>
- Sicomoro. (2017). *Sicomoro: Natural Glasses*. ¿Quiénes somos?: <https://sicomoro.shop/quienes-somos/>
- Torreblanca, D. (2016). *Tecnologías de Fabricación Digital Aditiva, ventajas para la construcción de modelos, prototipos y series cortas en el proceso de diseño de productos*. Medellín, Colombia.
- Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2012). *Diseño y desarrollo de productos*. Mc Graw Hill Education.
- UNE, A. E. (2007). *UNE-EN ISO 7998 Óptica oftálmica. Monturas de gafas. Vocabulario y listas de términos equivalentes*. UNE.
- UNE, A. E. (2020). *UNE-EN ISO 8624: Óptica oftálmica. Monturas de gafas: Sistema de medida y vocabulario*. UNE.
- Veiga, P. D. (20 de Junio de 2005). *Impacto de la deficiencia visual en personas mayores. Un análisis desde una perspectiva psicosocial*. Portal Mayores: <http://www.imsersomayores.csic.es/documentos/documentos/diaz-impacto-01.pdf>
- Vera, M. (2007). Significado de la calidad de vida del adulto mayor para sí mismo y para su familia. *Facultad de Medicina, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.*, 284-290.
- Vimont, C. (19 de Mayo de 2019). *Cómo elegir una montura de un material que sea correcto para usted*. American Academy of Ophthalmology: <https://www.aao.org/>
- Xometry. (4 de enero de 2023). *Acabados superficiales para impresión 3D*. Xometry, where big ideas are built: <https://xometry.eu/es/acabados-superficiales-para-impresion-3d/>
- Zahera, M. (2012). *La fabricación aditiva, tecnología avanzada para el diseño y desarrollo de productos*. Valencia.



## ANEXOS



## Anexo 1. Formulario de encuesta

Formulario de aplicación de encuesta al usuario con rango de edad de 60 a 85 años para la identificación de problemáticas y preferencias respecto al uso de gafas.

Sexo:  F  M

Edad: \_\_\_\_\_

Ocupación:

---

1. ¿Utiliza lentes? ¿Por qué?

---

2. ¿Qué tipo de lentes utiliza?

Ópticos/Graduados  Solares  Protección/Entintados  Lectura  Deportivos.

3. ¿Con cuántos armazones cuenta? ¿Por qué?

---

4. ¿Cuál es el costo aproximado de sus armazones actuales?

- a) Menos de \$1000
- b) De \$1000 a \$2000
- c) De \$2000 a \$4000
- d) Más de \$4000

5. ¿Con qué frecuencia utiliza lentes?

Siempre  Una vez al día  Ocasionalmente  Casi nunca

6. ¿Para qué tipo de actividad los utiliza?

Leer  Utilizar aparatos electrónicos  Manualidades  Trabajo  
 Otra:

---

7. Del 1 al 3, siendo 3 la calificación más baja ¿Qué tan cómodos son sus armazones? ¿Por qué? \_\_\_\_\_

8. ¿Presenta algún tipo de molestia al utilizar sus armazones?

No, ninguna  Se resbalan  Lastiman (nariz, orejas)  Le aprietan  
 Otra:

---

9. ¿Cada cuanto cambia de armazón? ¿Por qué?

---

10. ¿En qué se basa para elegir su armazón?

Comodidad  Diseño  Precio  Marca  Material

11. ¿Qué busca en unos lentes?

---

**12. ¿Qué tipo de armazones son de su agrado?**

*Redondos*

*Rectangulares*

*Ovalado*



*Aviador*

*Cat Eye (Ojo de Gato)*



**13. ¿Qué material es de su preferencia?**

*Metal*

*Plástico (Acetato, pasta, acrílico)*

*Metales cubiertos (Oro)*

*Madera/Bambú*

**14. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un armazón que se adapte a todas sus necesidades (de uso, estéticas y ergonómicas)?**

