

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

**DISEÑO DE UNA LÍNEA DE JOYERÍA APLICANDO
BIOMIMÉTICA PARA LA ABSTRACCIÓN DE FORMAS**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERA EN DISEÑO

PRESENTA

STEPHANIE SAMPEDRO CRUZ

DIRECTOR DE TESIS

M.A.V. ALEJANDRO A. BRAVO GUZMÁN

H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEÓN, OAXACA; MAYO DEL 2025

DEDICATORIA

A mi familia, por su amor incondicional, su apoyo constante y sus valiosas enseñanzas.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Abraham y Evelia, por la confianza que me han brindado; gracias por ser quienes me inspiran a superarme y por todo su esfuerzo para verme cumplir mis sueños.

A mis hermanos, Esteban y Evelin, por su amor y consejo.

A mis padrinos y a mi primo, Jaime, Adela y Daniel, por su apoyo incondicional y por hacerme parte de su día a día.

A mi director de tesis, M.A.V. Alejandro Bravo Guzman por guiarme con paciencia y compartir conmigo sus conocimientos.

A mis revisoras de tesis, Dra. Alejandra Velarde Galván, M.A. María del Rubí Olivos Contreras, L.D.G. Consuelo Jaqueline Estrada Bautista, gracias por su colaboración y tiempo dedicado.

A Salvador, gracias por brindarme tu ayuda y por tanta alegría compartida.

A mis amigos Melissa, Jaime y Mariel, gracias por su compañía y por compartir este camino conmigo.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	15
CAPÍTULO 1. ASPECTOS PRELIMINARES.....	19
1.1 Estado del arte	21
1.2 Planteamiento del problema	25
1.3 Justificación.....	26
1.4 Objetivo general	28
1.5 Objetivos específicos	28
1.6 Metodología	29
CAPÍTULO 2. MARCO REFERENCIAL	31
2.1 Joyería y sus antecedentes	33
2.2 Impresión 3D y su aplicación en la joyería.....	39
2.3 Biomimética.....	43
2.4 Tipología de joyería	47
2.4.1 Pendientes	47
2.4.2 Pulseras o brazaletes.....	49
2.4.3 Collares	50
2.4.4 Anillos.....	52
2.4.5 Broches	54
CAPÍTULO 3. ANÁLISIS CONCEPTUAL	57
3.1 Descripción de los usuarios	59
3.2 Medidas antropométricas.....	61
3.3 Resultados de encuestas	64
3.4 Benchmarking.....	66

3.5 Tablas de requerimientos de diseño del usuario y diseñador.....	71
3.6 Selección de elemento natural para la abstracción de formas	75
3. 8 Elección de colores del filamento para las propuestas del diseño.....	79
3.9 Aplicación de estudio biomimético.....	79
3. 10 Concepto del diseño	84
3.11 Bocetos del concepto de diseño.....	85
3.12 Matriz de selección	94
CAPÍTULO 4. DESARROLLO DE DISEÑO	103
4.1 Arquitectura del sistema.....	105
4.2 Versión final del sistema	112
4.3 Lista de especificaciones	115
4.4 Modelo virtual	119
4.5 Planos constructivos.....	122
4.6 Procesos de manufactura (diagrama de procesos y operaciones)	123
4.7 Construcción de las piezas de joyería	124
4.8 Elemento gráfico para la presentación de la línea de joyería	131
CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN	133
5.1 Evaluación funcional del prototipo.....	135
5.2 Reporte de evaluación.....	145
CONCLUSIONES	147
REFERENCIAS.....	151
ANEXOS.....	157

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Diferentes tipos de sistemas de fijación para pendientes.	48
Tabla 2 Tipos de cierres para collares y pulseras.	51
Tabla 3 Cuerpos de anillos más usuales.	53
Tabla 4 Tipos de cierre para broches	54
Tabla 5 Nombre de la dimensión y promedio obtenido	63
Tabla 6 Peso en gramos que no deben exceder una pieza de joyería.	64
Tabla 7 Resultados de respuestas de mayor relevancia para el diseño de la línea de joyería.	65
Tabla 8 Benchmarking de productos en el mercado.	67
Tabla 9 Tabla de requerimientos de diseño correspondiente al análisis de benchmarking, tipología y criterios del diseñador.....	72
Tabla 10 Tabla de necesidades y requerimientos correspondientes a los usuarios.....	74
Tabla 11 Observación y análisis de la especie.....	81
Tabla 12 Análisis morfológico de la especie	82
Tabla 13 Resultados de evaluación de los prototipos.....	95
Tabla 14 Valores de evaluación de las propuestas seleccionadas por el usuario	97
Tabla 15 Lista de componentes de la impresora 3D Ender-3 V2	103
Tabla 16 Tabla de especificaciones para los aretes “Invitada”	115
Tabla 17 Tabla de especificaciones para los aretes “Ayudanta”.	116
Tabla 18 Tabla de especificaciones para los aretes “Cocinera”	117
Tabla 19 Tabla de especificaciones para los aretes “Mayordoma”.	118
Tabla 20 Tabla de dimensiones y peso final de cada pieza.....	129

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Propuesta metodológica para la biomimesis de mecanismos.....	17
Figura 2 Prototipos de anillo y pendientes largos construidos	21
Figura 3 Render pulsera Voronoi	22
Figura 4 Anillo Flora cuff de la colección Florengence jewelry.....	23
Figura 5 Pendientes espirales degradados en amarillo y naranja con destello azul y plata	23
Figura 6 Pendientes “Gala” de la colección “Cala” impresos en 3D con filamento PLA biodegradable.....	24
Figura 7 Anillo geométrico elaborado con impresión 3D	24
Figura 8 Fases de la Metodología de Ulrich y Eppinger.....	29
Figura 9 Conchas perforadas que datan de la edad de piedra.....	33
Figura 10 Collar egipcio “Las tres moscas”	34
Figura 11 Joyería tradicional. Aretes en filigrana	36
Figura 12 Joyería clásica. Anillo clásico en oro piedras preciosas.....	37
Figura 13 Conjunto Joyería contemporánea	38
Figura 14 Proceso de impresión 3D	41
Figura 15 Pendientes “Arose” de la colección “Minrose” impresos en 3D con filamento PLA biodegradable.....	43
Figura 16 Pabellón de fibra de carbono según el caparazón del escarabajo.....	44
Figura 17 Broche Blossoming, por Nature.....	46
Figura 18 Formas variadas de cadenas, según el enlace y forma de sus eslabones	50
Figura 19 Bisutería empleada por los usuarios	60
Figura 20 Participante de Jarabe Tamazulapense.	61
Figura 21 Zonas antropométricas de medición de una mujer mexicana de la zona centro del país	62
Figura 22 Percentiles antropométricas promedio de una mujer mexicana de la zona centro del país..	62

Figura 23 Esquemas de zona donde se realizaron las medidas.	63
Figura 24 Azucena silvestre (milla biflora).....	76
Figura 25 Esquema de la estructura de la flor azucena del campo (milla biflora).	77
Figura 26 Ojo de agua Grande en Tamazulápam del Progreso.....	78
Figura 27 Balneario Atonaltzin, Villa de Tamazulápam del Progreso.	78
Figura 28 Propuesta de paleta de colores y filamentos para los diseños de impresión 3D..	79
Figura 29 Instancias metodológicas.....	80
Figura 30 Primeras propuestas de diseño.....	85
Figura 31 Boceto comprensivo de propuesta para la representación de las invitadas	86
Figura 32 Boceto comprensivo de propuesta para la representación de las invitadas	87
Figura 33 Boceto comprensivo de propuesta para la representación de las ayudantas	88
Figura 34 Boceto comprensivo de propuesta para la representación de las ayudantas	89
Figura 35 Boceto comprensivo de propuesta para la representación de las cocineras	90
Figura 36 Boceto comprensivo de propuesta para la representación de las cocineras	91
Figura 37 Boceto comprensivo de propuesta para la representación de la mayordoma	92
Figura 38 Boceto comprensivo de propuesta para la representación de la mayordoma	93
Figura 39 Impresión 3D de prototipos.	94
Figura 40 Evaluación de prototipos de manera individual.....	96
Figura 41 Componentes de la impresora 3D Ender-3 V2	106
Figura 42 Máquina de impresión 3D Creality Ender V2 usada para el proyecto	106
Figura 43 Ciclo ecológico del PLA.....	108
Figura 44 Gama de colores de filamento PLA Polymaker que se pueden encontrar en el mercado.....	109
Figura 45 Filamentos usados para la impresión 3D.	110
Figura 46 Filamentos usados para la impresión 3D	110
Figura 47 Filamentos usados para la impresión 3D	110
Figura 48 Elementos de sujeción al cuerpo y argollas de ensamble.	111
Figura 49 Herramientas para ensamblar las piezas de joyería.....	112
Figura 50 Versión final de Aretes “Invitada”	113
Figura 51 Versión final de Aretes “Ayudanta”.....	113
Figura 52 Versión final de Aretes “Cocinera”.....	114

Figura 53 Versión final de Aretes “Mayordoma”	114
Figura 54 Modelo 3D para impresión de la propuesta “Invitada”	119
Figura 55 Render de la propuesta “Invitada”	119
Figura 56 Modelo 3D para impresión de la propuesta “Ayudanta”	120
Figura 57 Render de la propuesta “Ayudanta”	120
Figura 58 Modelo 3D para impresión de la propuesta “Cocinera”	121
Figura 59 Render de la propuesta “Cocinera”	121
Figura 60 Modelo 3D para impresión de la propuesta “Mayordoma”.	122
Figura 61 Render de la propuesta “Mayordoma”	122
Figura 62 Diagrama de procesos y operaciones para la manufactura de la línea de joyería.	123
Figura 63 Filamento montado en el bastidor de la impresora 3D	124
Figura 64 Interfaz del programa Ultimaker Cura con archivo un preparado para la impresión 3D	125
Figura 65 Panel de control de la máquina de impresión 3D	126
Figura 66 Piezas en proceso de impresión 3D	126
Figura 67 Pieza en proceso de impresión 3D	127
Figura 68 Refinamiento de las piezas impresas.	128
Figura 69 Ensamble de las piezas.....	128
Figura 70 Piezas de joyería terminadas.	129
Figura 71 Comparativa de los diferentes acabados de impresión 3D	130
Figura 72 Implementación gráfica para la presentación de la línea de joyería.....	131
Figura 73 Justificación de los elementos de la implementación gráfica.....	131
Figura 74 Colores empleados para el imago tipo	132
Figura 75 Tarjeta para presentación de la joyería.....	132
Figura 76 Aretes “Invitada” en uso	135
Figura 77 Aretes “Invitada” en uso	136
Figura 78 Aretes “Invitada”.	136
Figura 79 Aretes “Invitada”	137
Figura 80 Aretes “Ayudanta” en uso	137
Figura 81 Aretes “Ayudanta” en uso.	138

Figura 82 Aretes “Ayudanta”	138
Figura 83 Aretes “Ayudanta”	139
Figura 84 Aretes “Cocinera” en uso.....	139
Figura 85 Aretes “Cocinera” en uso.....	140
Figura 86 Aretes “Cocinera”	140
Figura 87 Aretes “Cocinera”	141
Figura 88 Aretes “Mayordoma” en uso	141
Figura 89 Aretes “Mayordoma” en uso	142
Figura 90 Aretes “Mayordoma”	142
Figura 91 Aretes “Mayordoma”	143
Figura 92 Aretes “Mayordoma” e “Invitada en uso	143
Figura 93 Línea de joyería completa.....	144

INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad la joyería ha tomado como principal función la de servir como un objeto ornamental y estético. Lo que puede generar un símbolo de identidad o un símbolo de status social, principalmente por los materiales con los que se elabora, convirtiendo a la joyería en un aspecto que diferencia a cada individuo dentro de su contexto social.

La Real Academia de la Lengua Española (2020), la define como el “adorno de oro, plata o platino, con perlas o piedras preciosas o sin ellas”. Lo cual, en el contexto contemporáneo, ha cambiado, dejando de denominar “joya” únicamente a los adornos elaborados con materiales preciosos.

Las joyas se han elaborado históricamente con materiales muy diferentes: telas, cuentas, hueso, cristal, madera, plástico, piedras preciosas y semipreciosas, metales preciosos y objetos encontrados. Los procesos y técnicas de la joyería no dejan de evolucionar (Galtón, 2013).

La joyería contemporánea responde a dichos conceptos y temáticas del pensamiento actual. Básicamente, implica la creación de piezas seriadas, únicas, pequeñas colecciones o ediciones limitadas. La joyería contemporánea se aventura a investigar y experimentar con materiales, procesos creativos e incluso con técnicas que no necesariamente son propias de la joyería. Su costo va más allá del material utilizado y se traslada a la forma, al concepto y al mensaje que comunica; su propósito no es necesariamente adornar el cuerpo, incluso la ergonomía, puede llegar a quedar en un segundo plano o no ser joyería portable (Páez, 2020, p.17).

A medida que avanza el siglo XXI, la joyería adopta nuevas tecnologías, en especial el diseño asistido por computadora (CAD) y la aparición de las impresoras 3D impacta una parte significativa del proceso de producción, mejorando la productividad, la calidad en los detalles de la joya, fortaleciendo procesos de producción en serie y de joyería personalizada, permitiendo la producción de diseños que a mano no sería posible realizar, entre muchas otras ventajas (Muñoz y Sánchez, 2016).

La fabricación aditiva o impresión 3D (como se llama comúnmente) es un proceso que crea objetos físicos a partir de un diseño digital. Hay diferentes tecnologías de impresión 3D y materiales con los que imprimir, pero todas están basadas en el mismo principio: un modelo digital es convertido en un objeto sólido físico tridimensional a base de añadir material capa a capa.

Muñoz y Sánchez, (2016) plantean que la impresión 3D ha sido el avance tecnológico más significativo que la joyería ha tenido en su historia. Si bien, se han desarrollado equipos para ciertos procesos, estos solo son útiles para empresas que desarrollen estos procesos a escala industrial, en países donde gran porcentaje de productores de joyería son microempresas, es decir, pequeñas unidades productivas que trabajan de manera artesanal, les resulta costoso adquirir equipos industrializados y en cierta medida innecesarios debido al volumen que manejan. Sin embargo, la impresión 3D es transversal a muchos de los procesos joyeros, lo cual indica que para cualquier empresa de joyería, así sea una muy pequeña, es una tecnología útil, incluso indispensable para estar a la vanguardia de las exigencias del mercado (Revista el Impresor, 2016).

La introducción de la impresión 3D en la joyería ha ido en aumento, desde empresas que empezaron a utilizarla como prototipo para validar diseños y mejorar ciertas características, hasta empresas que fabrican la joya completa con impresión 3D.

Resulta aún más interesante cuando se combina el uso de la impresión 3D y la biomimética para elaborar una pieza de joyería, dando resultados innovadores y que ayuden a mejorar procesos de producción de este tipo.

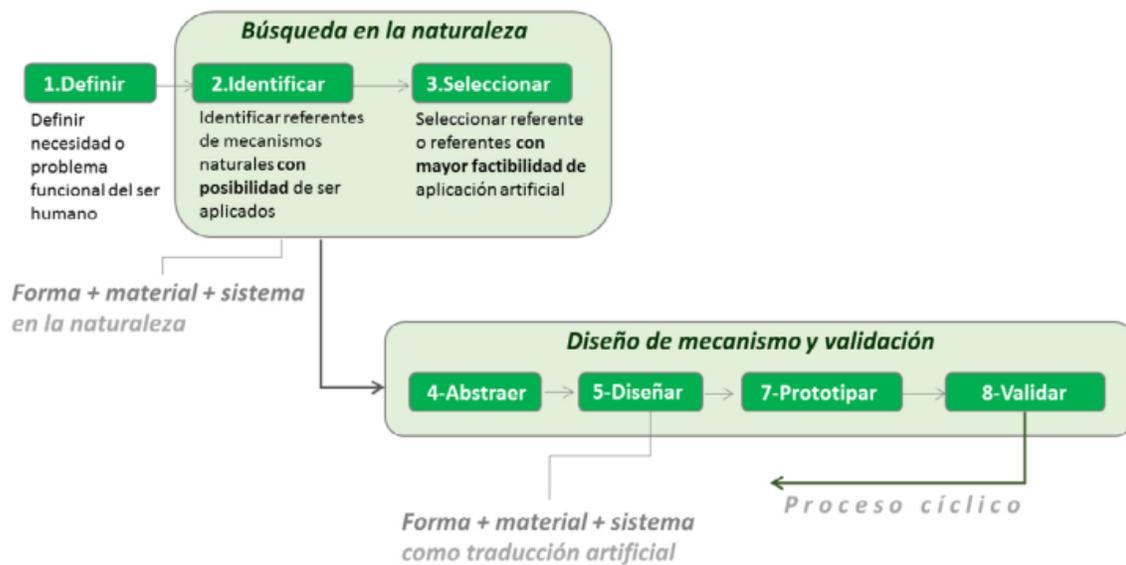
La biomimética o biomímesis se presenta como un espacio interdisciplinario de trabajo en el que actualmente confluyen múltiples disciplinas y se entiende como el proceso de observar la naturaleza con el fin de extraer de ella, mediante la abstracción, principios o patrones funcionales, formales, materiales, estratégicos o comportamentales, que puedan ser tomados como referencia para complementar el proceso de desarrollo de soluciones eficientes a las necesidades humanas (Escobar, 2018).

Según la bióloga Janine Benyus (2012), está fundada en tres principios básicos: la naturaleza como modelo de estudio de diseños o procesos biológicos para resolver

problemas humanos; la naturaleza como medida ecológica donde se puede verificar lo que funciona, lo que es apropiado y lo que perdura; la naturaleza como mentor donde se privilegia lo que el mundo natural puede enseñarnos (no lo que podemos extraer de él). Bajo estos principios, la Figura 1 muestra la propuesta metodológica para la biomímesis inspirada en los mecanismos que se presentan en la naturaleza. Consiste en una serie de pasos que permiten transferir características, cualidades y sistemas desde la naturaleza al mundo artificial a través de un proceso analítico, creativo e iterativo.

Figura 1

Propuesta metodológica para la biomímesis de mecanismos.



Fuente: Urdinola (2018).

CAPÍTULO 1

ASPECTOS PRELIMINARES

1.1 Estado del arte

En esta sección, se describen proyectos y productos que cuentan con características similares al desarrollado en esta tesis, los cuales fueron obtenidos de la consulta de artículos científicos, tesis y catálogos de productos en línea.

En lo que respecta a tesis de grado, se encontró que en la Universidad del Azuay, en Ecuador, se realizó el diseño de joyería contemporánea a partir de un estudio morfológico de la flora endémica de la región ecuatoriana, esto con la intención de apoyar a la biodiversidad del país a través del diseño de joyería, experimentando con materiales alternativos de una manera libre. Basados en el árbol Gallino, *iochroma ellipticum*, obtuvieron un módulo que puede conectarse con otras piezas iguales o diferentes para generar la pieza de joyería, el material principal de su trabajo fue la plata 925 pues su principal función es la de embellecer y resaltar la forma del Ganillo, *iochroma ellipticum* (Pardo, 2021).

Figura 2

Prototipos de anillo y pendientes largos contruidos.



Fuente: Pardo (2021).

Por otro lado Sarmiento, (2019) en la misma Universidad del Azuay en Ecuador, realizó un estudio biomimético para la generación de tramas aplicado a una línea de joyería analizando la morfología de los odonatos, *odonata* (Libélulas), consiguiendo así desarrollar un módulo básico, con el cual establecieron tramas para elaborar una línea de joyería basada en libélulas recolectadas en la localidad de la cuenca del Ecuador. Además, aplicaron tecnologías de modelado e impresión 3D para poder generar los moldes de vaciado y elaborar la pieza con técnicas artesanales en plata 925.

Figura 3

Render pulsera Voronoi.



Fuente: Sarmiento (2019).

Referente a lo que son productos que existen en el mercado, el estudio Nervous System fundado en 2007 por Rosenkratz y Louis-Rosenberg, han sido pioneros en la aplicación de nuevas tecnologías en el diseño de la impresión 3D y WebGL. Nervous System lanza aplicaciones de diseño en línea que permiten a los clientes co-crear productos para hacer que el diseño sea más accesible. Estas herramientas permiten un sinnúmero de variaciones en cuanto al diseño y la personalización de las piezas; anillos, dijes y aretes principalmente, obteniendo inspiración en los procesos naturales que producen formas complejas. (Rosenberg, 2016).