a) *Menos de \$1000*

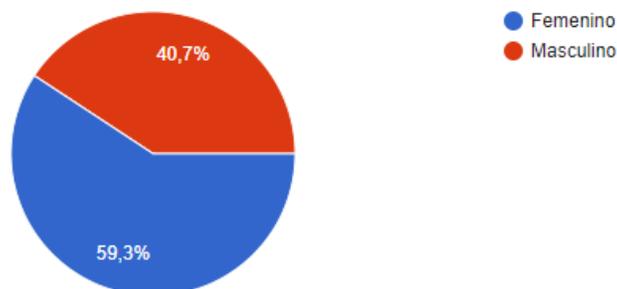
b) *De \$1000 a \$2000*

c) *De \$2000 a \$4000*

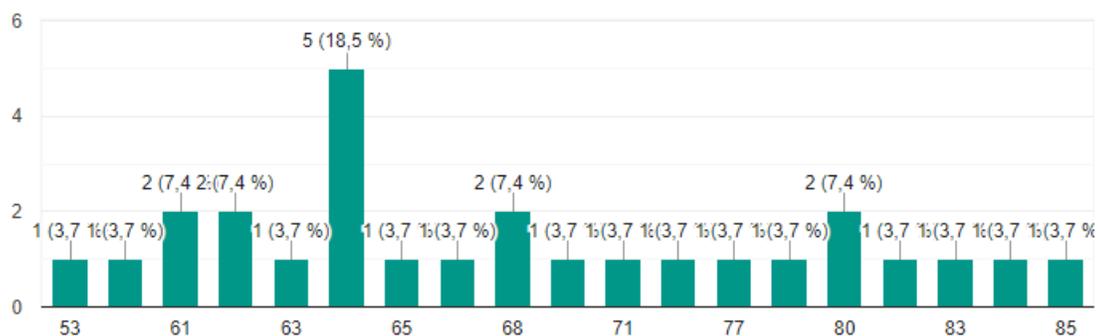
d) *Más de \$4000*

## Anexo 2. Resultados de encuesta

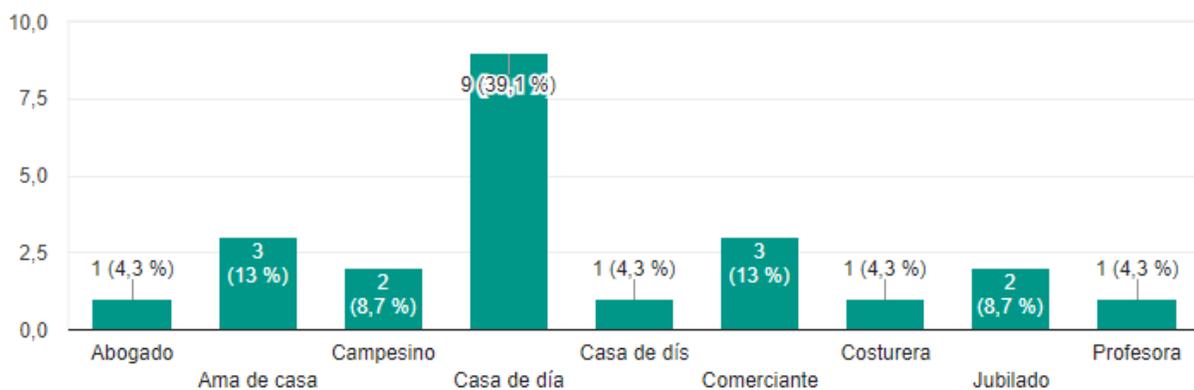
### Sexo



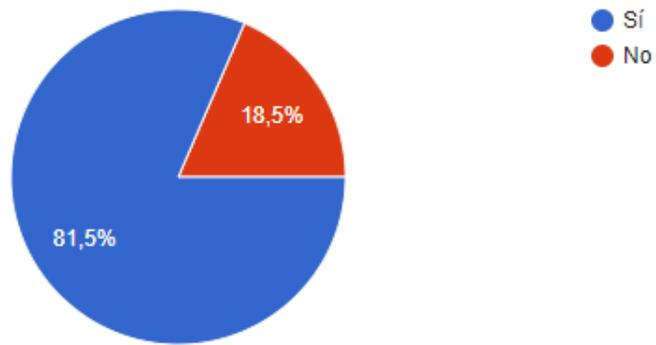
### Edad



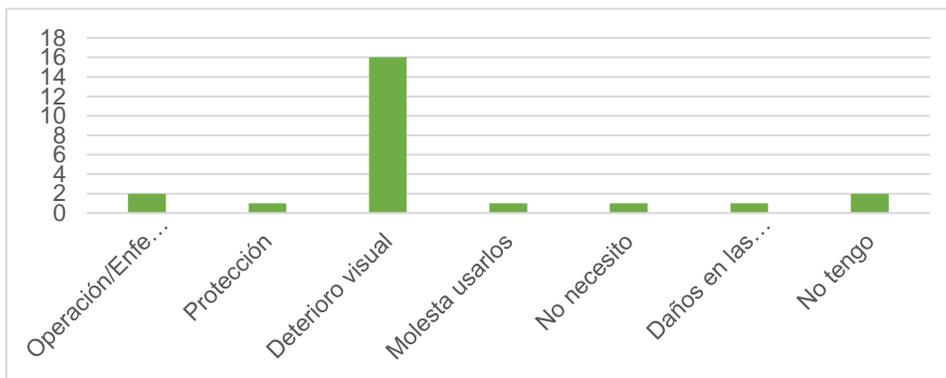
### Ocupación



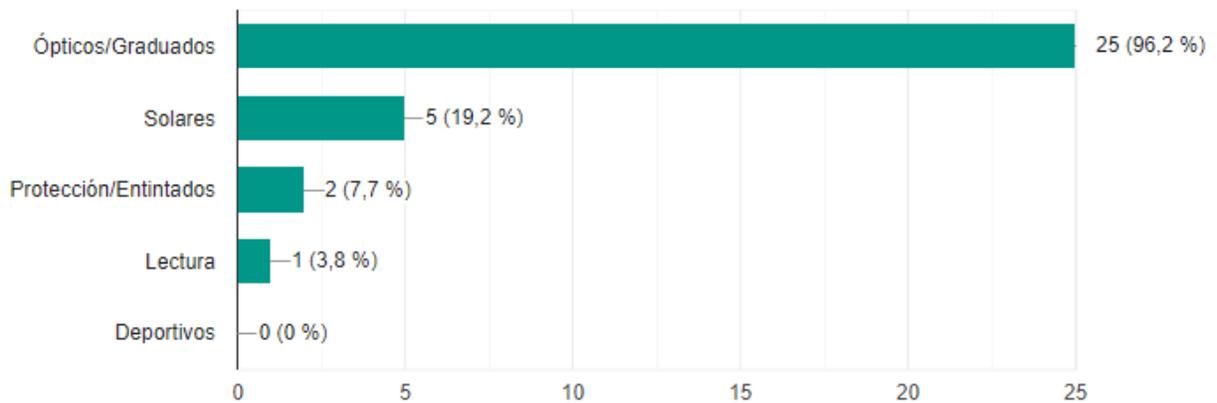
## 1. ¿Utiliza lentes?



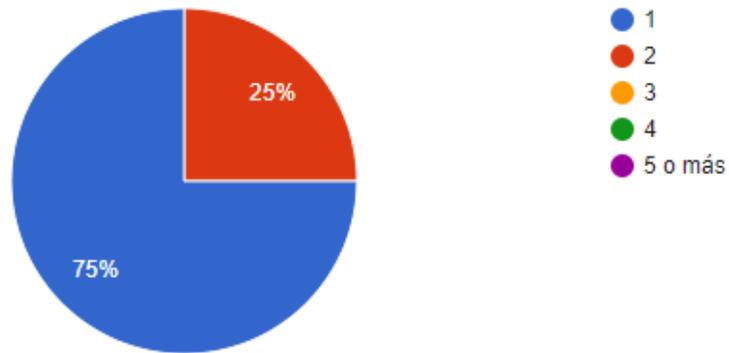
### 1.1. ¿Por qué?



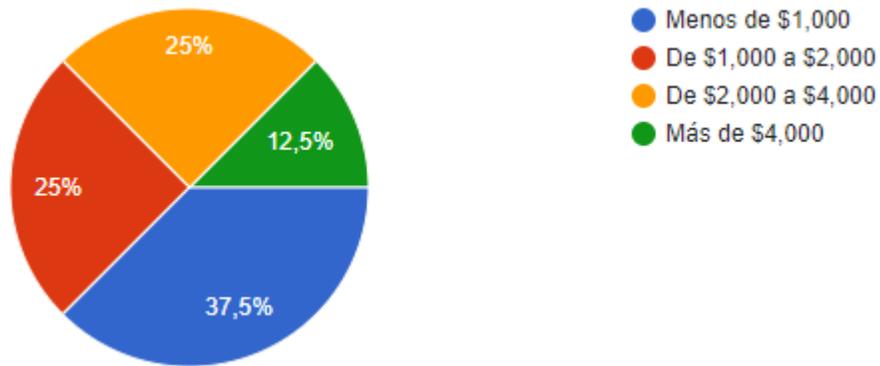
## 2. ¿Qué tipo de lentes utiliza?



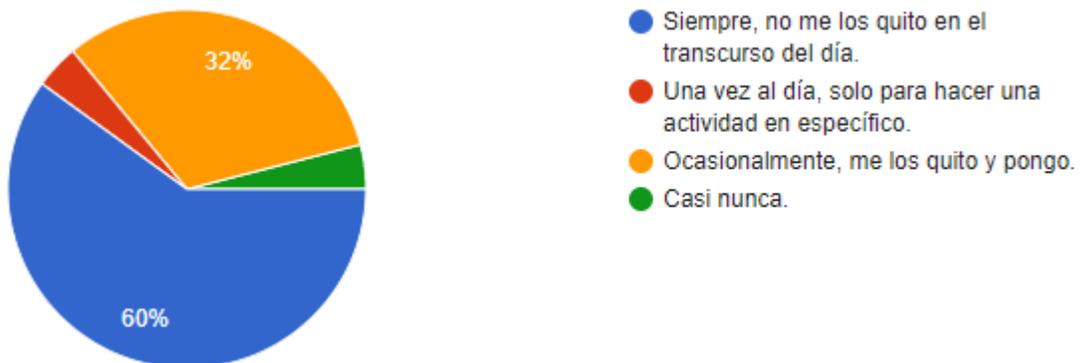
**3. ¿Con cuántos armazones cuenta?**



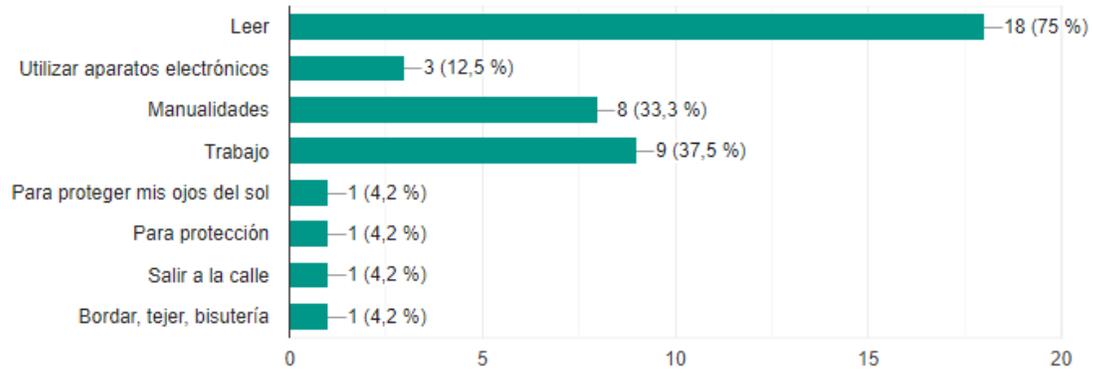
**4. ¿Cuál es el costo aproximado de sus armazones actuales?**



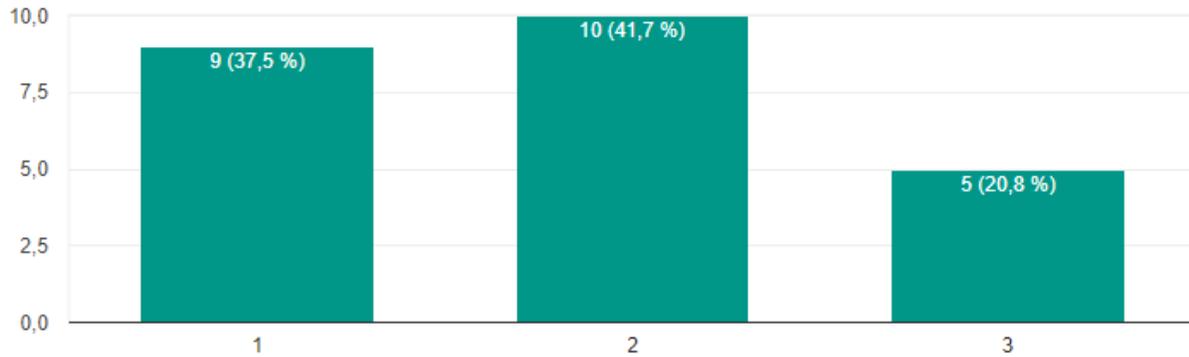
**5. ¿Con qué frecuencia utiliza lentes?**



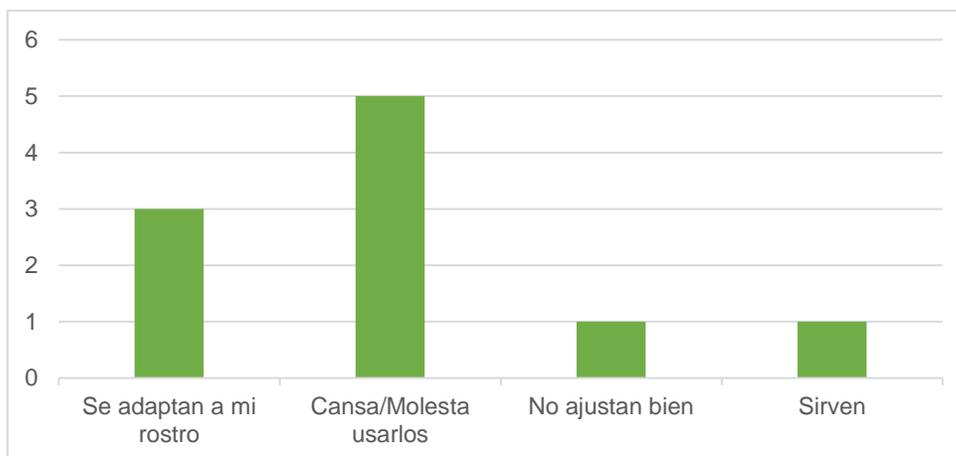
## 6. ¿Para qué tipo de actividad los utiliza?