Figura 4

Anillo Flora cuff de la colección Florengence jewelry.



Fuente: Rosenberg (2016).

La diseñadora de joyas Lynne Maclachlan aplica la tecnología de impresión 3D SLS para la fabricación de sus diseños. Las impresoras SLS (Sintetizado Láser Selectivo) emplean principalmente polvo de poliamida, un material durable y con excelentes propiedades mecánicas. Esta diseñadora fabrica sus joyas en poliamida y posteriormente las tiñe de colores manualmente, obteniendo piezas de formas y colores muy llamativos.

Figura 5

Pendientes espirales degradados en amarillo y naranja con destello azul y plata.



Fuente: Lynne Maclachlan (2019).

Así mismo, otro estudio de diseño que emplea la impresión 3D para fabricar joyería es MRLASPIUR. En el 2017 crearon una colección de joyas basadas en la obra artística de María R. Laspiur, “mi jardín secreto”, fusionando así el arte, diseño y las nuevas tecnologías. Sus piezas de joyería destacan por sus colores, formas orgánicas y el uso de filamento PLA biodegradable.

Figura 6

Pendientes “Gala” de la colección “Cala” impresos en 3D con filamento PLA biodegradable.



Fuente: MRLASPIUR (2020).

En México se pueden encontrar artículos de joyería impresos en 3D en plataformas como Mercado libre, donde se presenta un catálogo de piezas generalmente con formas geométricas, cráneos o formas de animales. Usan filamentos de un solo color y la calidad de los acabados es áspera.

Figura 7

Anillo geométrico elaborado con impresión 3D.



Fuente: Mercado Libre (2022).

La joyería ha formado parte de la evolución del ser humano y ha demostrado ser capaz de adaptarse al contexto que se requiera, de acuerdo a lo que se presenta en el estado del arte se observa que existen productos de joyería que aplican el uso de tecnologías de la impresión 3D en conjunto con la biomimética para generar nuevas propuestas de diseño que permiten experimentar con el uso de formas, materiales y acabados con los que se fabrica una pieza respondiendo a necesidades específicas de un usuario y el contexto en el que se encuentra.

1.2 Planteamiento del problema

El sector de la joyería y bisutería en México ha experimentado profundos cambios con la llegada masiva de productos asiáticos al mercado. Los productos chinos entran al mercado mexicano con precios competitivos, provocando un descenso de la producción local, que no puede competir con ellos. (ICEX, 2006). La demanda sobre la joyería está presente, ya que se trata de un producto que permite seguir tendencias de moda y su compra también radica más en lo emocional que en lo racional.

En 2012 la escritora e investigadora Ingrid Suckaer realizó un proyecto de investigación que surgió a raíz de su preocupación al ver “como impactaba esta estética tan burda de la bisutería china en un país tan rico en sus propias propuestas como México, Claro todo se explica por el precio” (Periódico La Jornada, 2012, p.8). En ese sentido, cada vez es más uniforme el gusto en el uso de la bisutería china, con evidentes deficiencias en cuanto a la calidad de acabados y materiales que se usan para su elaboración.

Todas las mujeres, independientemente de su clase social, raza y edad, desean verse bien y son potenciales consumidoras de este producto. Generalmente son consumidoras que compran el artículo para sí mismas, y para las que un acontecimiento o una prenda nueva son motivo de compra (ICEX, 2006). En la actualidad, partiendo de las apreciaciones de Susan Cohn (2012), la joyería se caracteriza por el uso de materia prima atípica al oficio, la resignificación de materiales no preciosos, la diversidad de precios y por las múltiples visiones, pensamientos experiencias y experimentación de los creadores, quienes a partir de los medios tecnológicos y productivos, condiciones sociales y culturales de su entorno, plasman en un objeto portable sus ideales, para que estos a través de la joya, sean

entendidos, adquiridos, exhibidos y difundidos por personas que encuentran en esas piezas una conexión. Las personas suelen usar joyas y accesorios para transformar su cuerpo, para contar por medio de ellos quiénes son, qué piensan y qué les interesa (Páez, 2020).

En el estado de Oaxaca es nula la observación de esta actividad de generación de piezas aplicando ese tipo de tecnología y si bien dentro del país se pueden encontrar productos de joyería fabricados con impresión 3D, son productos que provienen de otros países, impresiones que carecen de una calidad adecuada, con diseños que no encajan con sus gustos o que simplemente los precios son demasiado elevados para el consumidor promedio.

1.3 Justificación

De acuerdo a un análisis cualitativo realizado por la Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en México en el 2006, el tipo de producto demandado en el sector varía en función de la tendencia de la moda, la temporada del año y el tipo de uso para el que está destinado (uso diario, algún evento o celebración, etc.), aunque se puede asegurar que la consumidora mexicana es más “atrevida” al momento de lucir piezas grandes, con colores llamativos y brillos.

Como tendencias destacables se tiene que existe:

- Gusto por las marcas: donde se valora la creatividad de los diseñadores, que cada vez le dan más importancia a la creación de una imagen de marca y la asociación de los productos a ella.
- Diseño y exclusividad de materiales son piezas clave. Siendo una herramienta disponible para combatir el plagio.
- Mezclas de materiales: mezcla de metales, textil, madera, plásticos, plumas, etc.
- Originalidad de formas: el cliente busca piezas originales y exclusivas. Se reinventan formatos para dar respuesta a esta necesidad.

La impresión 3D ha sido una herramienta para la elaboración de moldes de vaciado por su practicidad para imprimir formas complejas que con técnicas artesanales es complejo

reproducir, sin embargo, ahora también se ha experimentado con los materiales de impresión plásticos como material principal en la elaboración de piezas de joyería, una de las razones es por la búsqueda de una alternativa a los precios de productos elaborados con materiales preciosos como el oro y la plata que se han encarecido con el paso del tiempo, por la relativa facilidad para manejar un software de modelado y maquinado de piezas que involucra beneficios como la reducción del desperdicio de material, la joyas tienen mayor precisión de diseño y los prototipos pueden llegar a ser menos costosos (Muñoz y Sánchez, 2016).

Por su parte la biomimética es la disciplina que nos permite traducir entre el diseño humano y el natural. Es una rama de la ciencia y una metodología de diseño, pero también un posicionamiento ante la naturaleza, una manera de valorar la biodiversidad y, por encima de todo, una toma de conciencia de la importancia de la vida (Biomimetics Sciences Institute, 2017).

La tecnología de impresión 3D en conjunto con la biomimética puede dar paso a generar diseños que respondan a los gustos y necesidades de la población mexicana.

Debido a esta observación se pretende diseñar una opción de producto en el sector de la joyería con tecnologías como el modelado y la impresión 3D con la posibilidad añadir otro tipo de materiales para sus errajes, siendo diseños inspirados en la naturaleza, que pueden llegar a tener un proceso de elaboración controlado evitando así desperdicio de material, tengan una mayor perfección en su elaboración, sean diseños únicos y permitan realizar actividades de manera segura.

Para realizar este proyecto será necesario aplicar los conocimientos de materias cursadas en la carrera de diseño como son; metodología de la investigación para la ingeniería en diseño, elementos básicos del diseño, bases del dibujo, modelos, dibujo técnico, geometría descriptiva, dibujo asistido por computadora, manufactura asistida por computadora CAE-CAM, comunicación visual y manufactura en plásticos.

1.4 Objetivo general

Diseñar una línea de joyería aplicando biomimética para la abstracción de formas de la naturaleza.

1.5 Objetivos específicos

OE1. Realizar investigación documental.

M1. Marco conceptual

M2. Estado del Arte

OE2. Desarrollar concepto de diseño.

M3. Descripción del usuario

M4. Benchmarking

M5. Tabla de necesidades del usuario y requerimientos de diseño

M6. Selección y aplicación del estudio biomimético

M7. Bocetos de tres propuestas

M8. Matriz de selección

OE3. Definir la arquitectura del producto.

M9. Descripción de la arquitectura del sistema

M10. Versión final del sistema

OE4. Desarrollar el prototipo virtual.

M11. Lista de especificaciones

M12. Modelo virtual

M13. Planos constructivos

M14. Procesos de manufactura (diagrama de procesos y operaciones)

OE5. Construir prototipo de baja fidelidad.

M15. Prototipo de baja fidelidad con impresión 3D

OE6. Evaluar el cumplimiento de los requerimientos de diseño.

M16. Evaluación funcional del prototipo con los usuarios

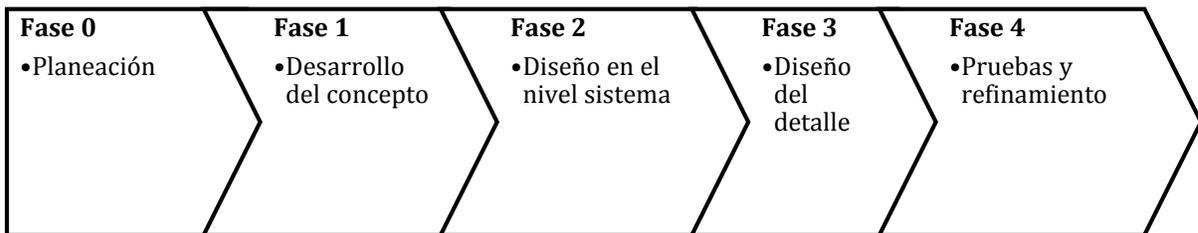
M17. Reporte de evaluación

1.6 Metodología

Para el desarrollo de este proyecto se utilizará la propuesta por Ulrich y Eppinger (2013), la cual consta de 6 fases, sin embargo, debido a los alcances de esta investigación, sólo se retomarán las 5 primeras. En la Figura 8 se muestran las etapas que se trabajarán en la investigación.

Figura 8.

Fases de la Metodología de Ulrich y Eppinger.



Fuente: Ulrich y Eppinger (2013).

Las actividades por desarrollar en cada una de las etapas son las siguientes:

Fase 0, Planeación: En esta fase se realizarán los apartados del protocolo de tesis (Introducción, Planteamiento del Problema, Justificación, Objetivo general, Objetivos específicos y Metas, Índice Preliminar y Cronograma). Además, se estarán abarcando el desarrollo del Marco de referencia y Estado del Arte.

Fase 1, Desarrollo del concepto: En esta etapa se desarrollarán las siguientes actividades: Identificación de los usuarios, Determinación de necesidades de los usuarios, Análisis de productos de la competencia (Benchmarking), Definición de requerimientos de diseño, Conceptualización de propuestas de diseño, Evaluación de conceptos de diseño y Selección de propuesta por detallar.

Fase 2, Diseño en el nivel sistema: En esta fase se realizarán las siguientes actividades: Descripción de arquitectura del sistema (sistema y subsistemas) y Refinación de la propuesta seleccionada.

Fase 3, Diseño a detalle: En esta fase se desarrollarán las siguientes actividades: Definición de especificaciones, Elaboración de modelo virtual y Generación de planos constructivos.

Fase 4, Pruebas y refinamiento: En esta fase se realizarán las siguientes actividades: Descripción de procesos de manufactura y fabricación del prototipo de baja fidelidad y Evaluación del prototipo de baja fidelidad.

CAPÍTULO 2

MARCO REFERENCIAL

Para el desarrollo del marco referencial a continuación se presentan conceptos que ayuden a contextualizar los temas principales abordados en la presente tesis. Es importante conocer la definición de la joyería, los tipos de joyería y cómo ha evolucionado su elaboración apoyada de las nuevas tecnologías como el modelado e impresión 3D y, como la biomimética brinda soluciones de diseño.

2.1 Joyería y sus antecedentes

Desde la antigüedad, la joyería ha cumplido una función ornamental y estética, actuando como símbolo de identidad o estatus social según sus materiales. Ha acompañado al ser humano en todas las culturas, siendo el cuerpo uno de los primeros soportes artísticos utilizados para su exhibición. (Comeche, 2016).

Ya en la edad de Piedra el hombre usaba objetos naturales minerales y animales como ornamento personal. Sus alhajas comenzaron a elaborarlas con huesos, dientes, conchas, caracoles, objetos muy fáciles de encontrar, pero pronto comenzó a buscar, debajo de la superficie de la tierra o en los lechos de los ríos las piedras preciosas, la Figura 9 muestra piezas de joyería que datan de esa época y, que actualmente se encuentran en el museo arqueológico nacional, Saint-Germain-en-Laye en Francia (Caceres, s.f.).

Figura 9

Conchas perforadas que datan de la edad de piedra.



Fuente: Comeche (2016).

Con la Edad de Bronce y el descubrimiento del metal, cambió radicalmente la joyería. Las herramientas pasaron a ser de metal. Se desarrollan las primeras técnicas de orfebrería. Los antiguos egipcios eran apasionados de la ornamentación incorporando renovación en la joyería. Las gemas eran a la vez talismanes y joyas. Identificaban los metales y minerales con sus dioses y con ciertos poderes terapéuticos (Caceres, s.f.).

Figura 10

Collar egipcio "Las tres moscas".



Fuente: nationalgeographic.com (2023).

La joyería en el mundo romano tiene una gran importancia, los ornamentos o productos de embellecimiento personal como peines, agujas de pelo, pendientes, anillos, collares, recipientes para el perfume, en hueso, marfil, bronce y cerámica tiene procedencia de ese lugar. Se encuentra origen al anillo precursor de la sortija de compromiso que fue un sencillo aro de hierro en la antigua Roma. En América del sur trabajaban los metales, principalmente el oro y la plata. Servían de ornamentos y también para realizar objetos sagrados para los sacerdotes. La joya era un privilegio, representaba el poder, la autoridad y durante mucho tiempo alternó este símbolo con el poder de curar enfermedades o de realizar hechizos. En el siglo XV las joyas adquieren una gran importancia en la moda. Al comienzo del siglo XVII con la producción industrial se comenzó a fabricar joyería de menor categoría, con materiales de inferior calidad y de menor precio. En la década de los 60 empieza a cuestionarse la función, la forma y los materiales tradicionales de la joyería (Caceres, s.f.).

La diseñadora de joyas Elizabeth Galtón (2013), plantea que el término "joyería" deriva de la palabra "joya", que viene del francés antiguo *joie*, y en última instancia, de la palabra

latina *jocale*, que significa literalmente “juguete”. Siendo así que la joyería es una forma artística muy personal para dar atractivo, adornar y aportar realce al usuario.

De acuerdo con el estudio de la caracterización de la joyería en Bogotá realizado por Artesanías de Colombia la Cámara de Comercio de Bogotá (2014), la joyería se define como:

Técnica u oficio destinado a la producción de joyas. Ocupación que hace referencia al trabajo y transformación de metales preciosos, piedras naturales y perlas, direccionada a la fabricación de alhajas y adornos para el cuerpo, basada en la tecnología orfebre, engaste y talla de piedras. (p.16)

Las joyas se han elaborado históricamente con materiales muy diferentes: telas, cuentas, hueso, cristal, madera, plástico, piedras preciosas y semipreciosas, metales preciosos y objetos encontrados. Los procesos y técnicas de la joyería no dejan de evolucionar. (Galtón, 2013).

Por otra parte, se puede mencionar que gracias a la característica ornamental que ofrece la joyería, ha sido aplicada y adaptada sobre distintas partes del cuerpo humano con la función de cubrirlas y en otros casos para destacar esas partes. De las zonas más comunes se puede resaltar: cabeza, cejas, nariz, orejas, manos y cuello. Además, de servir también como complemento sobre algunas prendas de vestir, cabello y no solo una aplicación directa al cuerpo. (Pardo, 2021).

Derivado de lo anterior mencionado se pueden encontrar diversos tipos de joyería, aplicando diversas técnicas, acabados y materiales usados en su elaboración: la más antigua es la joyería tradicional.

La joyería tradicional es:

Aquella joyería que se fabrica artesanalmente, como resultado del legado de una maestría y de una tradición; generalmente transmitida de generación en generación, y que hace parte de la identidad de un grupo étnico específico (Páez Vargas, 2020, p.16).

Manifestando una variedad de técnicas como el grabado, forjado y repujado de piezas. Donde destaca la técnica de la filigrana (Figura 11) como una de las antiguas. Lo que lleva

a entender que la joyería posee características únicas que permiten ser distintivas y reconocidas por su tipo, tamaño y por su misma forma. (Pardo, 2021). Dentro de las formas manejadas en este tipo de joyería también resaltan las figuras antropomorfas que resaltan rasgos humanos, las zoomorfas con rasgos de animales y las fitomorfas destacan rasgos florales o vegetales.

Figura 11

Joyería tradicional. Aretes en filigrana.



Fuente: Páez Vargas (2020)

Otro de los tipos de joyería que podemos encontrar es la joyería clásica, que se define:

Se caracteriza por conservar las técnicas y materiales habituales de la joyería. Como son piezas elaboradas por procesos de armado o por micro fundición, con o sin engastes de piedras naturales, que son talladas previamente siguiendo alguna de las tallas estandarizadas según la piedra, como pueden ser cabujones, piedras facetadas de variadas formas y estilos. No experimenta mucho con nuevas formas o materias primas diferentes de las ya acostumbradas. Sus transformaciones o propuestas de diseño o con respecto a procesos no son radicales desde ningún punto de vista (Páez Vargas, 2020).

Claro ejemplo de este tipo de joyería son los anillos elaborados en oro, plata y piedras preciosas como el que se puede observar en la Figura 12.

Figura 12

Joyería clásica. Anillo clásico en oro piedras preciosas.



Fuente: Páez Vargas (2020)

Según el Manual de Joyería y Bisutería (Precolombina, 2018), se considera la bisutería como:

Trabajo de producción de alhajas y objetos decorativos con la tecnología de la joyería, la cual se distingue por el tipo de metales utilizados, tales como el peltre de distintas clases según las aleaciones, cobre, bronce, zinc, níquel, cobalto, aluminio, antimonio y hierro. Todos estos materiales, generalmente, se utilizan combinados en diferentes grados de aleación. (2018, p.7)

Por último, se define la joyería contemporánea, la cual:

Responde a conceptos y temáticas de pensamiento del momento actual (contemporáneo: manifestación de lo actual). Básicamente implica la creación de piezas seriadas, únicas, pequeñas colecciones o ediciones limitadas. La joyería contemporánea se aventura a investigar y experimentar con materiales, procesos creativos e incluso con técnicas que no necesariamente son propias de la joyería, no convencionales en el oficio combinados con los tradicionales, con procesos creativos y con variedad de técnicas (algunas no necesariamente propias de la joyería). Su costo va más allá del material utilizado y se traslada a la forma, al concepto y al mensaje que comunica; su propósito no es necesariamente adornar el cuerpo, incluso la ergonomía, puede llegar a quedar en un segundo plano o no ser joyería portable (Páez Vargas, 2020).

Figura 13

Conjunto Joyería contemporánea.



Fuente: Pardo (2021).

Es así como la joyería continua evolucionando como todo lo que nos rodea y busca mantenerse presente en la vida de las personas, ya sea para cumplir una tendencia o simplemente por gusto propio. Siendo este el caso de la joyería contemporánea un estilo de libertad, que constantemente está experimentando y fusionando materiales nuevos y quizá poco convencionales con otros más tradicionales, aunque no es una condicionante la experimentación entre ambos materiales porque también puede primar solo el uso de materiales nuevos e igual obtener buenos resultados.

La industrialización provoca el surgimiento de la bisutería que, gracias a la producción en cadena y el uso de materiales baratos, se hace asequible a todos los públicos. No obstante, la bisutería no debe ser confundida con la joyería contemporánea, pues está confeccionada mediante procesos de manufacturación y no indagan sobre los medios de expresión artísticos.

Los joyeros de la época del Art-Nouveau tratan de crear obras de arte rompiendo con los patrones tradicionales establecidos, al igual que los joyeros contemporáneos que siguiendo sus propios impulsos artísticos no simpatizan con la joyería a la que se está acostumbrado. Ambos se centran en el estudio de los materiales y sus cualidades estéticas, cosa que la joyería contemporánea desempeña investigando y experimentando con materiales difíciles de relacionar con la orfebrería (Comeche, 2016).

En cuanto al valor económico de la pieza, el precio de la obra no depende del coste del material con el que ésta ha sido confeccionada, sino que el proceso mediante el cual se ha llevado a cabo adquiere mayor importancia. Su realización se percibe como un reto, pues el propósito de creación e idea es lo que prima y como algunos defienden, no importa el resultado final. La belleza de las recientes joyas está en la originalidad de su diseño y en el uso creativo de los materiales empleados, pudiendo destacar por su diversidad (Comeche, 2016).