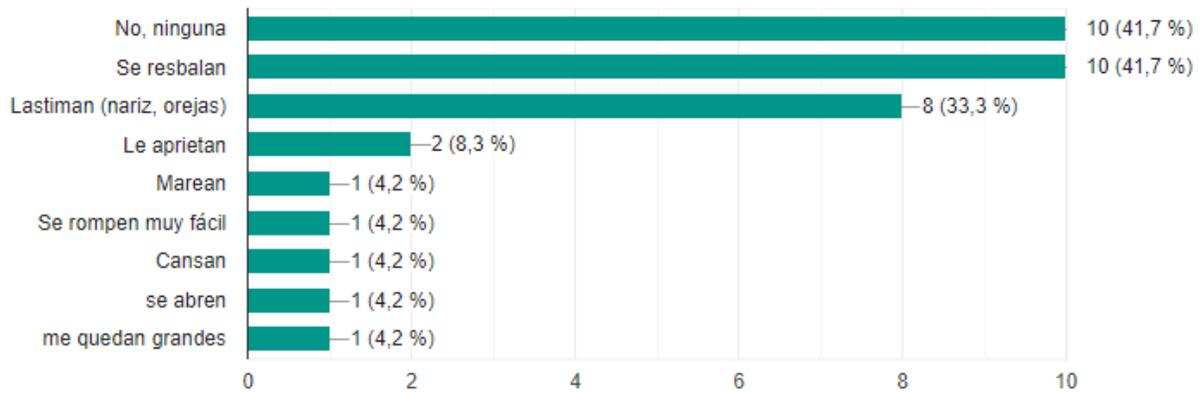
## 7. Del 1 al 3, siendo 3 la calificación más baja ¿Qué tan cómodos son sus armazones?



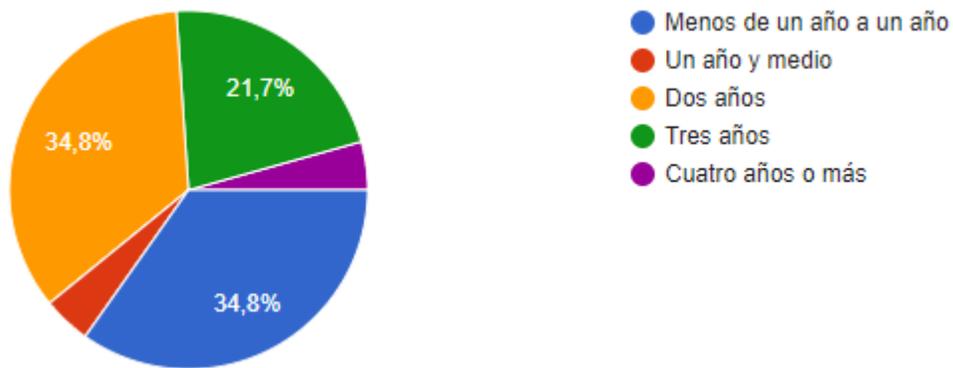
### 7.1. ¿Por qué?



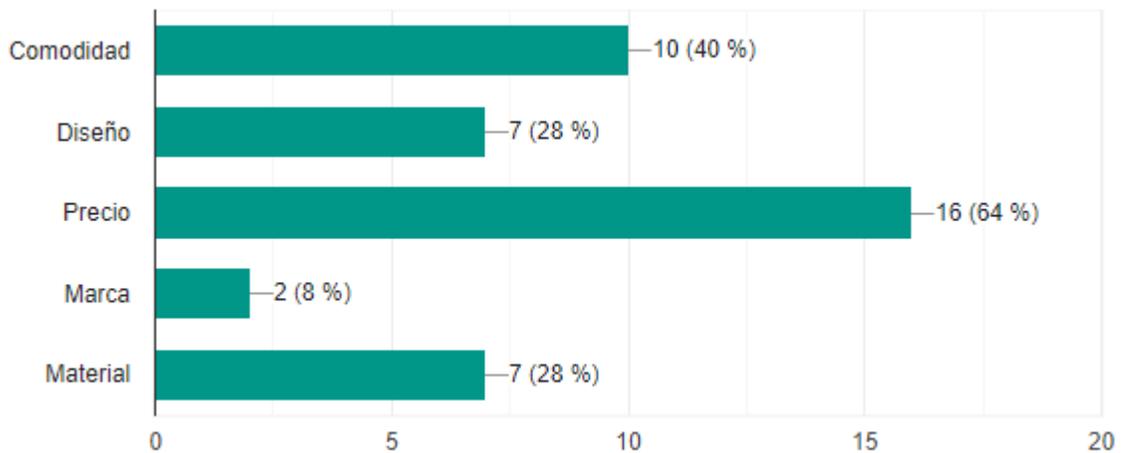
**8. ¿Presenta algún tipo de molestia al utilizar sus armazones?**



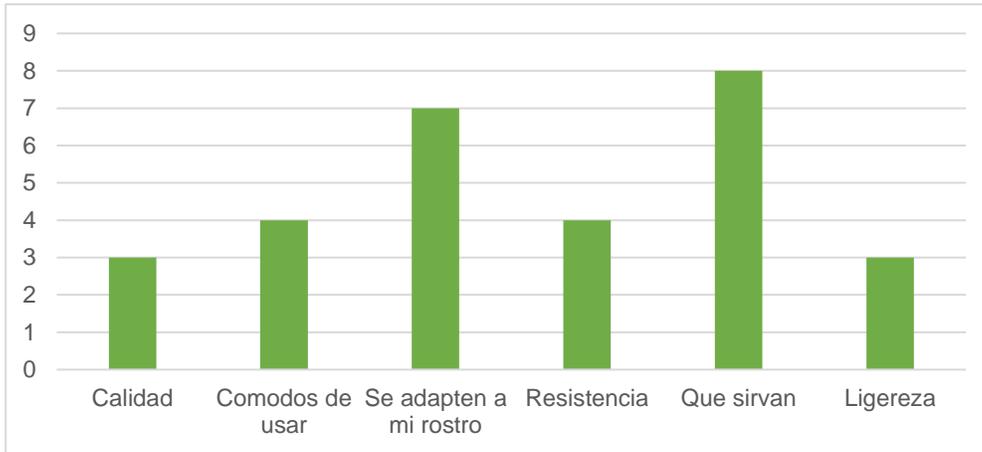
**9. ¿Cada cuanto cambia de armazón?**



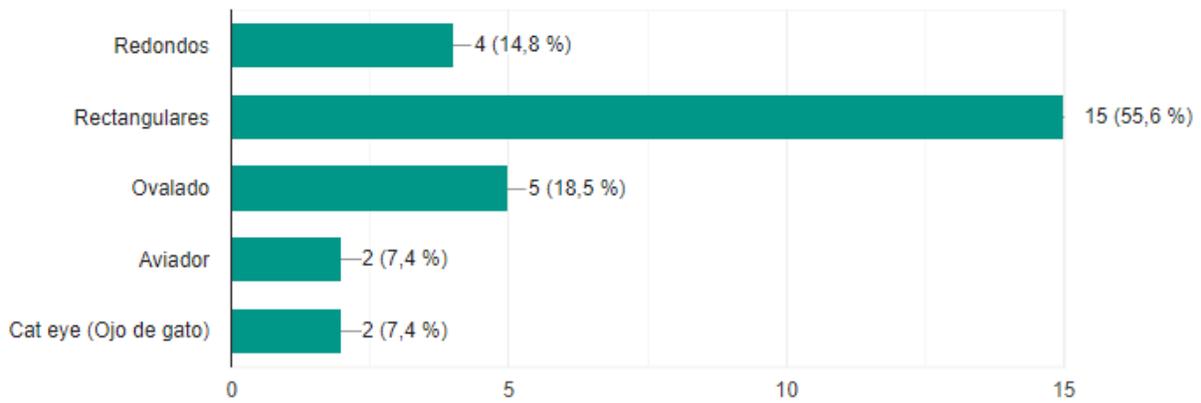
**10. ¿En qué se basa para elegir su armazón?**



### 11. ¿Qué busca en unos lentes?



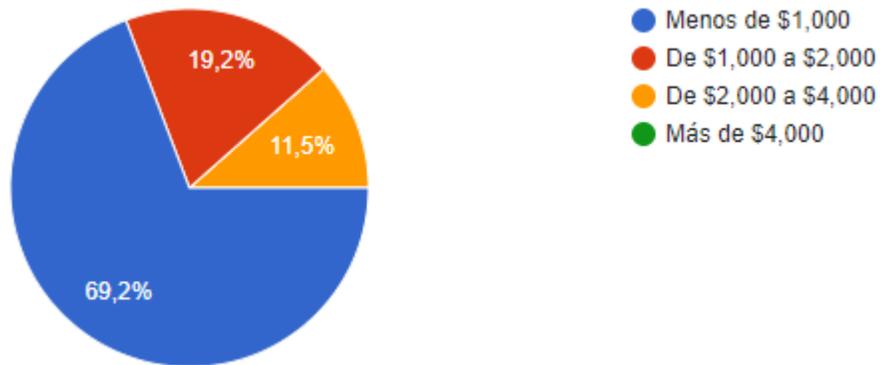
### 12. ¿Qué tipo de armazones son de su agrado?



**13. ¿Qué material es de su preferencia?**



**14. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un armazón que se adapte a todas sus necesidades (de uso, estéticas y ergonómicas)?**