La funcionalidad de la pieza viene definida en palabras de la artista Diana Judith Pinhasi:

"La joyería de autor o contemporánea tiene que ver con cada diseñador y lo que expresa en sus piezas con lo que siente en cada momento de su vida, su personalidad, su estado de ánimo, las cosas que le pasan. En la joyería comercial o tradicional, el valor está puesto en los metales y no en el mensaje. Yo, en algún momento, diseñé piezas que tenían que ver con los momentos más difíciles que atravesó este país, donde los colgantes semejaban ser pectorales o escudos para protegerme".

Es difícil establecer una definición de qué es la joyería contemporánea con exactitud, pues el hecho de haberse visto desarrollada de una manera tan rápida, sin ningún dictamen ha contribuido a una amplia pluralidad de respuestas personales a modo de diversificación de la artesanía, diseño y arte. (Comeche, 2016).

2.2 Impresión 3D y su aplicación en la joyería

Los últimos años del siglo XX presenciaron la fusión del diseño europeo con técnicas orientales como *mokume ganes*, un proceso en el que se funden y laminan capas de metal, y nuevo procesos como la curvatura antec lástica, que consiste en dar forma a las láminas

de metal comprimiendo los bordes y estirando la parte central (Galton, 2013). Abriendo paso a que procesos como el troquelado hidráulico, el plegado, el fotograbado y el uso asistido por computadora (CAD) y manufactura asistida por computadora (CAM), impulsen la expansión de las técnicas de elaboración orfebre.

Otras de las posturas que menciona la diseñadora Elizabeth, es la de las tecnologías CAD comúnmente asociado con el sector de la arquitectura y el sector de la ingeniería. La fabricación tradicional se combina con métodos de producción innovadores como el grabado y el soldado láser, que permiten crear obras más finas y delicadas.

En términos generales, la elaboración de joyas es artesanal, es decir, con las manos y la ayuda de herramientas básicas, sin equipos industriales ni alta tecnología. La aparición de la impresión 3D impacta una parte significativa del proceso de producción mejorando la productividad, la calidad en los detalles de la joya, fortaleciendo procesos de producción en serie y de joyería personalizada, permitiendo la producción de diseños que a mano no sería posible realizar, entre muchas otras ventajas (Muñoz y Sánchez, 2016).

La fabricación aditiva o impresión 3D (como se llama comúnmente) es un proceso que crea objetos físicos a partir de un diseño digital. Hay diferentes tecnologías de impresión 3D y materiales con los que imprimir, pero todas están basadas en el mismo principio: un modelo digital es convertido en un objeto sólido físico tridimensional a base de añadir material capa a capa.

Es importante señalar que la fabricación aditiva no constituye una única tecnología sino que se trata de un conjunto de procesos de fabricación, muy diferentes entre sí, que comparten en común tres características:

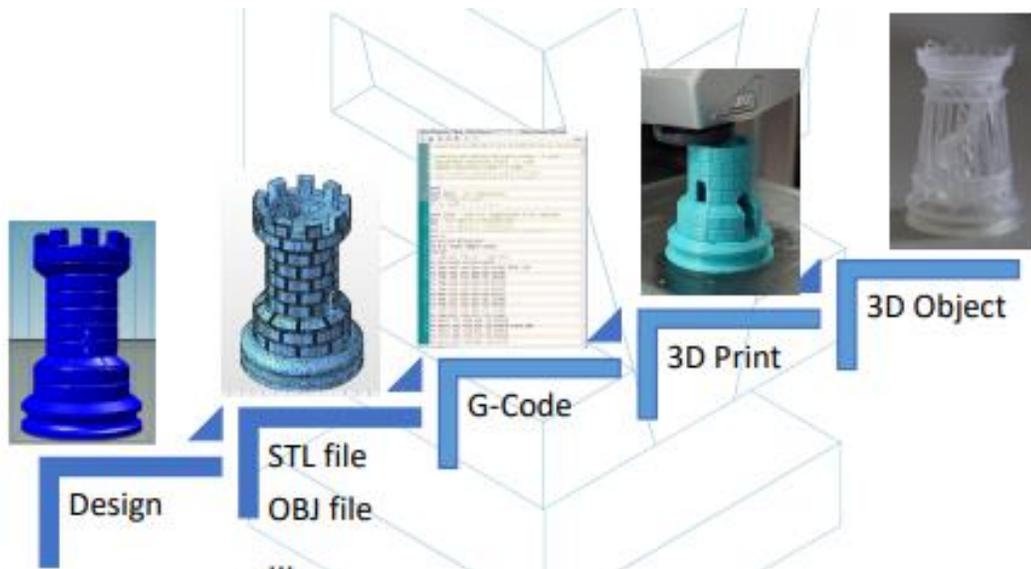
1. Son procesos de fabricación por adición de material para construir objetos sólidos tridimensionales.
2. El objeto se construye superponiendo sucesivas capas de material.
3. El objeto se hace a partir de un modelo 3D digital.

La guía técnica de impresión 3D del Erasmus 3D Printing Vet Centers señala que el proceso de impresión 3D empieza por crear u obtener un diseño virtual del objeto que quiere

crearse. Este diseño virtual puede hacerse en un archivo CAD, usando un programa de modelado 3D o usando un escáner 3D (para copiar un objeto existente). También hay muchos repositorios de archivos online donde pueden descargarse archivos 3D ya existentes que pueden ayudar a empezar. El proceso de impresión 3D convierte un objeto en muchas y pequeñas rebanadas, y luego las construye de abajo hacia arriba, rebanada a rebanada. Las capas se acumulan entonces para formar el objeto sólido (Figura 14).

Figura 14

Proceso de impresión 3D.



Fuente: Erasmus 3D Printing Vet Centers (s.f).

Muñoz y Sánchez, (2016) plantean que la impresión 3D ha sido el avance tecnológico más significativo que la joyería ha tenido en su historia. Si bien, se han desarrollado equipos para ciertos procesos como elaboración de planta para recubrimientos superficiales o instrumentos para brillo; éstos sólo son útiles para empresas que desarrollen estos procesos a escala industrial, en países donde gran porcentaje de productores de joyería son microempresas, es decir, pequeñas unidades productivas que trabajan de manera artesanales, les resultan costoso adquirir equipos industrializados y en cierta medida innecesarios gracias al pequeño volumen que manejan. Sin embargo, la impresión 3D es transversal a muchos de los procesos joyeros, lo cual indica que para cualquier empresa

de joyería, así sea una muy pequeña, es una tecnología útil, incluso indispensable para estar a la vanguardia de las exigencias del mercado (Revista el Impresor, 2016).

Como ya se había mencionado, la impresión 3D ha sido el avance tecnológico más impactante que la joyería ha tenido en su proceso productivo. Tradicionalmente para la fabricación de una joya han existido dos métodos: armado y cera perdida.

Consiste en trabajar directamente el metal con las manos y la ayuda de herramientas básicas, siendo así un método 100% artesanal. El segundo método consiste en tallar a mano la joya a partir de un bloque de cera. Este proceso requiere de tiempo, trabajo y años de experiencia para adquirir tal habilidad entendiendo que hay diseños altamente complejos como aquellos que tienen muchos detalles, arabescos e incluso textos diminutos. Esta joya en cera es la pieza maestra para la fabricación de la joya final en metal a la cual se le pueden sacar múltiples repeticiones gracias a la creación de moldes de caucho o silicona. (Muñoz y Sánchez, 2016).

Con el avanzar de la tecnología, algunas empresas incorporaron máquinas de control numérico CNC en sus procesos de producción, es decir, se modela la joya en un software especializado de tres dimensiones, se pasa el diseño al software de la máquina de control numérico y ésta lo reproduce en el bloque de cera para continuar el proceso normal de cera perdida. Sin embargo, esta tecnología conlleva múltiples complicaciones y limitantes como la cantidad de ejes capaces de tallar el bloque de cera, la complejidad de su funcionamiento y el tiempo que tarda el proceso teniendo en cuenta que solo puede tallar una pieza a la vez.

La introducción de la impresión 3D en la joyería ha ido en aumento, desde empresas que empezaron a utilizarla como prototipo para validar diseños y mejorar ciertas características, hasta aquellas que fabrican la joya completa con este método. Esto ocurre gracias a la variedad de materiales de impresión, que permiten que la pieza final sea directamente la impresión en un material como la resina, por ejemplo, o en otros que posibilitan el proceso de cera perdida, logrando así obtener la joya definitiva o un molde para producir múltiples réplicas.

Ejemplo de ello, es el estudio de diseño MRLASPIUR, está conformado por: Maria R. Laspiur artista y diseñadora de moda y Jaime A. Limousin ingeniero de diseño y músico. Quienes lograron emplear la impresión 3D para fabricar joyería. En el 2017 crearon una colección de joyas basadas en la obra artística de María R. Laspiur, “mi jardín secreto”, fusionando así el arte, diseño y las nuevas tecnologías. Sus piezas de joyería destacan por sus colores, formas orgánicas y el uso de filamento PLA biodegradable.

Figura 15

Pendientes “Arose” de la colección “Minrose” impresos en 3D con filamento PLA biodegradable.



Fuente: MRLASPIUR (2020).

2.3 Biomimética

La palabra Biomímesis, está compuesta por dos vocablos de origen griego: “*bios*” que significa vida, y “*mimesis*”, que significa imitación.

La biomímesis tuvo su primera aparición en el diseño contemporáneo a finales de la década de los sesenta, en el artículo escrito por el ingeniero norteamericano Otto Herbert Schmitt donde desarrolla el concepto de biomímesis como:

“... proceso de transmisión de ideas de la naturaleza a la tecnología” (Royall, 2011).

La biomimética es la disciplina que nos permite traducir entre el diseño humano y el natural. Es una rama de la ciencia y una metodología de diseño, pero también un

posicionamiento ante la naturaleza, una manera de valorar la biodiversidad y, por encima de todo, una toma de conciencia de la importancia de la vida. (Biomimetics Sciences Institute, 2017).

Para la naturalista estadounidense Janine Benyus (1958), la naturaleza ha investigado y desarrollado sus organismos por más de 3800 millones de años, sus fracasos “...han quedado fosilizados y lo que nos rodea es el secreto de la supervivencia” (2012). En consecuencia, Benyus considera que “...los modelos para el proceso biomimético deben ser tomados directamente del mundo natural, en lugar de ser diseñados artificialmente por métodos computacionales” (Narváez, 2019).

En los noventa Janine Benyus, fundadora del Instituto de Biomimética publicó su primer libro en el que detalla cómo usar la naturaleza para la solución de problemas de los seres humanos. (Sarmiento, 2019)

Para Benyus la biomímesis está fundada en tres principios básicos:

la naturaleza como modelo de estudio de diseños o procesos biológicos para resolver problemas humanos; la naturaleza como medida ecológica donde se puede verificar lo que funciona, lo que es apropiado y lo que perdura; la naturaleza como mentor donde se privilegia lo que el mundo natural puede enseñarnos (no lo que podemos extraer de él). (Benyus, 2012).

Por ello la observación de la naturaleza deber servir como base no solo imitativa, sino integral a las formas de pensamiento humano al resolver problemas,

Sarmiento, (2019) en su documento de tesis hace mención de la metodología de diseño por cómo se desarrollan los proyectos biónicos, una observación de cómo es su aplicación estableciendo relación entre la naturaleza y un proyecto de diseño. Estable cinco categorías principales:

1. Imitación completa: un objeto, material o estructura que es idéntico al ser vivo. Por ejemplo las maquinas voladoras de Leonardo.

2. Una imitación parcial: la versión modificada de un producto natural. Por ejemplo, la estructura de la escama de la piel de tiburón para reducir la fricción con el agua, o la caña de bambú y las estructuras de hormigón armado.
3. Sin parecido biológico: la imitación funcional. Por ejemplo, el perfil del ala de los pájaros y aviones o los “winglets” aletas estabilizadoras en los extremos de las alas.
4. Abstracción: la utilización de un mecanismo aislado. Por ejemplo los caparazones de algunos animales que tienen composiciones multicapa (Figura 16).
5. Inspiración: el desencadenante de la creatividad. Por ejemplo, estructuras como las del “Crystal Palace” diseñado por Joseph Paxton, basadas en las nervaduras del reverso la hoja del nenúfar que le dan estructura y flotabilidad.

Figura 16

Pabellón de fibra de carbono según el caparazón del escarabajo.



Fuente: Latueta, (2014)

Además de esa clasificación también menciona la propuesta de una metodología básica en la que se definen los procesos de diseño biomimético y la divide en cuatro fases:

1. Selección de las características del organismo vivo que superen las posibilidades tecnológicas actuales.

2. Detectar y obtener los principios y los procesos que otorgan esa superioridad.
3. Elaborar métodos y modelos para describir los sistemas biológicos en términos útiles para los diseñadores.
4. Demostrar la viabilidad de traducir este conocimiento en un aparato seguro y eficaz.

Dentro del sector de la joyería se puede decir que ha estado presente desde sus inicios debido a la inspiración que existe en la naturaleza. En la actualidad más allá de reproducir las copias fieles de los elementos naturales como estamos acostumbrados a ver en joyas de plata y oro principalmente, se intenta integrar elementos multifuncionales, transformables y hasta de crecimiento. Tal es el caso del broche “blossoming” de la compañía Nutre (Figura 17) el cual se transforma o configura a manera de que va creciendo una flor.

Figura 17

Broche Blossoming, por Nature.



Fuente: Sánchez, (2010).

2.4 Tipología de joyería

La creación de un artículo de joyería pasa por identificar inicialmente su funcionalidad, para ello es necesario conocer los distintos sistemas de sujeción, cierre y articulación, que comúnmente son utilizados y que de forma genérica se denominan fornituras (Centro Tecnológico Andaluz del Diseño, 2009).

De acuerdo también al Centro Tecnológico de Andaluz del Diseño existe una variedad para la clasificación de joyas de acuerdo a su forma, tamaño y/o uso donde destacan las siguientes:

2.4.1 Pendientes

Los pendientes se presentan en dos variedades que reciben diferentes nombres según su forma, se le nombra zarcillos a los pendientes sin colgantes y arracadas cuando llevan colgante. Dentro de estas dos grandes clasificaciones existen muchas variantes, algunas de las más comunes son:

- a. Abridores o de tornillería: Pequeño modelo de perforador, con poco peso, con un solo botón y vástago en el que encaja el cierre a tornillo o presión.
- b. Aretes: Designa a la vez tanto a los zarcillos como a las arracadas con forma redonda.
- c. Broquela: Zarcillo en forma de broquel.
- d. Dormilona: Pendiente normalmente en forma de arete, con un brillante o una perla.

Los pendientes son una de las piezas de joyería de uso más extendido. En función de a distinta configuración de rostros, de la forma de las orejas y lóbulos, de la seguridad requerida o únicamente del efecto estético se usan diferentes tipos de cierre o sujeción. Técnicamente existe dos grandes grupos de sistemas de fijación de pendientes al lóbulo de la oreja y que dependen fundamentalmente de que se cierren desde el exterior por medio de un resorte que presiona sobre el lóbulo (clip), o que implican la perforación del lóbulo a través de un vástago o palillo. Es necesario tener en cuenta también consideraciones tales como peso, tamaño, y posición de cada sistema de sujeción. De hecho los pendientes deben mantener siempre su equilibrio, a fin de evitar inclinaciones o

rotaciones. Una característica importante en el tamaño de pendientes es la ligereza de las piezas, ya que, en el caso de pendientes articulados, podrán dañar el lóbulo si son demasiado pesados (Centro Tecnológico Andaluz del Diseño, 2009).

Tabla 1

Diferentes tipos de sistemas de fijación para pendientes.

Nombre del sistema	Descripción	Figura
Gancho o arpón	Vástago de hilo con forma de arpón cuya terminación es una anilla para colgar complementos. Ofrece poca seguridad al permanecer abierto y dota al pendiente de movilidad, por lo que suele ser utilizado en piezas de bisutería o joyería de plata.	
Presión	Es uno de los sistemas más frecuentemente utilizados. Contiene un vástago o palillo que por un extremo se une al pendiente y que por el otro dispone de una cabeza circular o tope. El vástago se inserta en el agujero de la oreja y la cabeza circular en su extremo actúa como un resorte cuando las dos alas de la mariposa se insertan en el vástago.	
Omega	Cierre conformado por cuatro partes: taco, chanela, lira y palillo, es el sistema de sujeción que hace que el pendiente se adapte muy bien al lóbulo de la oreja. Es muy utilizado en alta joyería por hacer más segura la pieza.	

Nombre del sistema	Descripción	Figura
Hippy	Es uno de los sistemas más simples de cierre para pendientes. Consta de un alambre curvado, el cual pasa a través del agujero del lóbulo de la oreja y es abrochado a la base de la oreja. Al igual que el cierre de gancho o arpón: suele ser utilizado en piezas de bisutería o joyería comercial en plata.	
Gancho y fleje	También llamado ballestilla. Es un sistema en el que intervienen un vástago de hilo conformado a modo de gancho que atraviesa el lóbulo y un sistema de muelle, generado por un fleje situado en el interior de una cavidad creada para tal fin y que provocará el movimiento de cierre del sistema.	
Catalán	Es un sistema en el que se dispone por un lado de un hilo con taladro en un extremo, a través del cual pasa otro hilo con hendidura. En el otro extremo del hilo escarchado, se dispone un taquillo que empernado conforma una bisagra. En ocasiones los tres elementos se simplifican para convertirse en dos.	

Fuente: Elaboración propia con datos tomados del Centro Tecnológico Andaluz del Diseño (2009).

2.4.2 Pulseras o brazaletes

Las pulseras o adornos de muñeca o brazo se clasifican y denominan según el material y forma en la siguiente tipología:

- a) Brazaletes: Son cintas de metal o bien eslabones entrelazados de alambre, hechos para llevar en el brazo o en la muñeca.
- b) Esclava: Pulsera de eslabones con una placa rectangular en el centro en la que se suele grabar el nombre.

2.4.3 Collares

En el caso de los collares, o adornos que se disponen alrededor del cuello, la clasificación genérica se reduce a:

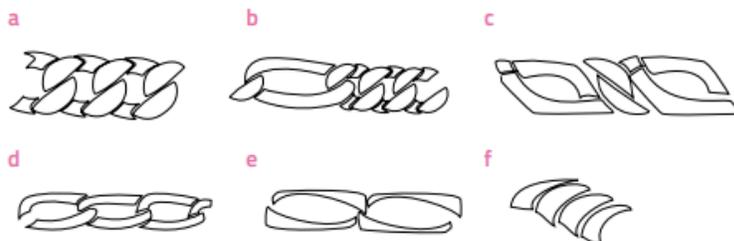
- a) Largo matinal: Collar que llega hasta la entrada del pecho.
- b) Largo ópera: Collar que llega hasta el pecho.
- c) Gargantilla: Prenda que llega hasta la base del cuello.

Tanto las pulseras como los collares pueden utilizar cadenas (conjunto de eslabones entrelazados entre sí) para su construcción. Las cadenas se presentan en variadas formas (Observe la Figura 18), según el tipo de eslabón que se use se distinguen:

- a) Cadenas barbadas
- b) Cadenas tipo Cartier
- c) Cadenas egipcias
- d) Cadenas tipo inglés
- e) Cadenas laminadas
- f) Cadenas salomónicas

Figura 18.

Formas variadas de cadenas, según el enlace y forma de sus eslabones.

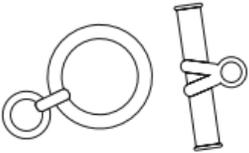


Fuente: Centro Tecnológico Andaluz del Diseño, (2009).

El cierre de una gargantilla, collar, pulsera o brazalete es el dispositivo que permite abrir y cerrar los dos extremos fácilmente. Hay muchas formas de cierres y la elección de cada uno de ellos depende de la funcionalidad y el estilo que se desee obtener. Algunos de los más comunes se pueden observar en la Tabla 2 (Centro Tecnológico Andaluz del Diseño, 2009).

Tabla 2

Tipos de cierres para collares y pulseras.

Nombre del sistema	Descripción	Figura
Cierre de gemelo, de aro o muletilla.	Es una forma simple de dispositivo de cierre. Como inconveniente se destaca que puede resultar poco práctico su uso. Es aplicable para gargantillas ligeras con eslabones delgados. Actualmente es muy usado en pulseras.	
Cierre de resorte circular.	Este tipo de cierre, común en collares y pulseras pequeñas, consiste en una pipa en forma de C con un resorte interno que se acciona mediante una palanca externa. Al abrirse, el vástago se retrae comprimiendo el resorte para permitir el paso del eslabón.	
Cierre mosquetón	Puede tener diferentes formas. Consta de tres partes, el cuerpo, la pieza en forma de L, que actúa como cierre y que además dispone de una pequeña palanca exterior para su manipulación, y el resorte.	