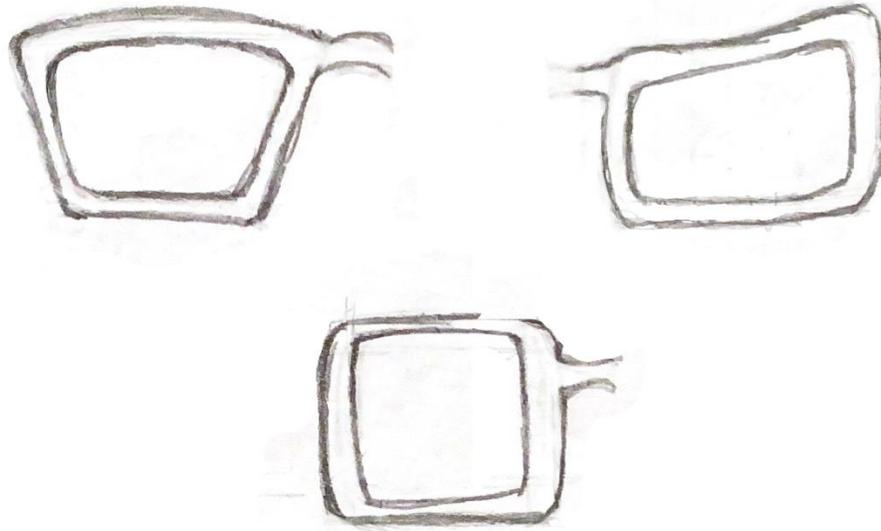




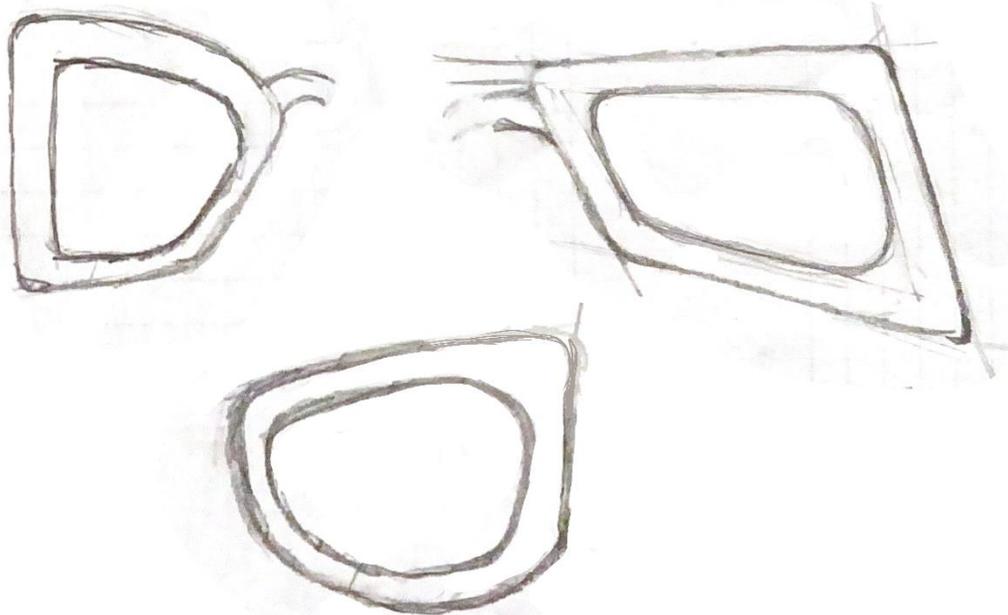
### **Anexo 3. Bocetos Previos**



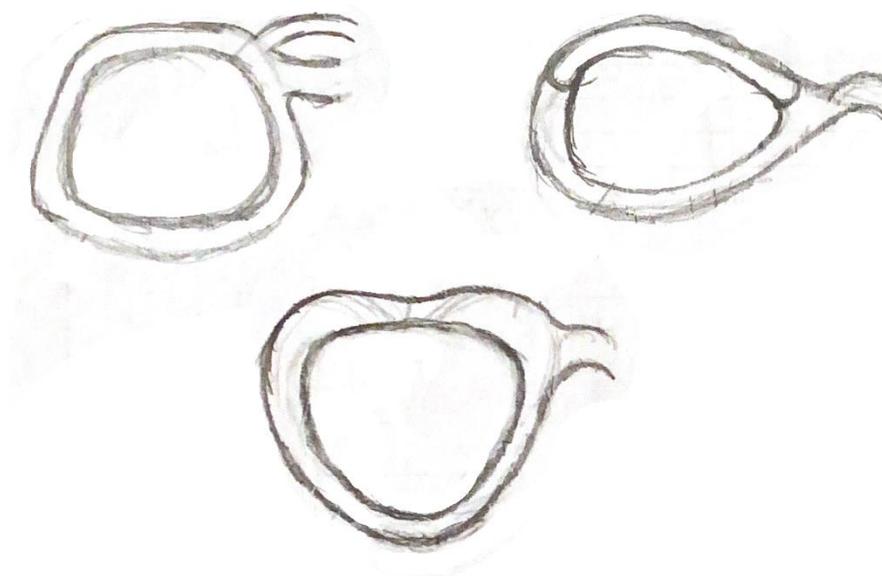
## Formas para r. redondo



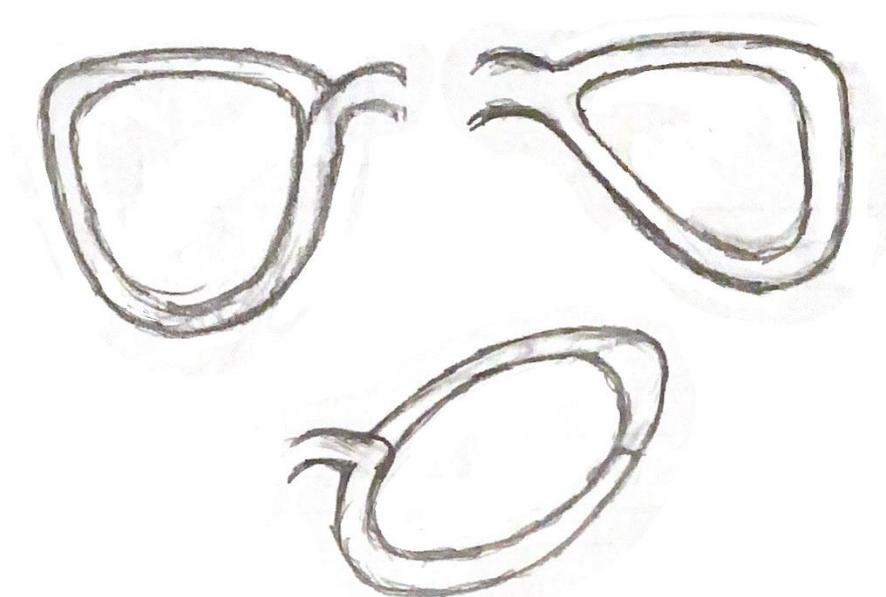
## Formas para r. ovalado



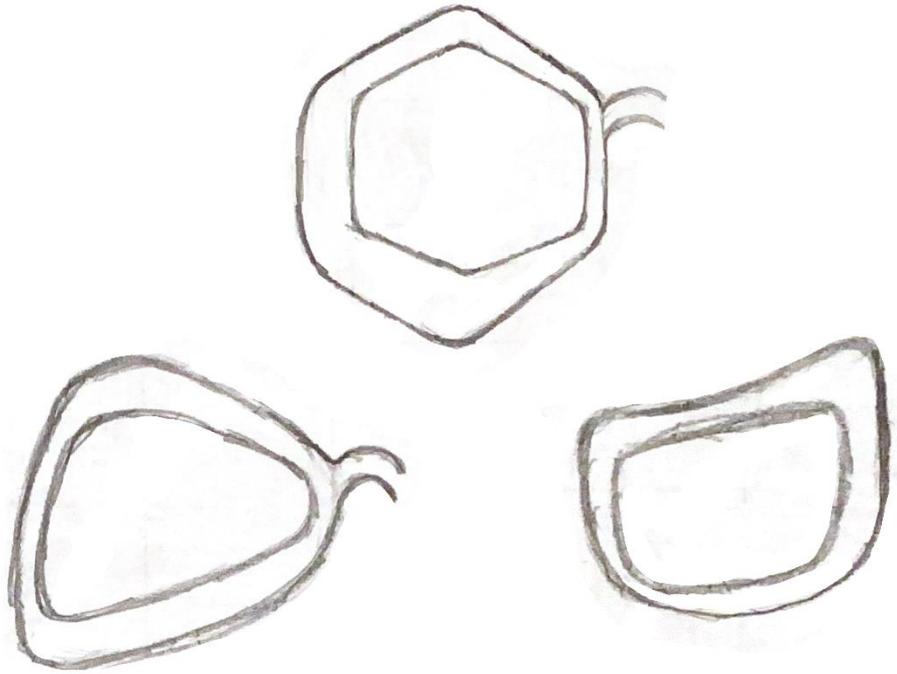
## Formas para r. cuadrado



## Formas para r. romboidal



## Formas para r. triangular



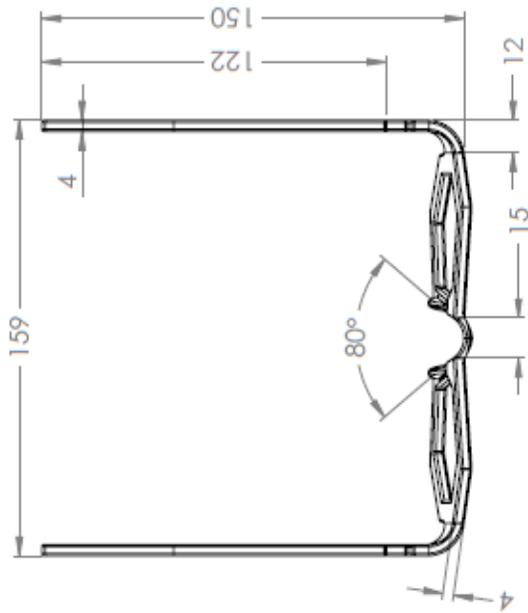