Nombre del sistema	Descripción	Figura
Cierre de tornillo	El cierre de tornillo, común en collares y gargantillas, consiste en dos cilindros roscados que se enroscan entre sí. Para evitar que el collar se retuerza al cerrarlo, los extremos no deben estar fijamente unidos a los cilindros.	

Fuente: Elaboración propia con datos tomados del Centro Tecnológico Andaluz del Diseño (2009).

2.4.4 Anillos

El anillo es un objeto de ornamento corporal más visible. Se compone de dos piezas ensambladas, la superior decorada se le llama tabla o cabeza y el aro toma el nombre de verdugo, brazo o cuerpo. Según sea su forma, uso o componentes, se adoptan diversos nombres para esta joya:

Anillo: Se aplica este término para una sortija.

Llanta: Sortija que en relación a su forma es mucho más ancha que gruesa.

Sello: Anillo que lleva como tabla una piedra dura grabada por lo general en negativo y que antiguamente era usada como sello o lacre.

Solitario Anillo en el que sólo hay montada una piedra, por lo general un brillante de medio quilate o más.

Lo fundamental en la confección y estética del anillo es que el cuerpo y la cabeza formen una sola pieza y, lograr armonía. Las cabezas son los elementos decorativos, por lo que las posibilidades en su forma son infinitas, en tanto a los cuerpos se distinguen como más usuales los descritos en la Tabla 3 (Centro Tecnológico Andaluz del Diseño, 2009).

Tabla 3

Cuerpos de anillos más usuales.

Nombre del cuerpo	Descripción	Figura
Cuerpos forrados	El forrado del cuerpo de los anillos se emplea para ocultar el reverso de las piezas, generalmente son convexas y huecas. El forro confiere a las piezas un aspecto más pesado y una terminación más estética.	 <p>Ana Sánchez-Cantalejo Castañeda I</p>
Cuerpo de cuchilla	La sección del cuerpo tiene forma de lanza, siendo la parte superior de la pieza más fina que la interior. Se utiliza en cabezas sencillas.	 <p>Carmen María Pérez Ruiz (CEI).</p>
Cuerpo de zigzag	Son aquellos cuerpos que se giran o doblan, buscando la forma de la cabeza.	 <p>Nuria Parrado Sarandeses (CEI).</p>
Cuerpo de media caña	Es el más utilizado en alianzas. Su tipo es el más básico y usual.	 <p>(CEI).</p>
Cuerpo dobles	Se preparan con hilos redondos o cuadrados. Los hilos se pueden disponer en forma paralela o entrelazada siendo su elaboración muy laboriosa.	 <p>(CEI).</p>

Fuente: Elaboración propia con datos tomados del Centro Tecnológico Andaluz del Diseño (2009).

2.4.5 Broches

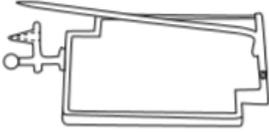
Los broches son piezas de joyería de uso generalizado, su función es la de unir la joya a las prendas de vestir, los hay de varias formas y tamaños. El broche se compone de tres partes: el soporte (donde se apoya la ornamentación y el cierre), la ornamentación (el elemento decorativo) y el cierre, compuesto por el alfiler (aguja), charnela (bisagra), y el talón (parte opuesta a la bisagra donde se engancha) (Centro Tecnológico Andaluz del Diseño, 2009).

La Tabla 4 nos muestra algunos de los cierres más comunes que pueden ser empleados para la fabricación de un broche.

Tabla 4

Tipos de cierre para broches.

Nombre	Descripción	Figura
Cierre de alfiler	Los cierres para broches tienen su origen en este tipo donde, una pieza de alambre con forma de clavo, que se cocía a la prenda en el interior del adorno, generalmente, de forma circular actuando como pasador.	
Cierre de aguja-sujetador	Este tipo de cierre se fabrica con un alambre de 1 mm de grosor que se enrolla en espiral para darle elasticidad. Uno de sus extremos se ensancha para formar el soporte de la aguja, y frecuentemente incluye una capucha de seguridad para prevenir accidentes en caso de apertura involuntaria.	

Nombre	Descripción	Figura
Cierre de aguja- sujetador abierto	Es una variante del cierre anterior, con menor seguridad, donde la aguja se retiene en un extremo curvado. La alta elasticidad del material es crucial para asegurar un ajuste firme y una sujeción confiable.	
Cierre de bisagra	En este tipo de cierre, el alfiler se une a la pieza mediante una bisagra que permite un movimiento vertical libre, sin la fuerza elástica presente en otros tipos de cierres de alfiler.	

Fuente: Elaboración propia con datos tomados del Centro Tecnológico Andaluz del Diseño (2009).

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS CONCEPTUAL

3.1 Descripción de los usuarios

Recientemente, en Villa de Tamazulápam del Progreso, Oaxaca, se ha formado una delegación dancística y musical que representará al municipio en la Guelaguetza y en los diferentes espacios que la Secretaría de Cultura y Artes de Oaxaca pueda ofrecer. El grupo, conformado por un total de 25 integrantes, presenta el cuadro titulado “Los Sones de Tamazulápam”.

El profesor Félix Reyes Gómez, menciona en su libro “Historia de Villa de Tamazulápam del Progreso” el origen del Jarabe Tamazulapense; desde siglos atrás se comenzó a orquestrar un conjunto de melodías que los músicos nativos fueron uniendo como una especie de popurrí que con el tiempo recibieron el nombre de Jarabe Tamazulapense este jarabe tiene piezas como el Palomo, el Guajolote, el Borracho, el Torito, la Sarna, el Cojo, los Enanos, el Apache, el Atole, entre otros más. En todas las fiestas de importancia se bailaba, y generalmente era el Jarabe el que cerraba todos los bailes que en la comunidad se realizaban.

En la representación escénica para bailar el jarabe Tamazulapense, se contextualiza una “tornaboda”, donde los personajes principales son:

- El Tonillano, cuya función es ser portavoz de los Mayordomos o caseros, además se encarga de hacer cumplir los protocolos de la festividad.
- El Mayordomo y la Mayordoma: Son quienes se encargan de organizar y financiar la fiesta en honor al santo que ellos han elegido servir.
- En representación de las tradicionales mojigangas; en las cuales se organiza un grupo de personas que disfrazados, con sus bailes divierten a la población, entre esos personajes se encuentra: el diablo, la muerte, la dama, la abuelita y el abuelito.
- La cocinera principal: que es quien se encarga de dirigir al resto de las cocineras y ayudantes en la elaboración de los alimentos que se ofrecen en la fiesta.
- El encargado de la bebida o cantinero: es la persona encargada de ofrecer a los invitados las bebidas alcohólicas.

- Las dispensadoras o ayudantas (os): tienen la encomienda de suministrar los insumos necesarios al resto de los equipos de trabajo, así como de elaborar el chocolate y servirlo con pan durante la fiesta.
- Los invitados: con ellos se reza, se come, se baila y celebra para engrandecer la fiesta.

Este nuevo grupo de danza recopiló información sobre el jarabe existente y, junto con los aportes de historiadores como el profesor Félix Reyes, se orquestó un baile que representa la cultura, tradiciones y costumbres del municipio de Tamazulápam.

Además de la música y el baile, se diseñó el vestuario para la representación del baile. Sin embargo, surgió un problema con el diseño de la joyería, ya que esta indumentaria no fue creada exclusivamente para el grupo. No representa los elementos del jarabe y tampoco incorpora símbolos que identifiquen al pueblo de Tamazulápam.

La Figura 19 muestra el diseño de los aretes utilizados en sus presentaciones. Estas piezas forman parte de la problemática mencionada en el capítulo 1, al ser bisutería de origen chino que ingresa al país. Su adquisición se debió al presupuesto limitado con el que contaba el grupo para obtener el vestuario y la indumentaria necesaria.

Figura 19

Bisutería empleada por los usuarios.



Fuente: Elaboración propia (2025).

Su traje está confeccionado en manta blanca y presenta un bordado en la parte del pecho. Se acompaña de un rebozo y el cabello se lleva trenzado y recogido.

Figura 20

Participante de Jarabe Tamazulapense.



Fuente: Santillán (2024).

Del total de participantes en la representación del jarabe tamazulapense, 15 son mujeres cuyas edades oscilan entre los 18 y 65 años. Entre las características personales que comparten, destaca su interés por la cultura y las tradiciones de su pueblo. Por ello, se trabajará con estas 15 integrantes del grupo de danza para recabar los datos antropométricos necesarios que permitan proponer las medidas adecuadas para el diseño de la joyería, así como su participación en la realización de encuestas y evaluaciones que ayuden a guiar y validar el proyecto.

3.2 Medidas antropométricas

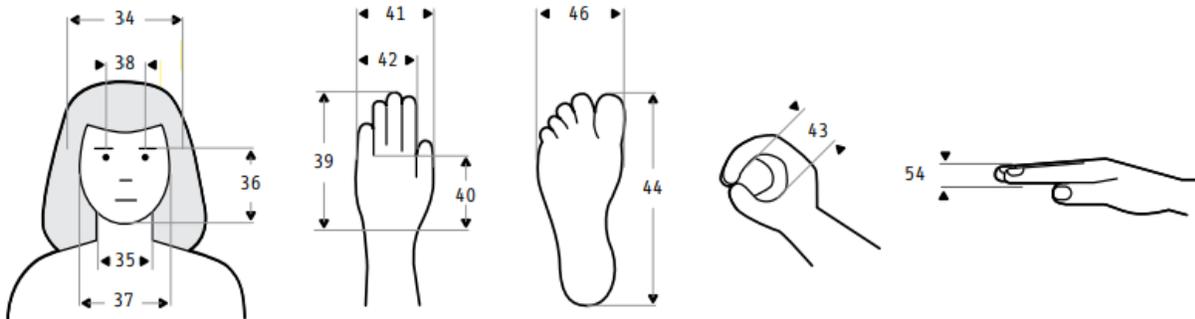
El Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño de la Universidad de Guadalajara en 2007 realizó una investigación antropométrica, con el fin de obtener datos que incrementen la eficiencia, seguridad y comodidad, en las actividades humanas.

A continuación, se muestran ilustraciones del cuerpo humano de las zonas predominantes para el uso de joyería con las medidas promedio en centímetros de una mujer mexicana de la zona centro del país con un rango de edad de los 18 a 65 años.

La Figura 21 muestra los números de las secciones que fueron medidas en zonas de la cabeza, cara, manos, pies y puños de las mujeres, y en la Figura 22 se muestra la tabla con los resultados de las dimensiones y la relación de percentiles de esa evaluación.

Figura 21

Zonas antropométricas de medición de una mujer mexicana de la zona centro del país.



Fuente: Ávila (2007).

Figura 22

Percentiles antropométricos promedio de una mujer mexicana de la zona centro del país.

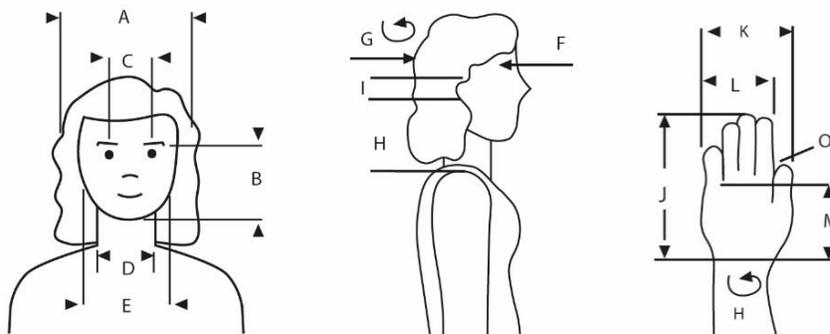
Dimensiones		18 - 65 años (n=204)				
		\bar{x}	D.E.	Percentiles		
				5	50	95
34	Anchura cabeza	150	8.43	134	150	164
35	Anchura cuello	110	7.90	97	109	123
36	Altura cara	127	7.61	114	128	138
37	Anchura cara	124	9.69	106	123	138
38	Diámetro interpupilar	56	4.87	49	56	65
39	Longitud mano	171	8.04	158	171	185
40	Longitud palma mano	97	4.58	90	97	105
41	Anchura mano	93	6.90	83	92	104
42	Anchura palma mano	76	3.58	71	76	82
54	Espesor mano	29	3.23	23	30	35
43	Diámetro empuñadura	45	3.14	40	45	50
44	Longitud pie	232	9.79	217	232	250
46	Anchura pie	90	4.88	83	90	99

Fuente: Universidad de Guadalajara (2007).

Además, se realizó la toma de medidas a las usuarias descritas en la cual se tomaron a cada una las medidas señaladas en la Figura 23. Estos datos servirán como base para proponer las dimensiones de la joyería por diseñar.

Figura 23

Esquemas de zona donde se realizaron las medidas.



Fuente: Elaboración propia basado en esquemas de Ávila (2024).

Donde cada letra representada corresponde a:

Tabla 5

Nombre de la dimensión y promedio obtenido.

Letra	Nombre de la dimensión	Promedio medida en cm
A	Anchura de cabeza	14.75
B	Altura de cara	15.1
C	Distancia entre pupilas	8.5
D	Anchura de cuello	12
E	Anchura de cara	14.4
F	Ancho lateral cabeza	17.6
G	Perímetro de cabeza	57.5
H	Distancia de lóbulo a cuello	11.8
I	Altura de oreja	5.7
J	Longitud de mano	18.5
K	Anchura de la mano	10.2

Letra	Nombre de la dimensión	Promedio medida en cm
L	Anchura palma de mano	7.3
M	Longitud palma mano	11.1
N	Perímetro de muñeca	16.4
O	Perímetro dedo	6.6

Fuente: Elaboración propia (2024)

En cuanto al peso y tamaño de los diferentes tipos de joya se debe tomar en cuenta la Tabla 6, con los pesos máximos, medio y mínimo en aretes, pulseras, collares y anillos.

Tabla 6

Peso en gramos que no deben exceder una pieza de joyería.

	Peso Máx. Aprox.	Peso medio	Peso Min. Aprox.
Aretes	18	7	1
Pulseras	70	25	3
Collares	130	30	10
Anillos	30	8	1.5

Fuente: Torres, (2007).

3.3 Resultados de encuestas

Además de la convocatoria realizada para recabar datos antropométricos del usuario también, se realizó una encuesta exploratoria para conocer información sobre las mujeres que pertenecen al grupo de danza de la población de Villa de Tamazulápam del Progreso, con la intención de recabar datos que servirán para realizar la tabla de requerimientos de usuario. Las preguntas realizadas se pueden ver en el Anexo 1.

La inclusión de preguntas relacionadas con la percepción del color, la forma y el tamaño en el cuestionario es fundamental para comprender las preferencias y percepciones de los usuarios en aspectos clave del diseño de joyería, como la estética, el estilo y la relevancia de las piezas para los usuarios. Al entender mejor las preferencias de los usuarios, los diseñadores pueden crear piezas que se ajusten más precisamente a sus gustos y deseos, lo que aumenta el atractivo visual, el valor simbólico y la versatilidad de las joyas. Además, comprender la percepción y el significado del color permite elegir paletas que empaticen

con la audiencia objetivo. Esta comprensión más profunda y personalizada puede aumentar significativamente la aceptación y la apreciación de las piezas diseñadas.

El propósito de las preguntas relacionadas con la percepción de Tamazulápam del Progreso es comprender cómo se asocian e identifican los participantes con la población y su entorno. Estas preguntas permiten obtener información sobre lo que los usuarios consideran más representativo de la región.

El Anexo 2 muestra las gráficas con los datos recabados de las preguntas en la encuesta.

A partir de los resultados obtenidos, se realizó una tabla donde se muestran las características necesarias para la inspiración en los diseños de la línea de joyería. La Tabla 7, muestra los resultados resumidos e interpretados por el diseñador de las preguntas con mayor importancia en el cuestionario.

Tabla 7

Resultados de respuestas de mayor relevancia para el diseño de la línea de joyería.

Pregunta	Respuesta con más frecuencia
¿Qué tipo de joyería suele usar durante las presentaciones de baile?	Aretes Collares Pulseras
¿Qué importancia tiene la joyería en su vestuario para la danza folclórica?	La joyería es esencial en el vestuario de la danza folclórica, ya que resalta la identidad cultural, complementa el atuendo tradicional y aporta autenticidad y valor estético a la presentación.
¿De qué material son normalmente sus joyas?	Materiales de fantasía
¿Usa joyería en otras ocasiones, como ensayos, eventos formales e informales o de uso cotidiano?	Sí, siempre
¿Qué es lo que más llama su atención de las joyas que usa?	Tamaño Estilo Color Forma
¿Qué colores prefiere para sus joyas?	Plateado Dorado Colores fuertes y llamativos

Pregunta	Respuesta con más frecuencia
¿Por qué prefiere ese color?	Las preferencias de color de la joyería pueden ser influenciadas por factores como la estética personal, la facilidad de combinar y complementar la joyería con la vestimenta y el tono de piel.
¿Qué figura y/o formas prefiere en las joyas que usa?	Geométricas Sencillas
Por favor selecciones las tres características principales que considera al adquirir una pieza de joyería.	Calidad Color Comodidad
En una escala del 1 al 5; donde 1 no es importante y 5 muy importante, las características que señalan un mayor grado de importancia en la joyería que usan las encuestadas son:	Resistencia Color Tamaño Comodidad Originalidad
¿Considera importante el significado simbólico detrás de una pieza de joyería?	Si
La interpretación a la pregunta del por qué a la pregunta anterior es:	La importancia del significado simbólico detrás de una pieza de joyería puede variar según las experiencias personales, las preferencias individuales y las costumbres y tradiciones.
¿Qué les gustaría cambiar o mejorar en la joyería que han usado anteriormente?	Las encuestadas expresan que desean piezas de mejor calidad, con mayor durabilidad y comodidad al usarlas.
¿Qué es lo primero que viene a su mente cuando escucha el nombre Tamazulápam del Progreso?	Las palabras clave que se pueden obtener a esta respuesta son agua y naturaleza
¿Con qué color o colores identifica o asocia a la población de Tamazulápam del Progreso?	Los colores con mayor frecuencia mencionados son verde y azul
¿Qué le gustaría que refleje una joya inspirada en la naturaleza y tradiciones de Vila de Tamazulápam del Progreso?	En respuesta a esta pregunta mencionan que desean una pieza que refleje la riqueza natural que se encuentra en el pueblo.

Fuente: Elaboración propia (2024).

3.4 Benchmarking

Para el benchmarking, se estarán analizando diferentes productos de joyería impresa en 3D y, que permitan conocer las características y las posibles mejoras en el diseño.

La Tabla 8, presenta una estructura para evaluar los requerimientos de los diseños propuestos en el Manual de Diseño Industrial de G. Rodríguez, que ejemplifica diferentes

grupos de requerimientos para el diseño y evaluación de un producto. Para la elaboración de la tabla, se consideraron los siguientes tipos de requerimientos: estructurales, funcionales, de uso, técnico-productivos y morfológicos. En este caso, se evaluarán productos existentes en el mercado.

Tabla 8

Benchmarking de productos en el mercado.