## **Anexo 4. Planos Constructivos**



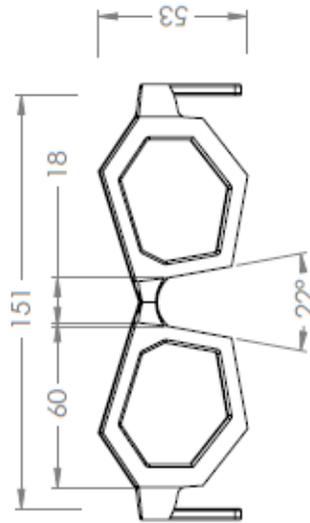
2

1



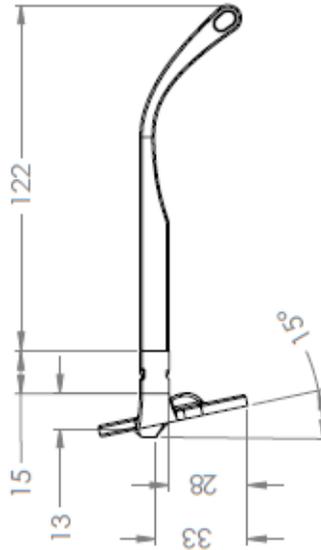
B

B



A

A



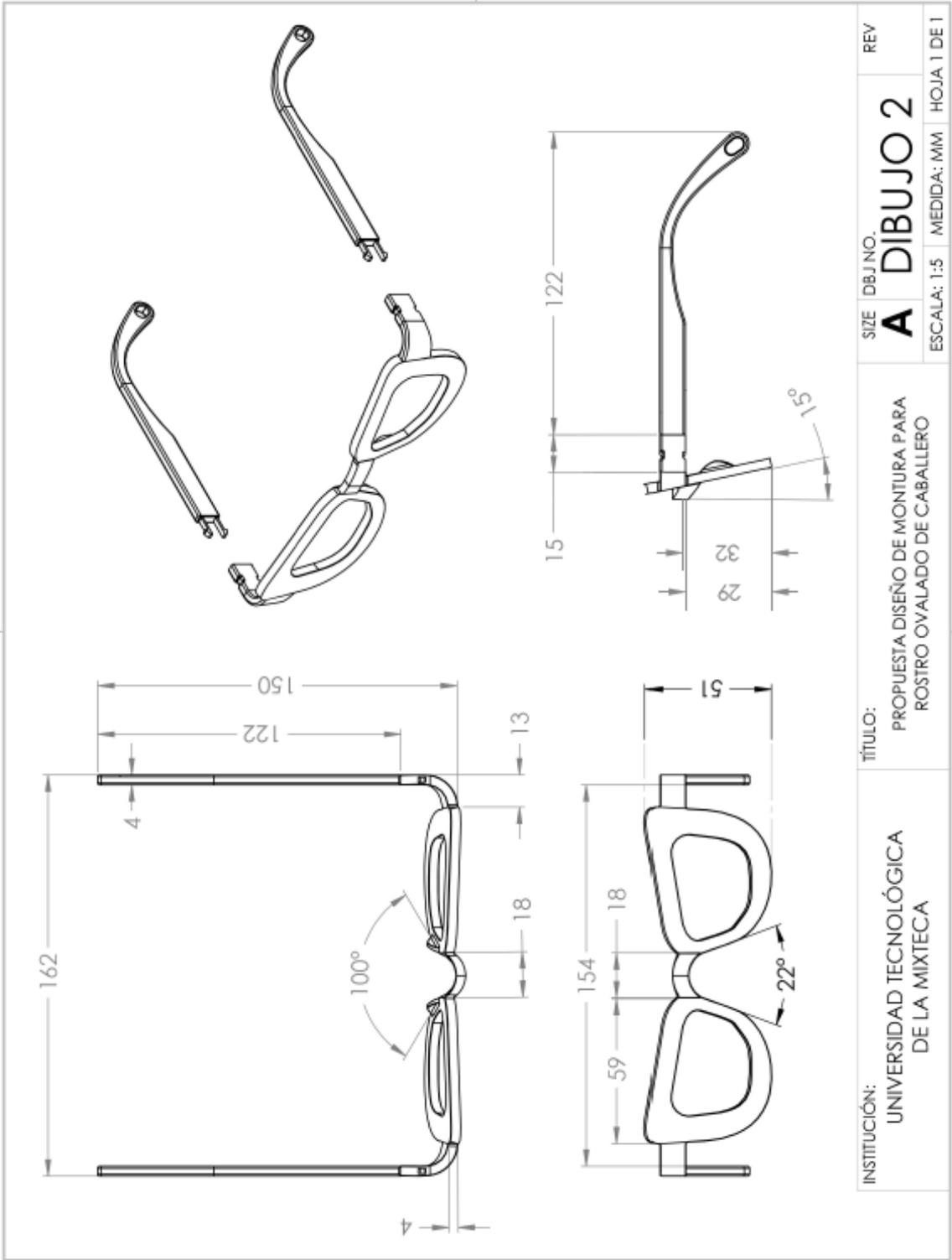
INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA	TÍTULO: PROPUESTA DISEÑO DE MONTURA PARA ROSTRO OVALADO DE DAMA	SIZE	DBJNO.	REV
		<b>A</b>	<b>DIBUJO 1</b>	
		ESCALA: 1:5	MEDIDA: MM	HOJA 1 DE 1