Requerimiento de diseño	Evaluación del producto según el requerimiento
Requerimiento/ Producto	 <p data-bbox="695 1129 1378 1234">Pendientes ISLA impresos en 3D con filamento PLA 100 % biodegradable, de la marca MRLASPIUR.</p>
Estructurales	<p data-bbox="695 1249 1378 1325">Número de componentes: Formado por 4 piezas impresas en 3D, eslabones de unión y un poste.</p> <p data-bbox="695 1333 1378 1451">Materiales: Filamento PLA biodegradable, aros de plata con baño de oro, base de pendiente de acero quirúrgico hipoalergénico.</p> <p data-bbox="695 1459 1378 1705">Ventajas: La base del pendiente, hecha de acero quirúrgico, minimiza reacciones alérgicas, no se oxida ni se oscurece, y no requiere mantenimiento especial. Los aros de plata bañados en oro resisten la oxidación y pueden restaurar su brillo con una limpieza sencilla</p>
Funcionales	<p data-bbox="695 1722 1019 1755">Mecanismos: No/Aplica</p> <p data-bbox="695 1764 1019 1797">Versatilidad: No/Aplica</p> <p data-bbox="695 1806 1378 1881">Resistencia mecánica y térmica: El PLA permite impresión a alta velocidad y alta resolución, con</p>

Requerimiento de diseño	Evaluación del producto según el requerimiento
Funcionales	resistencia a la compresión de 66 MPa y a la flexión de 485 MPa; su temperatura de deformación es de 55 °C. La plata es maleable y presenta una dureza aproximada de 210 MPa (Brinell) y 251 MPa (Vickers).
Uso	<p>Acabados: Textura rugosa intencionada en la pieza principal; las demás presentan marcas por el espaciado entre capas.</p> <p>Ventajas: Alta dureza en ambos materiales, lo que reduce el riesgo de rayaduras y roturas.</p> <p>Desventajas: Las piezas delgadas de plata pueden deformarse fácilmente y el PLA carece de recubrimientos protectores adicionales.</p> <p>Seguridad: Las piezas tienen acabados rugosos sin filos; las argollas están cerradas a presión.</p> <p>Mantenimiento: La plata bañada en oro y el acero quirúrgico requieren pocos cuidados; el PLA biodegradable debe mantenerse en lugares frescos y secos.</p> <p>Manejo: No hay dificultades para su manejo y uso.</p> <p>Ergonomía y Antropometría: Se adapta bien a las medidas antropométricas femeninas, sin causar incomodidad.</p> <p>Transporte: Fácil de transportar por su peso y estructura; se presenta en un empaque rectangular impreso en 3D.</p> <p>Ventajas: Materiales resistentes a la oxidación, fácil manejo, tamaño adecuado y sin acabados peligrosos.</p> <p>Desventajas: Las piezas de PLA no cuentan con recubrimiento protector, y el empaque no asegura completamente los pendientes ni incluye indicaciones de cuidado.</p>

Requerimiento de diseño	Evaluación del producto según el requerimiento
Técnico-Productivos	Ventajas: El uso de materiales de empresas certificadas garantiza calidad. Al ser un taller único, se tiene mayor control sobre el proceso de producción y es más fácil identificar fallas en los productos o en la producción misma.
Morfología	<p>Estilo de diseño: Los pendientes tienen una longitud de 5.5 cm y un peso de 6 gramos. Están disponibles en colores blanco, azul, rosa y naranja, con los aros y la parte de sujeción en color dorado en todas las versiones.</p> <p>Ventajas: El tamaño y peso de los pendientes los hacen cómodos y ligeros para el usuario. Además, la variedad de colores disponibles permite adaptarse a diferentes preferencias y necesidades.</p>
Fuente: mrlaspiur.com (2024)	
Requerimiento/ Producto	<div style="text-align: center;">  </div> <p>Anillo Fénix PA12 en impresión 3D de la marca Necora.</p>
Estructurales	<p>Número de componentes: La pieza está elaborada en una sola pieza con impresión por sintetizado láser (SLS) y detallado a mano.</p> <p>Tipo de ensambles: NA</p> <p>Materiales: Nylon PA12</p> <p>Ventajas: El uso de sintetizado láser y PA12 facilita la impresión de las piezas, ofrece alta resistencia a productos químicos y puede hacerse estanco mediante impregnación.</p>

Requerimiento de diseño	Evaluación del producto según el requerimiento
Estructurales	<p>Este material es biocompatible, lo que lo hace seguro al contacto con la piel, y permite una amplia variedad de grosores de acabado. También proporciona una buena definición de detalles y texturas, y es ideal para procesos posteriores a la impresión, como la adhesión de tintes o pinturas.</p> <p>Desventajas: La impresión SLS es más costosa en comparación con otros métodos como SLA y FDM, debido al precio de la maquinaria y los materiales utilizados.</p>
Funcionales	<p>Mecanismos: No/Aplica</p> <p>Resistencia mecánica y térmica: Este material ofrece alta resistencia a la fatiga, impactos y desgaste. Su densidad es de 0.95 g/cm³, con una resistencia a la tensión de 48 MPa, una fuerza de flexión de 41 MPa y una fuerza de impacto de 4.4 kJ/m². Es resistente a algunos solventes, fluidos hidráulicos, hidrocarburos clorados y soluciones alcalinas débiles o salinas. Además, es autoextinguible en caso de incendio y tiene una temperatura de bloqueo de calor de 86 °C.</p> <p>Acabados: Disponible en varios acabados, el estándar es sin polvo residual y con arenado. También se pueden aplicar tratamientos con sellantes para rellenar pequeños poros, y se pueden realizar detalles más finos para lograr mayor suavidad. Además, es posible teñir las piezas sumergiéndolas en un baño con pigmento.</p>
Uso	<p>Seguridad: La pieza está elaborada con una geometría circular y en ondas por lo que no tiene puntas o filos que puedan dañar al usuario durante su uso o manipulación.</p> <p>Mantenimiento: No requiere de un mantenimiento específico por las propiedades mismas del material, es resistente a algunos solventes y el agua por lo que perfectamente puede mojarse sin que se dañe la pieza.</p>

Requerimiento de diseño	Evaluación del producto según el requerimiento
Uso	<p>Ergonomía y Antropometría: Tiene una variedad de tallas estandarizadas que no presentan dificultades de uso en tanto se elija la talla correcta.</p> <p>Ventajas: Es una pieza segura de usar gracias a su diseño de formas básicas. El material con el que está fabricada no requiere mantenimiento específico y es resistente al agua y otros solventes. Además, es biocompatible, lo que garantiza que no representa ningún riesgo al estar en contacto directo con la piel.</p>
Morfología	<p>Estilo de diseño: Está inspirado en el ave fénix que simboliza resistencia y sabiduría infinita, con formas orgánicas y simples. Únicamente está disponible en color negro y hay una gran variedad de tallas para escoger. Su acabado es arenoso y áspero al tacto.</p> <p>Desventajas: Los acabados no son agradables al tacto y no cuenta con alguna variedad en su color.</p>
<p>Fuente: Necora.mx (2024) y materialise.com (2024).</p>	

Fuente: Elaboración propia (2024).

3.5 Tablas de requerimientos de diseño del usuario y diseñador

La siguiente sección presenta las tablas relacionadas a los requerimientos y necesidades correspondientes a la tipología, análisis de benchmarking, usuarios y del diseñador las cuales servirán para realizar las propuestas de diseño.

Rodríguez, en su Manual de Diseño Industrial define a los requerimientos de diseño como factores que deben ser considerados tanto en soluciones cuantitativas como cualitativas, establecidos con anterioridad por decisiones, la naturaleza, requisitos legales u otras regulaciones que el responsable de la solución debe seguir. Estas variables restringen las

opciones del creador de productos, mismas que se encuentran de las diferentes categorías ya antes mencionadas en la tabla de análisis de benchmarking.

La Tabla 9 muestra el listado de los requerimientos de diseño basados en un análisis de la Tabla 8 y de criterios del diseñador, asignando la categoría a la que se ajusta la necesidad del diseño.

Tabla 9

Tabla de requerimientos de diseño correspondiente al análisis de benchmarking, tipología y criterios del diseñador.

No.	Requerimiento	Fuente	Categoría de necesidad
1	El proceso de fabricación que debe ser empleado para la elaboración de las piezas debe ser Modelado por Deposición Fundida (FDM), por la conveniencia en relación al precio y características que pueden ser aplicadas al diseño.	Benchmarking Criterio del diseñador	Proceso productivo
2	El material que se debe usar para la elaboración de las piezas debe ser PLA o PLA biodegradable por la gama de colores que ofrece el tipo de material.	Benchmarking	Materia prima / Conveniencia
3	En el caso de tener elementos para sujeciones al cuerpo o la unión de elementos de la pieza por diseñar, estos deben ser de metales como el acero inoxidable, acero quirúrgico o plata que no causen una reacción alérgica o manchas en la piel al estar en contacto directo con la piel del usuario.	Benchmarking	Materia prima
4	Las piezas deben tener un recubrimiento con resina o algún otro aditamento que le permita tener mayor resistencia, dureza y acabados más delicados al tacto.	Benchmarking	Materia prima/ Mantenimiento/ Seguridad / Acabado

No.	Requerimiento	Fuente	Categoría de necesidad
5	Los herrajes, eslabones o algún otro elemento de sujeción que sea añadido a la pieza deben tener las características adecuadas a la propuesta de diseño, tomando en cuenta la longitud, el peso y la parte del cuerpo donde se usara la pieza	Benchmarking Tipología	Mantenimiento / Materia prima / Seguridad
6	Las piezas no deben tener terminaciones que impliquen una molestia o un peligro al usuario al momento de su manipulación y uso.	Benchmarking	Seguridad
7	El peso que tengan las piezas por diseñarse debe ser el adecuado a las características del usuario para que le resulte cómodo su uso. De acuerdo a la Tabla 6, el peso medio para los aretes es de 7 gr. y el máximo de 18 gr., los collares deberán tener un peso medio de 30 gr. sin exceder los 130 gr., para el caso de los anillos el peso medio es de 8 gr. y el máximo de 30 gr., por ultimo las pulseras deben mantener un peso medio de 25 gr. y un máximo de 70 gr.	Benchmarking Tabla 6	Antropometría / Ergonomía
8	El diseño de la pieza debe tomar en cuenta las limitaciones y capacidades de la tecnología de impresión 3D que se usara para su elaboración (FDM).	Benchmarking	Proceso productivo
9	La pieza impresa en 3D debe incluir un tratamiento de pulido, lijado y recubrimiento adicional para obtener un acabado liso y adecuado al contacto con el usuario.	Benchmarking	Acabados / Proceso productivo

Fuente: Elaboración propia (2024).

La Tabla 10 presenta un análisis de las respuestas obtenidas en la encuesta dirigida a los usuarios. En este contexto, el enunciado del usuario representa el promedio de las

respuestas a las preguntas formuladas, lo cual se traduce en una necesidad específica. Esta necesidad, a su vez, se convierte en un requerimiento de diseño que guía el desarrollo de soluciones adecuadas.

Tabla 10

Tabla de necesidades y requerimientos correspondientes a los usuarios

Núm. de NEC.	Enunciado del usuario	Necesidad traducida	Requerimiento	Fuente	Categoría de requerimiento
1	En relación al tamaño prefieren piezas de tamaño medio, de peso ligero y que tengan comodidad de uso.	Se necesita que las piezas de joyería tengan tamaños promedio que complementen la vestimenta del usuario	Se requiere que las piezas de joyería propuestas tomen en cuenta las medidas promedio de los usuarios a modo que mantengan medidas intermedias para poder ser cómodas de usar	Anexo 1 Tabla 5	Conveniencia Manipulación
2	El usuario tiene preferencia por piezas de joyería con formas geométricas y sencillas.	Lo que más llama la atención de los usuarios en una joya es: el tamaño, el estilo de diseño, el color y la forma.	Las piezas de joyería están diseñadas a partir de formas geométricas para encajar en las preferencias del usuario.	Tabla 7	Estilo de diseño Técnico productivas
3	Los usuarios prefieren joyas en color plateado, dorado y colores fuertes, que sean fáciles de combinar con la vestimenta que usan.	Los colores propuestos deben ser combinables con la vestimenta y tonos de piel.	El color de las piezas se debe complementar con los colores del traje que usan para la presentación del baile.	Tabla 7	Estilo de diseño Técnico productivas Materia prima Acabados

Núm. de NEC.	Enunciado del usuario	Necesidad traducida	Requerimiento	Fuente	Categoría de requerimiento
4	Los usuarios asocian a el pueblo con los colores azul y verde por los abundantes manantiales y parajes que se encuentran en el pueblo.	El color azul y verde identifica al pueblo de Tamazulápam.	Se deben proponer colores azul y verde en el diseño de las piezas por la percepción de ese color en los usuarios.	Tabla 7	Estilo de diseño Técnico productivas Materia prima Acabados

Fuente: Elaboración propia (2024).

3.6 Selección de elemento natural para la abstracción de formas

Como parte del criterio del diseñador, se optó por seleccionar un elemento natural que tuviera una conexión significativa con el Jarabe Tamazulapense. Al tratarse de una representación de la tornaboda, se buscó un símbolo que formara parte de la narrativa histórica del pueblo y que representara la unión entre las parejas en la antigua Tamazulápam. Este elemento fue identificado en el libro Historia de Tamazulápam, del profesor Félix Reyes, donde narra lo siguiente: “Al llegar el mes de mayo y junio, por las tardes, atenuando el calor del medio día, las personas mayores, lo jóvenes y hasta los niños se encaminaban a las laderas de los cerros de Plata, de Guadalupe, de la Luz y otros lugares a cortar azucenas del campo, cuyas corolas permanecen cerradas en el día y abren al atardecer, esparciendo su fino y delicado aroma por todo el ámbito en que se encuentran, ya casi al obscurecer regresaban con manojos de ellas las cuales, por las calles, iban dejando una estela de su exquisito aroma.

Estas flores eran regaladas a amistades y familiares o colocadas en floreros en los altares caseros o del templo y las capillas, a veces los jóvenes se las obsequiaban a sus novias o a las amigas, muchos matrimonios se originaron a causa de las azucenas.”

Figura 24

Azucena silvestre (milla biflora).



Fuente: MéxicoNaturalista.org (2024).

Esta planta aparece en pastizales hacia el fin de la temporada seca y al inicio de las lluvias. Tiene un perfume nocturno intenso y puede ser conocida también por el nombre de flor de San Juan, estrella y Jacinto del monte.

La planta, conocida comúnmente como azucena del campo, es parte de la familia de las *liliáceas* y se identifica como *Milla biflora*. Su distribución se ha registrado del norte al sur del país.

Descripción técnica:

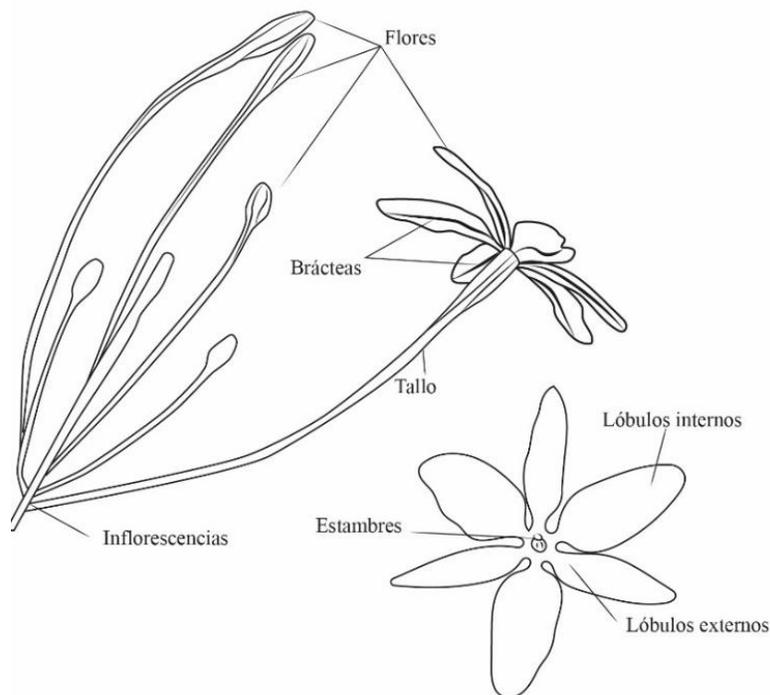
- Habito y forma de vida: Hierba perenne; es decir que se espera sea una planta con más de dos años de vida.
- Tamaño: Va de los 20 a los 80 cm de alto.
- Tallo: El tallo donde surgen las flores es de 6 a 30 cm de alto y en su extremo superior, justo por debajo del punto donde surgen las flores se encuentran 4

brácteas que forman el involucre, coriáceas, linear-lanceoladas, de 1 a 2.5 cm de largo, dos de ellas son de mayor longitud.

- Hojas: Basales, entre 2 y 7, son subcilíndricas, de 10 a 75 cm de largo por 0.3 a 1 cm de ancho, con el ápice agudo y con las nervaduras denticuladas.
- Inflorescencia: Una umbela (es decir con todas sus flores originándose en un mismo punto) con 2 a 4 flores y a veces con una sola flor.
- Flores: Las flores tienen forma de trompeta, sécil y erecta, de color blanco, con lóbulos del perianto. Los 3 lóbulos externos son elíptico-oblongos o elípticos, midiendo de 2 a 3.3 cm de largo y 4 a 8 mm de ancho. Los 3 lóbulos internos son elípticos, elíptico-ovados u obovados. Presentan 6 estambres insertos en la garganta del tubo del perianto, con filamentos cortos de 2 a 3 mm y anteras linear-oblongas, de 4 a 6 mm de largo, amarillos y unidos al filamento por su base.
- Raíz: Fibrosa y algunas veces engrosada.

Figura 25

Esquema de la estructura de la flor azucena del campo (milla biflora).



Fuente: Elaboración propia (2024).

La elección de colores se basa en dos preguntas del Anexo 1: “¿Qué es lo primero que viene a su mente cuando escucha el nombre Tamazulápam del Progreso?” y “¿Con qué color o colores identifica o asocia a la población de Tamazulápam del Progreso?”, cuyas respuestas se presentan en la Tabla 7. Estas respuestas se relacionan entre sí, ya que los colores verde y azul se asocian al pueblo de Tamazulápam debido a la abundancia de agua en la región. Son bien conocidos sus ojos de agua, aguas azufradas, balnearios y cascadas en el lugar.

Figura 26

Ojo de agua Grande en Tamazulápam del Progreso.



Fuente: Elaboración propia (2024).

Figura 27

Balneario Atonaltzin, Villa de Tamazulápam del Progreso.



Fuente: Elaboración propia (2024).

3. 8 Elección de colores del filamento para las propuestas del diseño

La elección de los colores, como se mencionó anteriormente, se basa en la percepción del usuario sobre el pueblo de Tamazulápam. Para definir la paleta, se utilizaron imágenes de la naturaleza del lugar, a partir de las cuales se propuso una paleta de colores, representada en la Figura 28. Con esta propuesta como referencia, se escogieron filamentos de PLA para la impresión 3D, de modo que la gama cromática estuviera presente en las opciones de color para los diseños de la joyería.

Figura 28

Propuesta de paleta de colores y filamentos para los diseños de impresión 3D.



Fuente: Elaboración propia (2024).

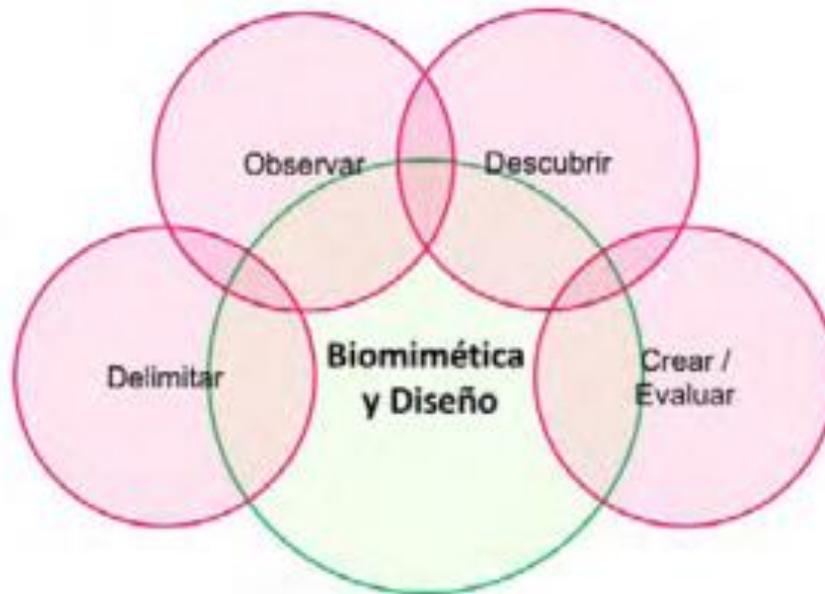
3.9 Aplicación de estudio biomimético

Urdinola Serna D. (2018) en la compilación de textos Biomimética y diseño, Colección Morfología y Diseño, menciona una serie de herramientas de la doctora D. Baumeister, esta hace referencia a: descubrir, crear, evaluar y analizar, instancias metodológicas que se combinan a su vez con los métodos para el desarrollo de proyectos de diseño.

A partir de esa propuesta nace la instancia metodológica que consta en: delimitar, observar, descubrir, crear y evaluar.

Figura 29

Instancias metodológicas.



Fuente: Urdinola Serna D. (2018).

A partir de los puntos de interés definidos para la metodología, Urdinola propone un formato específico para cada uno de ellos. Este formato incluye detalles y preguntas diseñadas para facilitar la búsqueda de información necesaria, con el objetivo de identificar las referencias que serán traducidas en términos de diseño. Además, se realiza un análisis morfológico del elemento natural seleccionado como parte del proceso.

Para comenzar a definir y abstraer las estructuras de las azucenas de campo (*milla biflora*), se realizaron diversos dibujos que muestran la flor desde distintos ángulos, sus patrones de crecimiento y las posibles agrupaciones (Tabla 11).

Tabla 11

Observación y análisis de la especie.

Campo de intervención seleccionado: Estructura morfológica	
<p>El primer paso se plantea desde la creación de una pregunta que contenga el campo de intervención seleccionado, el objeto de estudio y que además se pueda responder desde la biomimética.</p> <p>"¿Cómo se pueden aplicar las formas y estructuras de la azucena de campo en el diseño de piezas de joyería inspiradas en principios de la biomimética?"</p> <p>Pasos a seguir:</p> <ol style="list-style-type: none">1.- Seleccionar la especie de observación.2.- Se debe registrar la especie con una fotografía general y al menos tres fotografías de detalle. <p>También es posible incluir dibujos y esquemas.</p>	<p>Especie: Azucena de campo (<i>milli biflora</i>)</p>  <p>Imágenes tomadas de: MéxicoNaturalista.org (2024).</p>

Fuente: Elaboración propia basada en la metodología de Urdinola (2025).

A partir de estos dibujos, se trazaron líneas y figuras para identificar patrones, secuencias o estructuras que puedan servir como retícula base para la elaboración de los bocetos (Tabla 12).

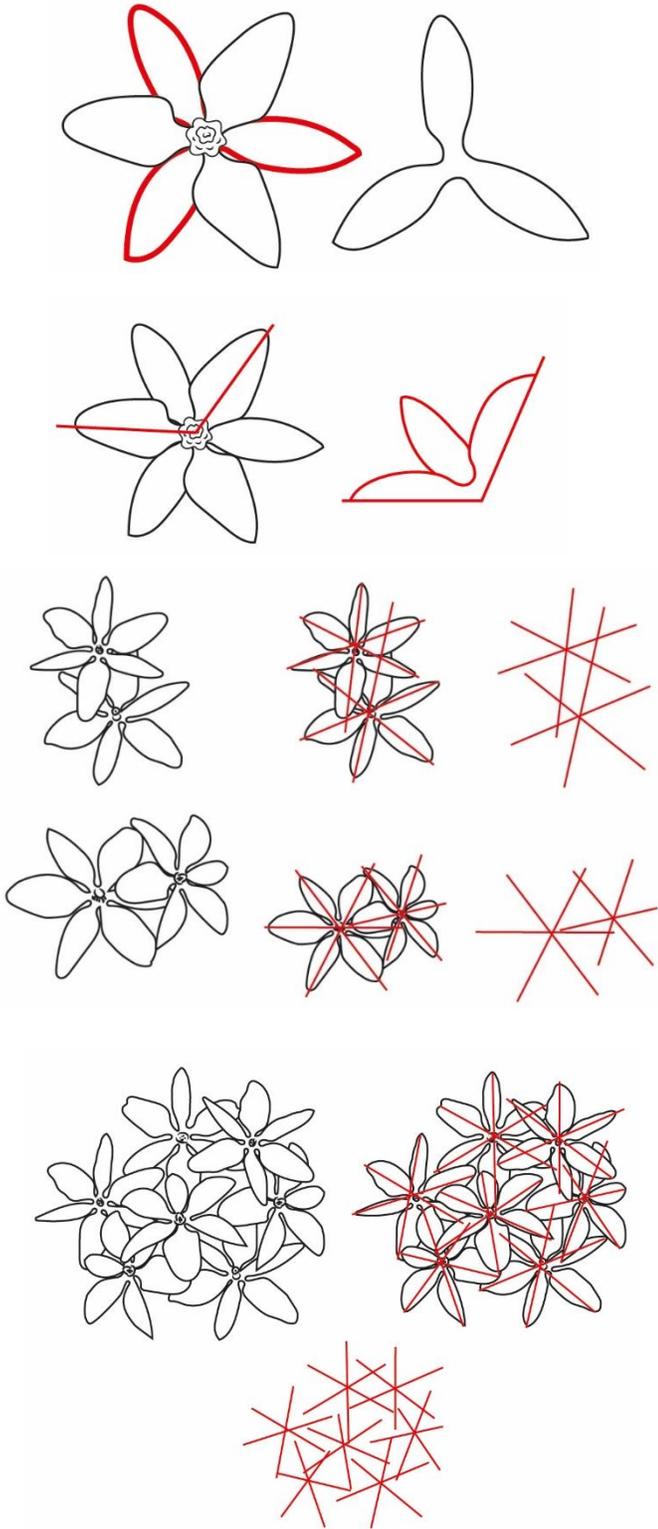
Tabla 12

Análisis morfológico de la especie.

Crear a partir del análisis morfológico de la especie.	
<p>Este paso orienta el proceso de diseño, en el cual se sintetizan las formas y su relación con la función mediante la traducción de las formas de la naturaleza a las formas de la geometría.</p> <p>Se debe analizar la especie considerando los siguientes aspectos:</p> <p>Características de sus formas: tipos de geometrías y simetrías.</p> <p>Relación con el movimiento: representación de las partes y traducción de los movimientos mediante flechas.</p> <p>Organización en el espacio: modulaciones y ensambles entre los módulos.</p>	

Presencia de texturas: tanto visuales como táctiles.

Además, el análisis geométrico puede incluir ángulos, líneas, polígonos, sólidos, superficies, ejes de simetría, entre otros.



Fuente: Elaboración propia basada en la metodología de Urdinola (2025).

3. 10 Concepto del diseño

A continuación, se describen los cuatro roles representados en el jarabe Tamazulapense, los cuales inspiran el concepto de cada propuesta. En las fiestas, estos personajes reflejan su responsabilidad y jerarquía dentro de la estructura comunitaria.

La mayordoma

Es la principal organizadora y anfitriona de la festividad. Su rol es clave, ya que asume la responsabilidad de coordinar todos los aspectos del evento, también es quien aporta los recursos económicos o busca apoyos comunitarios para costear la celebración. Generalmente es una persona respetada en el pueblo, con sentido de compromiso, generosidad y devoción.

Las cocineras

Son las encargadas de preparar los alimentos que se ofrecerán a los invitados. Suelen ser mujeres alegres y sociables con experiencia en la cocina tradicional, trabajan desde muy temprano para cocinar los platillos que se servirán, ya que la comida es una parte esencial en la celebración.

Las ayudantas

Apoyan tanto a la mayordoma como a las cocineras en diversas tareas. Son personas serviciales, activas y colaborativas. Pueden encargarse de pelar ingredientes, lavar los trastes, servir la comida, acomodar las mesas y realizar otras labores necesarias para que la celebración se lleve a cabo sin contratiempos. Su trabajo es esencial para mantener el orden y fluidez en la preparación y distribución de los alimentos.

Las invitadas

Son las personas que acuden a la celebración, ya sea por invitación personal o como parte de la comunidad. Generalmente, llevan un obsequio o contribución en especie como alimentos, bebidas o velas. Además de disfrutar la comida y la música, participan en las actividades religiosas. Suelen ser personas alegres, sociables y su presencia es fundamental para el éxito de la festividad.

Otra parte del concepto que se manejara para los diseños es la flor de donde se obtuvieron las formas:

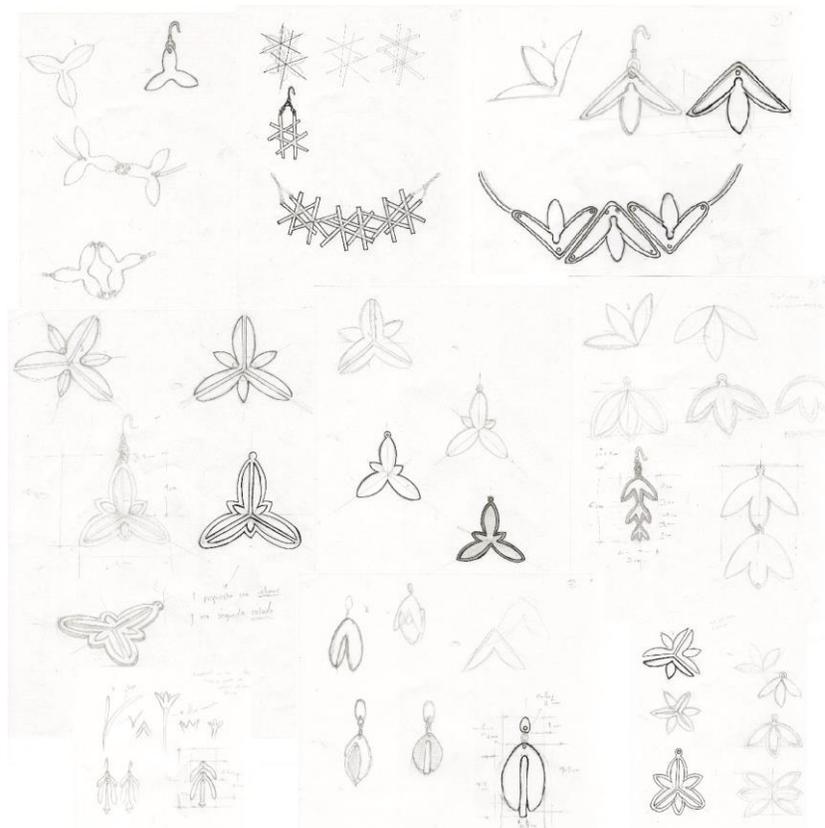
La flor Azucena de campo (*milla biflora*) como símbolo de la unidad del pueblo para realizar actividades que involucran a la naturaleza.

3.11 Bocetos del concepto de diseño

Se desarrollaron ocho bocetos con diversas propuestas basadas en las líneas y formas abstraídas anteriormente, considerando los requerimientos definidos por el usuario y los criterios de diseño. La Figura 30 muestra los diseños propuestos, enfocados principalmente en aretes, donde cada pieza representa a la mayordoma, las cocineras, las ayudantas y las invitadas. Para cada una de estas, se propusieron 2 diseños.

Figura 30

Primeras propuestas de diseño.

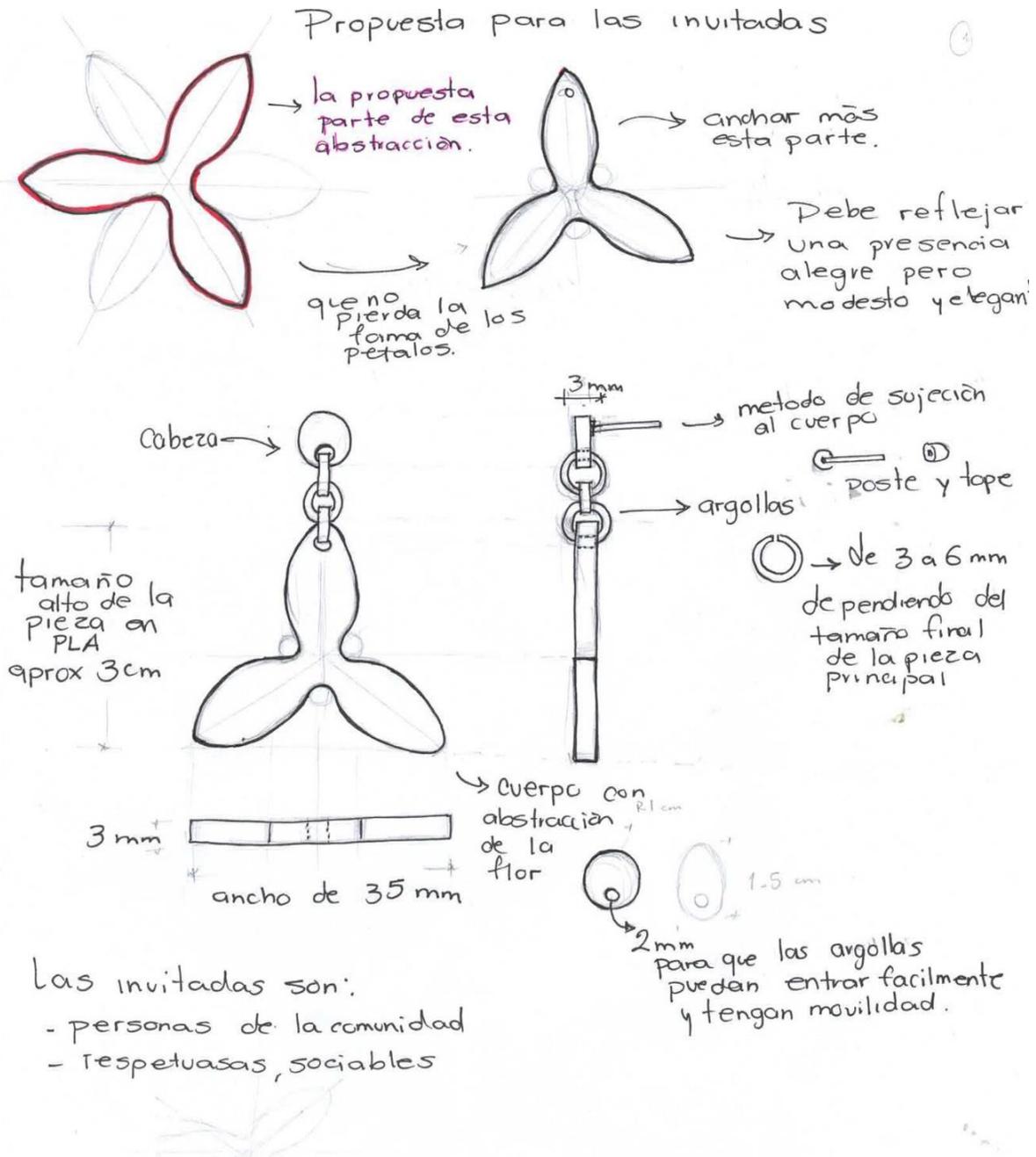


Fuente: Elaboración propia (2024).

Luego de establecer las ideas y conceptos de diseño de cada propuesta, el segundo bocetaje permitió definir formas con mayor precisión, seleccionar materiales y proponer medidas. Las Figuras 31-38 muestran los pares de propuestas para cada rol de la danza.

Figura 31

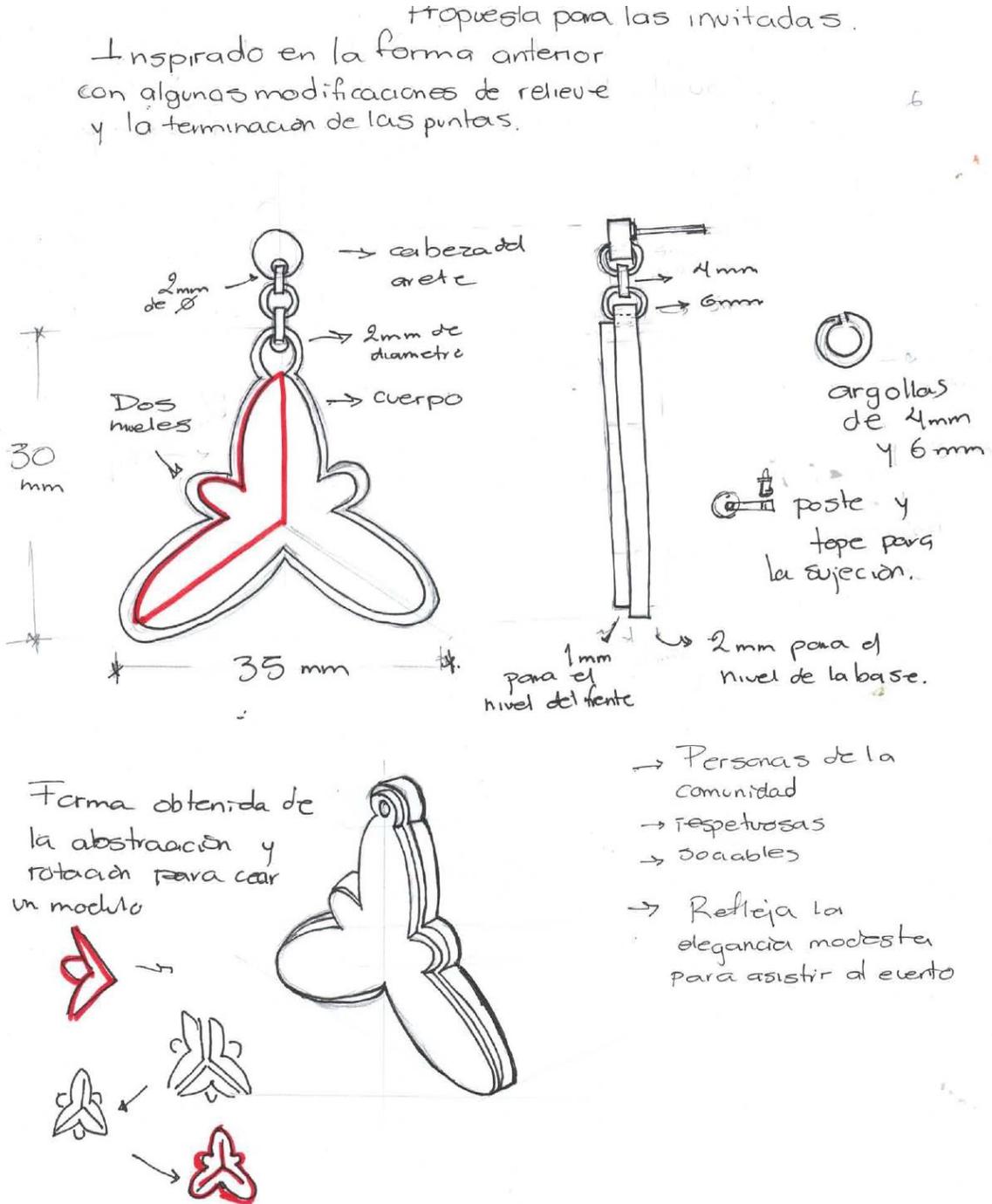
Boceto comprensivo de propuesta para la representación de las invitadas.



Fuente: Elaboración propia (2024).

Figura 32

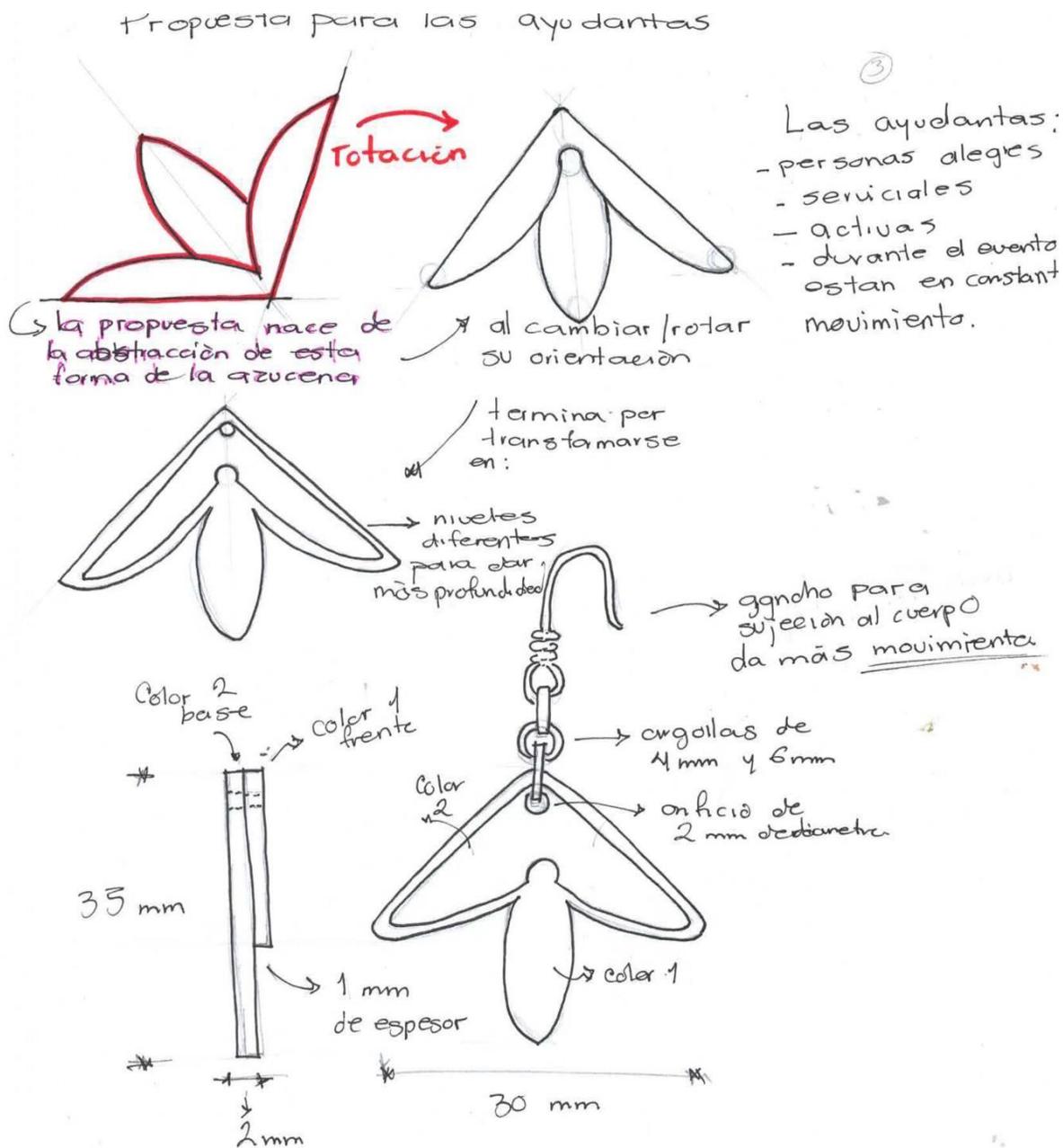
Boceto comprensivo de propuesta para la representación de las invitadas.