2

1

2

1



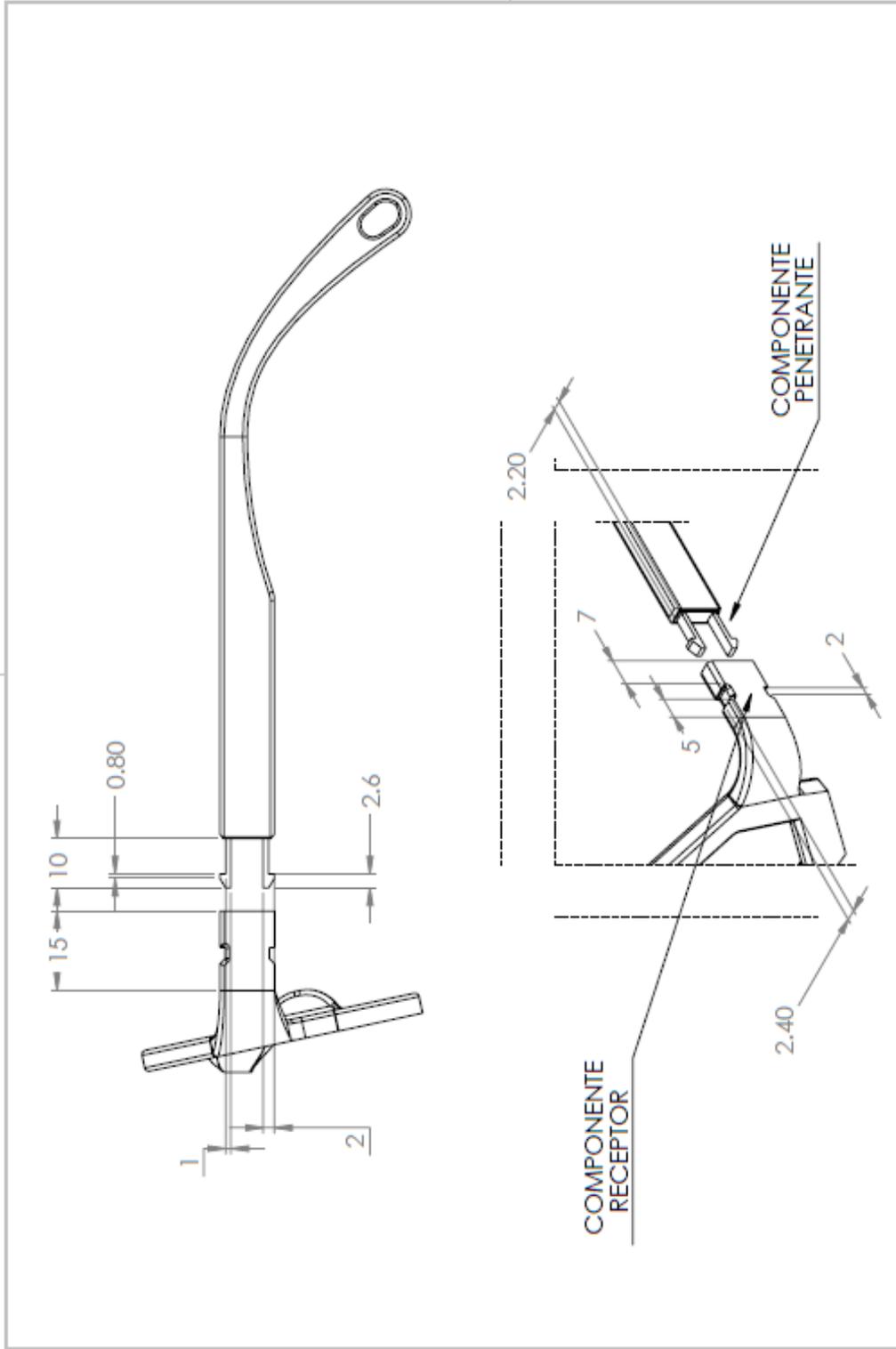
INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA	TÍTULO: PROPUESTA DISEÑO DE MONTURA PARA ROSTRO OVALADO DE CABALLERO	SIZE DBJ NO.	REV
		<b>A</b> DIBUJO 2	
		ESCALA: 1:5	MECIDA: MM
		HOJA 1 DE 1	

2

1

1

2



B

A

B

A

INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA	TÍTULO: DETALLE DE COMPONENTES DEL ENSAMBLE	SIZE DBJNO:	REV
		<b>A</b> DIBUJO 3	
		ESCALA: 1:1	HOJA 1 DE 1

1

2



## Anexo 5. Guion de Cuestionario

### Cuestionario para evaluación mediante Focus Group

Formulario de aplicación de cuestionario a usuario meta para evaluar, mediante técnica de percepción, los prototipos diseñados y presentados con material visual.

**Sexo:**  F  M

**Edad:** \_\_\_\_\_

1. ¿Por qué elegiría estos armazones?
2. ¿Cree que el producto cumple con sus necesidades?
3. ¿Qué llamó más su atención de estos armazones?
4. ¿Con qué palabra definiría este nuevo producto?
5. ¿Qué no le gustó de los armazones?
6. Si este producto se encontrara en el mercado, ¿lo compraría?
7. Indique de 0 a 10 el nivel de satisfacción con el producto