Fuente: Elaboración propia (2024).

Figura 33

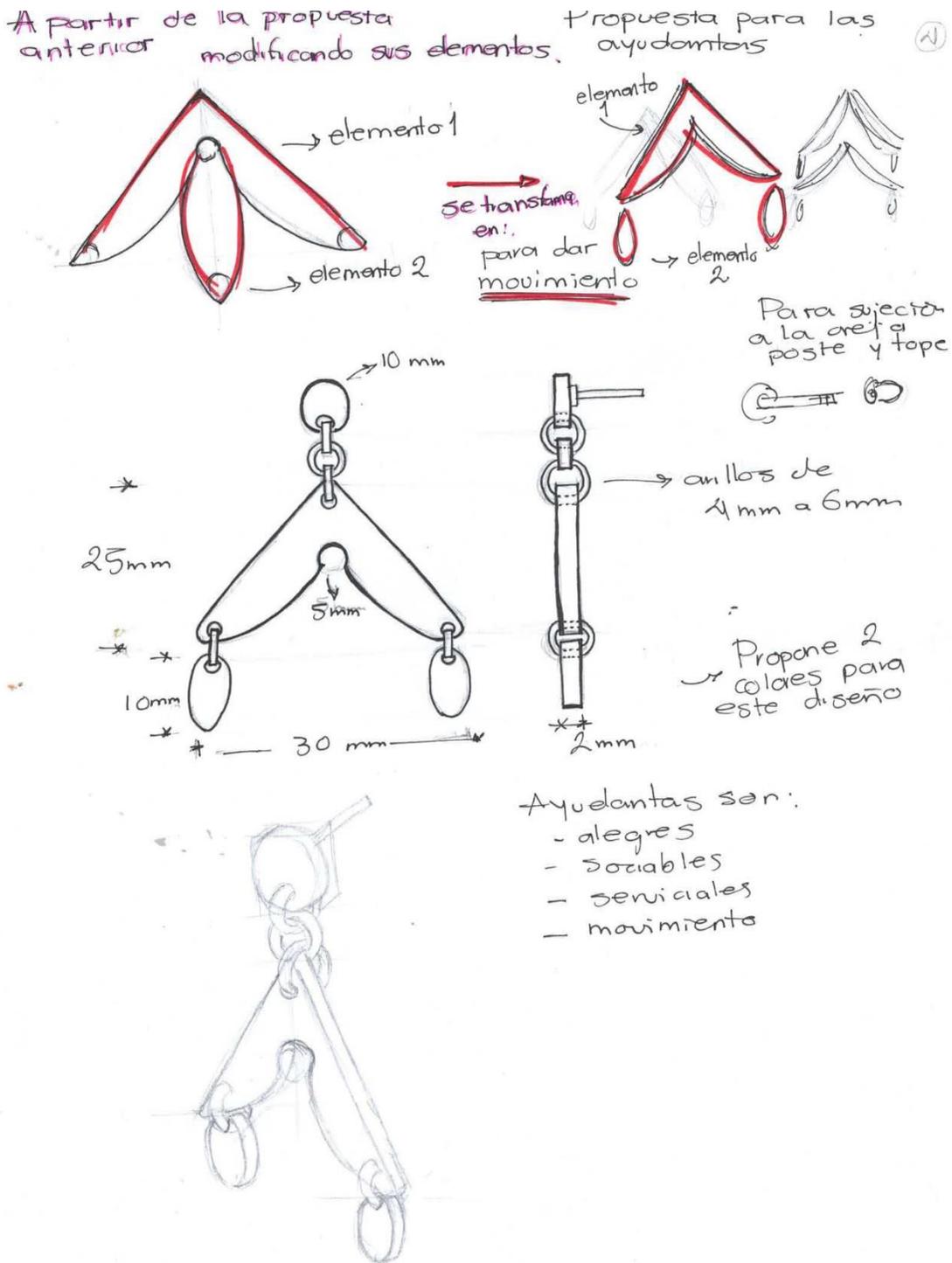
Boceto comprensivo de la propuesta para la representación de las ayudantas.



Fuente: Elaboración propia (2024)

Figura 34

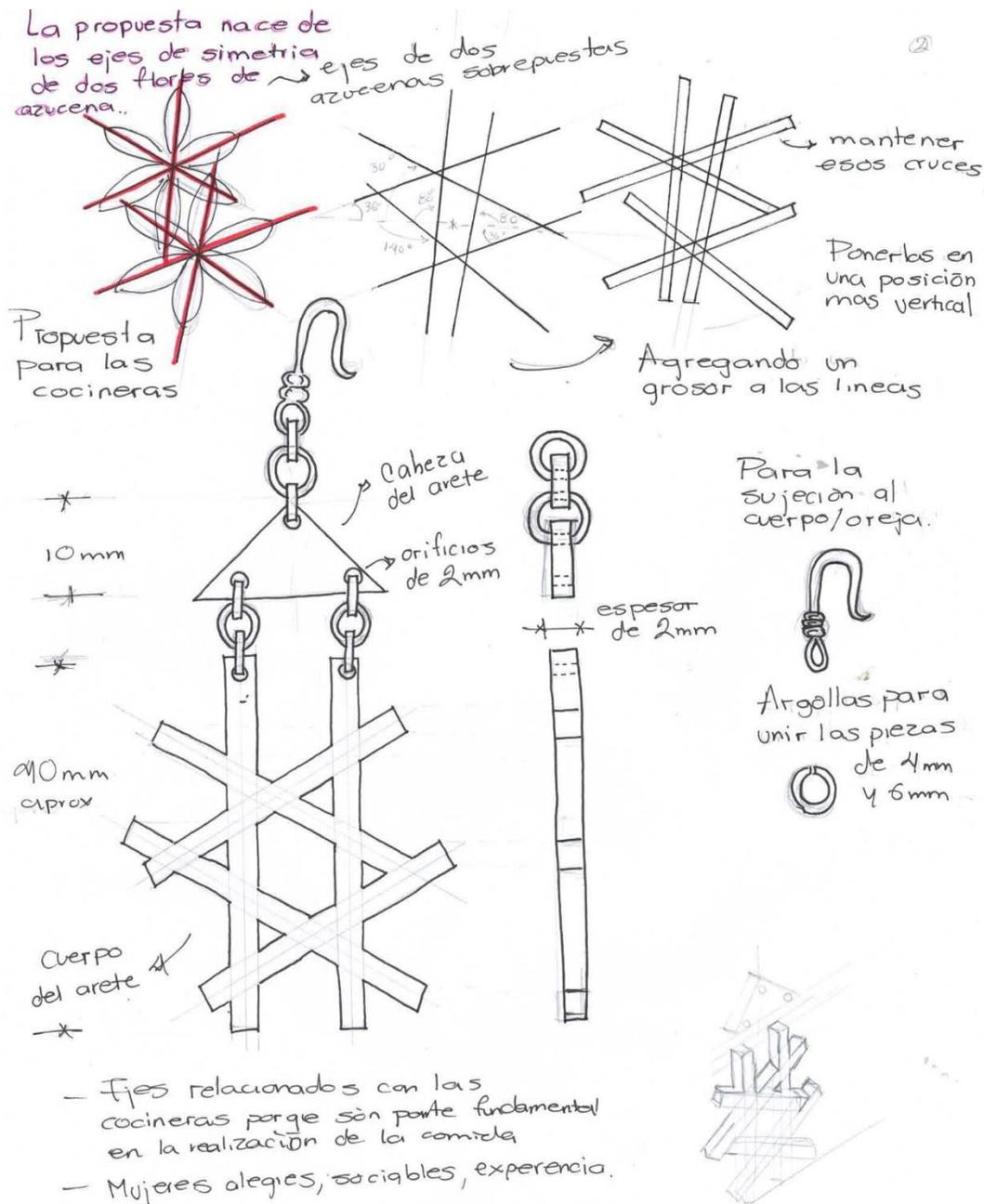
Boceto comprensivo de la propuesta para la representación de las ayudantas.



Fuente: Elaboración propia (2024).

Figura 35

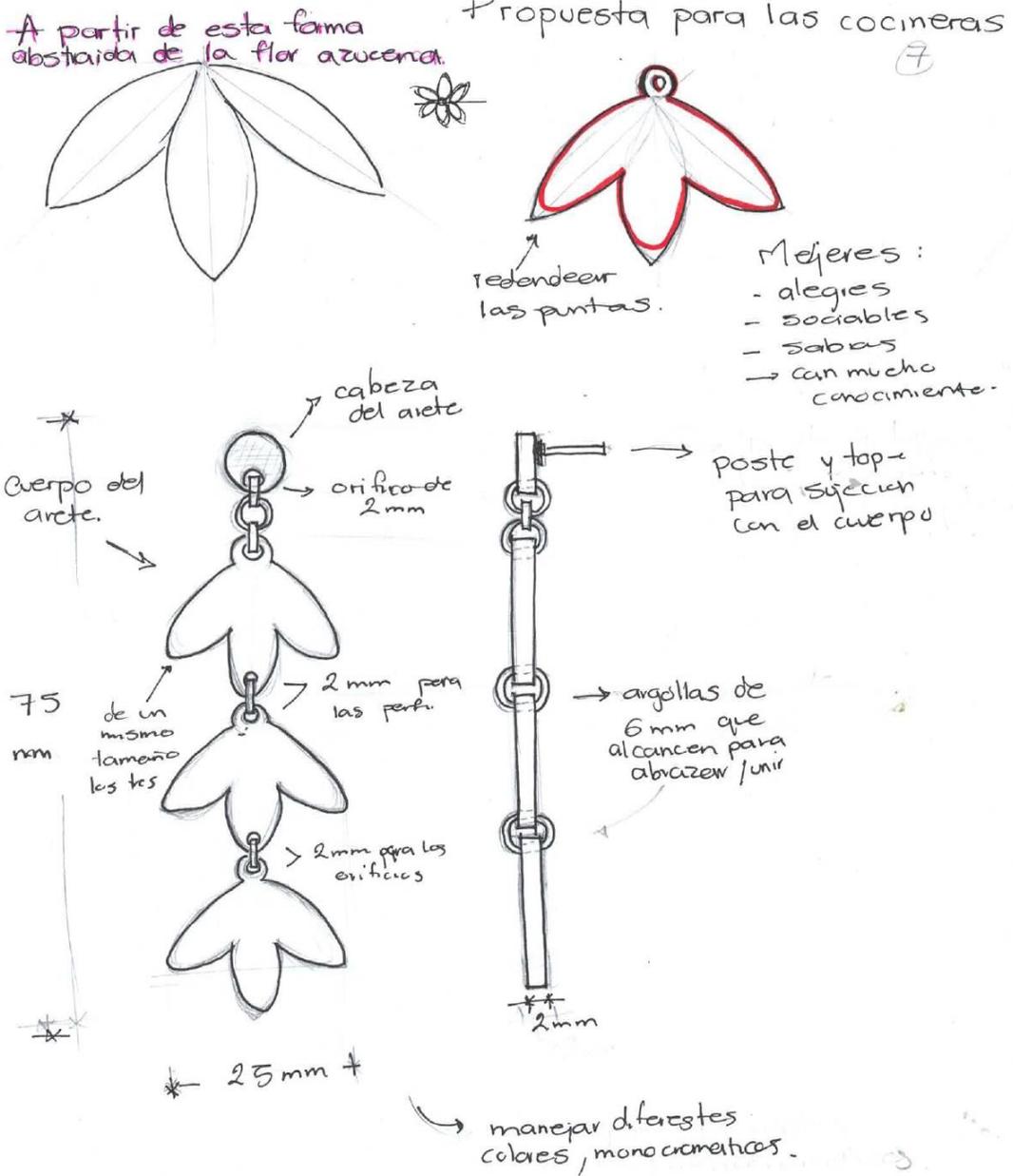
Boceto comprensivo de las propuesta para la representación de las cocineras.



Fuente: Elaboración propia (2024).

Figura 36

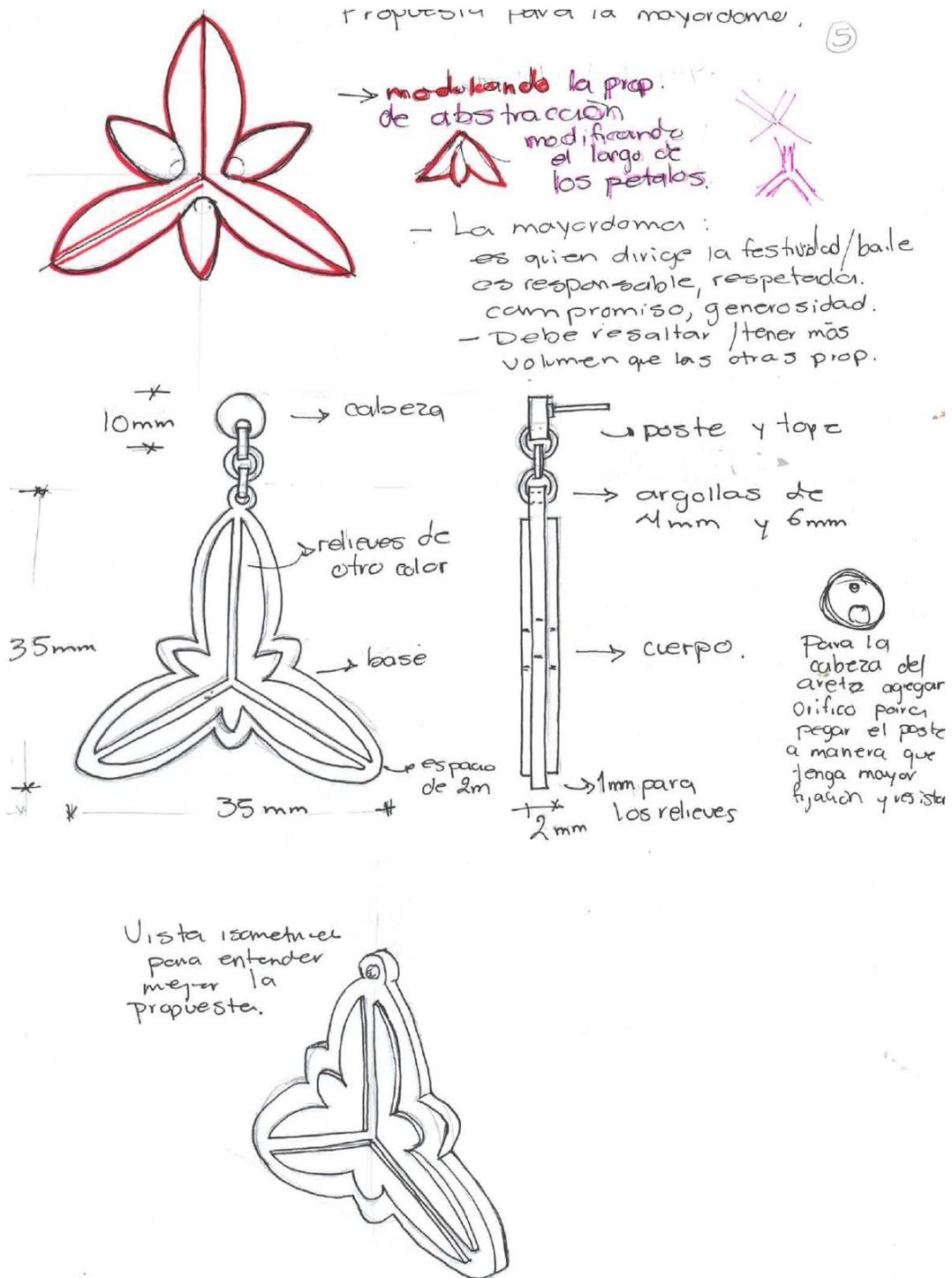
Boceto comprensivo de la propuesta para la representación de las cocineras.



Fuente: Elaboración propia (2024).

Figura 37

Boceto comprensivo de las propuesta para la representación de la mayordoma.

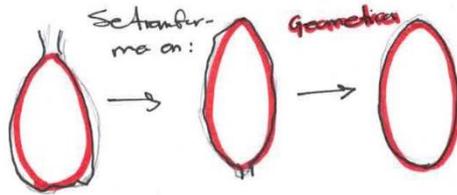


Fuente: Elaboración propia (2024).

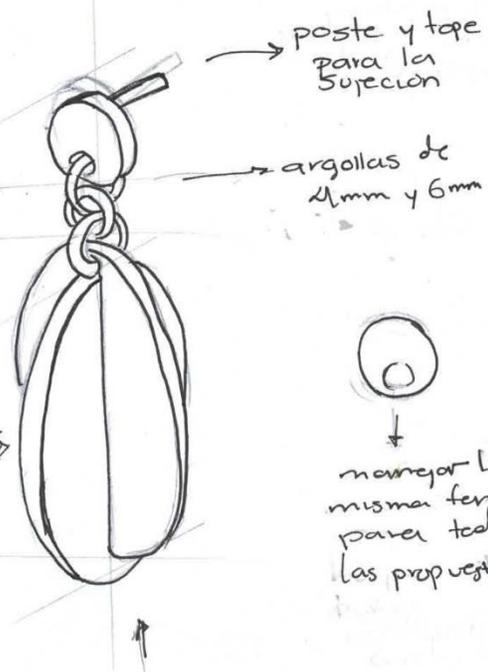
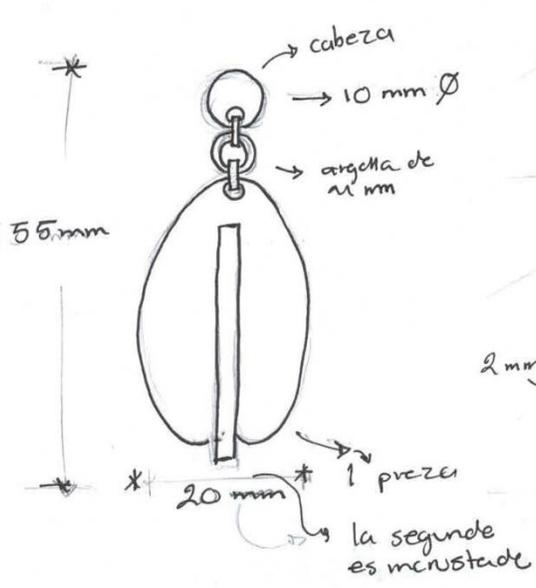
Figura 38

Boceto comprensivo de la propuesta para la representación de la mayordoma.

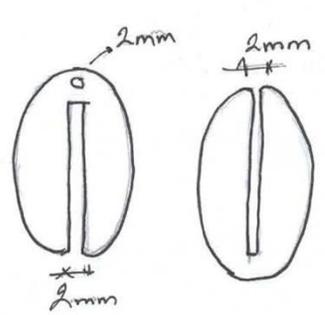
Propuesta a partir de la geometría de un petalo de la tier azucener.



Propuesta para la mayordoma:
→ es quien más resalta en la fiesta.
→ mayor "jerarquía".



→ mejorar la misma forma para todas las propuestas.



Para esta propuesta los colores serán opuestos en cada preza.

Fuente: Elaboración propia (2024).

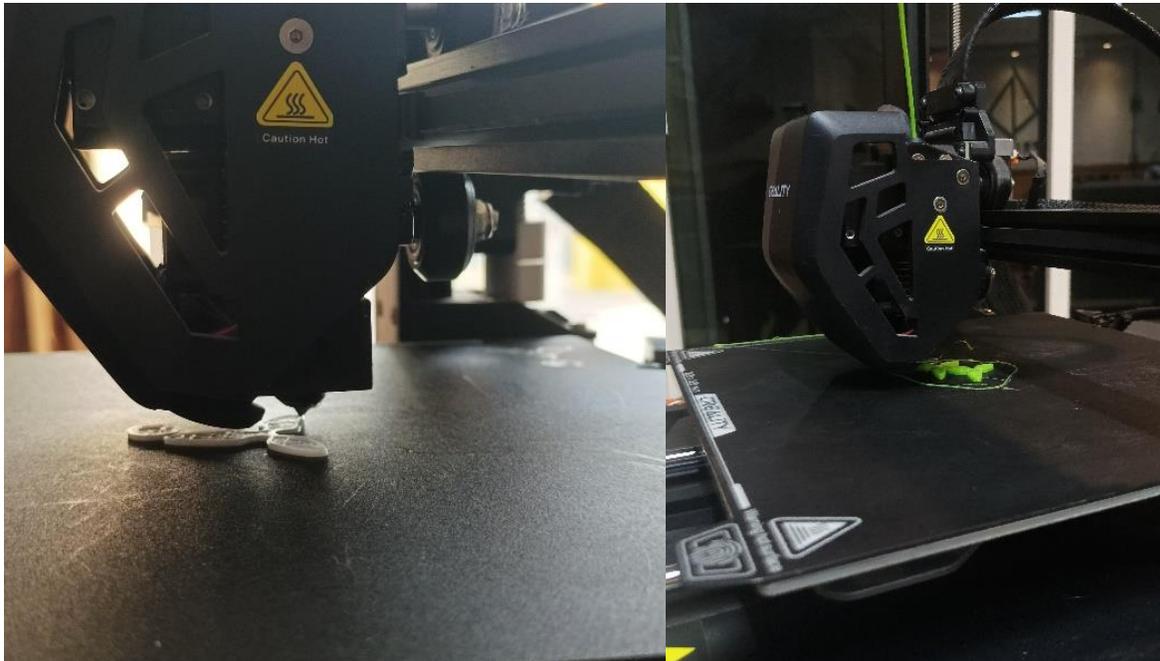
3.12 Matriz de selección

Para la elección de los diseños finales y explorar posibles mejoras, se realizó una evaluación con el grupo de usuarios definido. Se presentó una explicación detallada, apoyada por los bocetos, para dar a conocer el concepto de diseño y el desarrollo de cada modelo. Posteriormente, se solicitó a las participantes que completaran de manera individual las tablas de evaluación que se encuentran en el Anexo 3. Utilizando una escala de Likert, se clasificaron las cuatro propuestas que más agradaron. La Tabla 13 presenta los puntajes de selección de las propuestas, donde la propuesta 1, la propuesta 4, la propuesta 7 y la propuesta 8 fueron las más aceptadas.

Además, debido a la practicidad y posibilidades de realizar los prototipos con la impresión 3D, se modelaron e imprimieron los prototipos para que los usuarios pudiesen evaluar el tamaño y peso de los aretes.

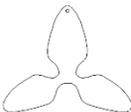
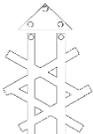
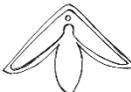
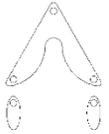
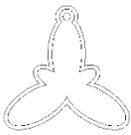
Figura 39

Impresión 3D de prototipos.



Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 13*Resultados de evaluación de los prototipos.*

Núm. de propuesta	Rol que representan	Boceto de la propuesta	Total de veces seleccionada
Propuesta 1	Invitadas		11
Propuesta 2	Cocineras		3
Propuesta 3	Ayudantas		6
Propuesta 4	Ayudantas		10
Propuesta 5	Mayordoma		8
Propuesta 6	Invitadas		1
Propuesta 7	Cocineras		10
Propuesta 8	Mayordoma		11

Fuente: Elaboración propia (2025).

La siguiente figura muestra a una de las participantes en el proceso de evaluación de las propuestas.

Figura 40

Evaluación de prototipos de manera individual.



Fuente: Elaboración propia (2025).

A continuación se presentan las actividades realizadas durante el proceso de evaluación de las propuestas. En la Figura 40 se puede observar:

- a) Usuaría probándose la propuesta de arete para el rol “mayordoma”
- b) A la usuaria luciendo el arete, utilizando un espejo para evaluar de manera visual y práctica aspectos como la forma, el tamaño y el peso de la pieza.
- c) Usuaría completando la tabla de evaluación para las propuestas presentadas.

Cada una de las participantes siguió esta secuencia de evaluación para todas las propuestas presentadas. Las tablas que se presentan a continuación muestran los resultados obtenidos para las propuestas numeradas como 1, 4, 7 y 8, que fueron las que recibieron mejores valoraciones por parte de las usuarias. En dichas tablas se aprecia que los aspectos funcionales y estéticos analizados en cada propuesta obtuvieron niveles de aceptación altos, reflejando que la mayoría de las participantes se manifestaron "de acuerdo" o "totalmente de acuerdo" con los requerimientos considerados en el diseño de las piezas.

Tabla 14*Valores de evaluación de las propuestas seleccionadas por el usuario.*

Acerca de la Propuesta 1 donde 11 de 15 usuarios la seleccionaron					
Aspectos a evaluar	Total de veces que se seleccionó el valor				
	Totalmente de acuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La propuesta tiene un diseño original / innovador.	0	0	1	1	9
La propuesta puede usarse sin inconvenientes para la representación de un baile folclórico típico de Tamazulápam.	0	0	1	4	6
La propuesta tiene un tamaño y peso adecuado para su uso, permitiendo la movilidad adecuada al realizar un baile folclórico.	0	0	0	5	6
La propuesta tiene un sistema de fijación adecuado para su uso.	0	0	2	4	5
Los elementos de sujeción (poste y eslabones) empleados tienen las características adecuadas en relación a la propuesta.	0	0	2	3	6
Las formas de la propuesta obtenida son geométricas y simétricas.	0	0	2	1	8
Las terminaciones de la propuesta no implican molestias o peligro durante su uso y/o manipulación.	0	0	0	5	6

Aspectos a evaluar	Total de veces que se seleccionó el valor				
	Totalmente de acuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
¿Cambiaría el tamaño de la pieza o elementos de la pieza?	No mencionan querer hacer algún cambio.				
¿Qué colores de los que puede observar en las propuestas elegiría para la pieza final?	Prefieren verla en tonos azules combinado con blanco.				
Acerca de la Propuesta 4 donde 10 de 15 usuarios la seleccionaron					
Aspectos a evaluar	Total de veces que se seleccionó el valor				
	Totalmente de acuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La propuesta tiene un diseño original / innovador.	0	0	0	2	8
La propuesta puede usarse sin inconvenientes para la representación de un baile folclórico típico de Tamazulápam.	0	0	0	2	7
La propuesta tiene un tamaño y peso adecuado para su uso, permitiendo la movilidad adecuada al realizar un baile folclórico.	0	0	0	2	7
La propuesta tiene un sistema de fijación adecuado para su uso.	0	0	0	3	7
Los elementos de sujeción (poste y eslabones) empleados tienen las características adecuadas en relación a la propuesta.	0	0	0	3	7

Aspectos a evaluar	Total de veces que se seleccionó el valor				
	Totalmente de acuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Las formas de la propuesta obtenida son geométricas y simétricas.	0	0	2	2	6
Las terminaciones de la propuesta no implican molestias o peligro durante su uso y/o manipulación.	0	0	0	5	5
¿Cambiaría el tamaño de la pieza o elementos de la pieza?	No mencionan querer hacer algún cambio.				
¿Qué colores de los que puede observar en las propuestas elegiría para la pieza final?	Prefieren verla en la gama del verde y el azul claro.				
Acerca de la Propuesta 7 donde 10 de 15 usuarios la seleccionaron					
Aspectos a evaluar	Total de veces que se seleccionó el valor				
	Totalmente de acuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La propuesta tiene un diseño original / innovador.	0	0	0	5	5
La propuesta puede usarse sin inconvenientes para la representación de un baile folclórico típico de Tamazulápam.	0	0	1	1	8

Aspectos a evaluar	Total de veces que se seleccionó el valor				
	Totalmente de acuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La propuesta tiene un tamaño y peso adecuado para su uso, permitiendo la movilidad adecuada al realizar un baile folclórico.	0	0	1	4	5
La propuesta tiene un sistema de fijación adecuado para su uso.	0	0	1	2	7
Los elementos de sujeción (poste y eslabones) empleados tienen las características adecuadas en relación a la propuesta.	0	0	2	3	5
Las formas de la propuesta obtenida son geométricas y simétricas.	0	0	2	1	7
Las terminaciones de la propuesta no implican molestias o peligro durante su uso y/o manipulación.	0	0	0	3	7
¿Cambiaría el tamaño de la pieza o elementos de la pieza?	No mencionan querer hacer algún cambio.				
¿Qué colores de los que puede observar en las propuestas elegiría para la pieza final?	Prefieren verla en la gama de los tonos azules				

Acerca de la Propuesta 8 donde 11 de 15 usuarios la seleccionaron					
Aspectos a evaluar	Total de veces que se seleccionó el valor				
	Totalmente de acuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La propuesta tiene un diseño original / innovador.	0	0	0	2	9
La propuesta puede usarse sin inconvenientes para la representación de un baile folclórico típico de Tamazulápam.	0	0	0	6	5
La propuesta tiene un tamaño y peso adecuado para su uso, permitiendo la movilidad adecuada al realizar un baile folclórico.	0	0	0	7	4
La propuesta tiene un sistema de fijación adecuado para su uso.	0	0	0	3	8
Los elementos de sujeción (poste y eslabones) empleados tienen las características adecuadas en relación a la propuesta.	0	0	0	2	9
Las formas de la propuesta obtenida son geométricas y simétricas.	0	0	0	0	11
Las terminaciones de la propuesta no implican molestias o peligro durante su uso y/o manipulación.	0	0	2	3	6
¿Cambiaría el tamaño de la pieza o elementos de la pieza?	Mencionan que sería mejor reducir su tamaño para tener mayor comodidad.				
¿Qué colores de los que puede observar en las propuestas elegiría para la pieza final?	La pieza les agrada con el tono verde olivo y blanco.				

Fuente: Elaboración propia (2025).

CAPÍTULO 4

DESARROLLO DE DISEÑO

4.1 Arquitectura del sistema

Características de la Impresora 3D

Para la fabricación de las piezas en este proyecto, se hizo uso de la impresora Ender-3 V2 de Creality, un modelo que emplea la tecnología FDM. (Modelado por Deposición Fundida). Esta impresora tiene un volumen de impresión de 220 x 220 x 250 mm, lo que permite trabajar piezas de tamaño mediano.

El equipo es compatible con diversos materiales, como PLA, ABS, PETG y TPU, utilizando filamentos de 1.75 mm de diámetro. La boquilla estándar es de 0.4 mm, alcanzando temperaturas de hasta 260 °C, mientras que la cama caliente puede llegar a 100 °C, facilitando la adhesión del material durante la impresión.

Entre sus características técnicas, la impresora cuenta con una cama de vidrio Carborundum, que mejora la estabilidad de la pieza durante la impresión y permite una remoción más sencilla. La nivelación de la cama es manual, ajustable mediante tornillos en las esquinas. Además, posee una pantalla LCD a color de 4.3 pulgadas y una placa base optimizada que reduce el ruido durante su funcionamiento. La Figura 41 muestra el esquema que señala las partes que la componen y la Tabla 15 enlista cada uno de ellos.

Tabla 15

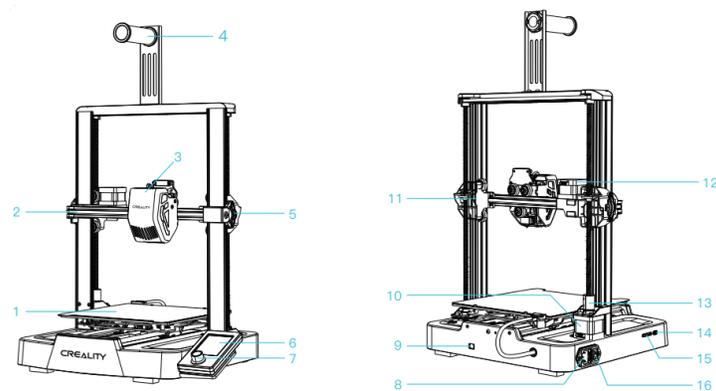
Lista de componentes de la impresora 3D Ender-3 V2.

Componentes de la impresora 3D Ender -3 V2 de Creality.							
1	Plataforma de impresión	5	Tensor del eje X	9	Engranaje de regulación de voltaje	13	Acoplador
2	2 Kit de eje - X	6	Pantalla de visualización	10	Motor del eje Z	14	Puerto tipo C
3	3 Kit de extractor	7	Botón giratorio	11	Soporte del eje X	15	Ranura de tarjeta de almacenamiento
4	4 Conjunto de bastidor de material	8	Toma de corriente	12	Motor del eje X	16	Interruptor de encendido

Fuente: Elaboración propia con el manual de usuario Creality (2025).

Figura 41

Componentes de la impresora 3D Ender-3 V2.



Fuente: Manual de usuario Creality (2025).

Otra función relevante es la reanudación de impresión, que permite continuar el proceso en caso de una interrupción por fallo eléctrico. También incorpora una perilla en la extrusora que facilita la carga y descarga del filamento.

Las dimensiones de la impresora son 475 x 470 x 620 mm, con un peso de 9.6 kg. Estas características fueron consideradas al momento de elegir este equipo para el desarrollo del proyecto, asegurando que se ajustara a los requerimientos de impresión de las piezas diseñadas.

Figura 42

Máquina de impresión 3D Creality Ender V2 usada para el proyecto.



Fuente: Elaboración propia (2025).

Las impresoras 3D son compatibles con varios tipos de archivos, siendo los más comunes:

STL (Stereolithography): Es el formato más común y universalmente compatible, que almacena la geometría del objeto como una colección de triángulos.

OBJ (Object): Permite la definición de texturas, colores y materiales, lo que lo hace adecuado para modelos con detalles visuales.

AMF (Additive Manufacturing File Format): Admite información detallada del proceso de impresión, como colores, materiales y propiedades de impresión.

3MF (3D Manufacturing Format): Es un formato compacto y eficaz que admite funciones avanzadas y es especialmente adecuado para modelos complejos.

La elección del formato depende del tipo de modelo de impresora 3D y la información que se necesita incluir en el archivo de impresión. Programas de modelado 3D como AutoCad y SolidWorks ofrecen la opción de exportar el archivo a un formato STL directamente. Illustrator por otra parte, puede ser una herramienta útil para la creación de diseños 2D que se utilizan como base para modelos 3D. No se puede exportar directamente a un formato compatible con las impresoras 3D, pero el diseño se puede exportar en formatos como SVG, DXF o EPS y utilizar en un software de modelado 3D para crear un modelo tridimensional final que se pueda imprimir.

Filamento de impresión 3D

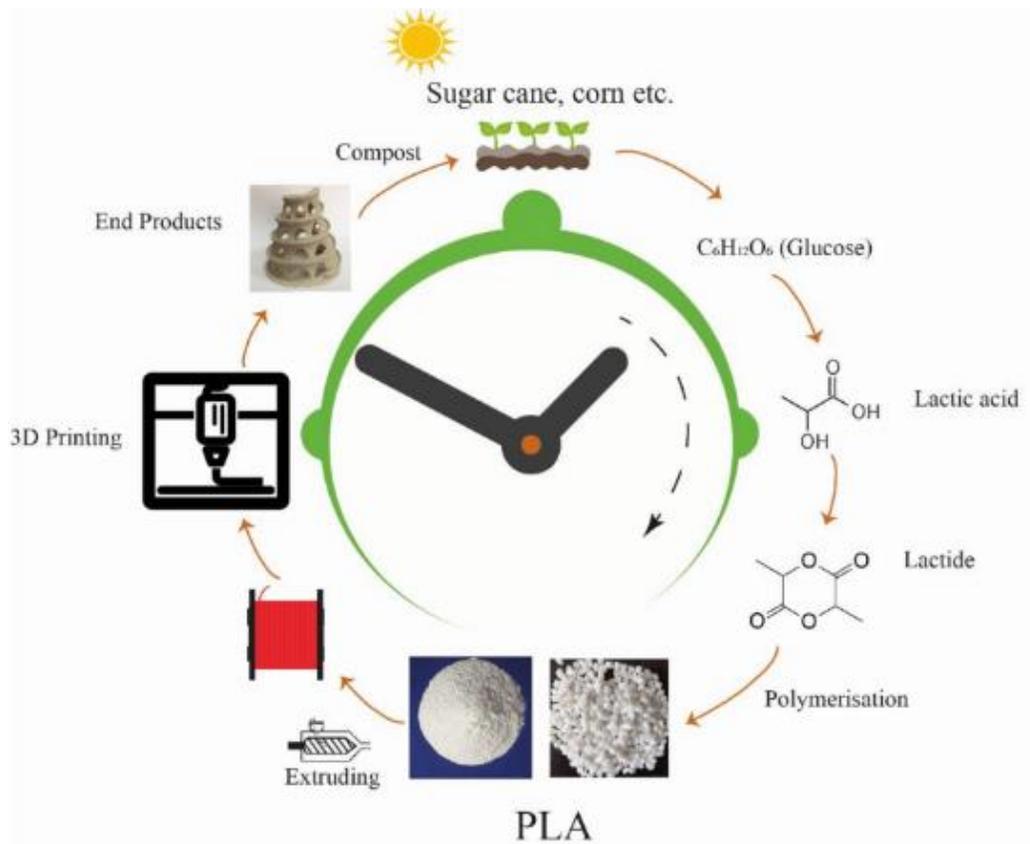
Los filamentos de impresión 3D son materiales termoplásticos que se utilizan para imprimir objetos 3D mediante la deposición de material fundido por una impresora 3D. Se pueden encontrar en varios tipos y colores y están hechos de materiales como ABS (acrilonitrilo butadieno estireno), PLA (polilactida), PET (polieterftalato), nailon, entre otros. Para este proyecto, se empleó PLA, un material biodegradable de fácil acceso compuesto por materias primas renovables como el maíz, la caña de azúcar o el trigo (TEM Electronic Components, 2023).

El PLA se produce industrialmente mediante la polimerización del ácido láctico o por la polimerización por apertura de anillo de la lactida. Para mejorar sus propiedades comerciales, el PLA se formula con antioxidantes, estabilizadores térmicos,

estabilizadores de luz y modificadores de impacto. Además, es biocompatible en el cuerpo humano, no es tóxico ni carcinogénico, se puede descomponer y eliminar por el organismo (Tümer, E. y Erbil, H. , 2021). La Figura 43 muestra el ciclo ecológico del PLA.

Figura 43

Ciclo ecológico del PLA.



Fuente: Tümer, E. y Erbil, H. (2021).

Polymaker es una empresa internacional especializada en la fabricación de filamentos para impresión 3D, la empresa ofrece una amplia gama de filamentos en diversos colores y materiales de alta calidad (polymaker.com, 2025). Es por eso que se eligieron los filamentos de esta marca para realizar los prototipos y piezas finales de la línea de joyería. Su precio por kilogramo oscila entre los \$550 a \$700 MXN, dependiendo del lugar compra y del tipo de PLA elegido. Existen opciones con acabados brillantes, mates, tornasolados,

metálicos, translúcidos, fosforescentes, entre otros. La Figura 44 muestra parte de la variedad de tonos disponibles.

Figura 44

Gama de colores de filamento PLA Polymaker que se pueden encontrar en el mercado.



Fuente: polymaker.com (2025).

La Figura 45 muestra los tonos de color azul seleccionados, los cuales de acuerdo a la marca tienen por nombre: Blue, Azure blue y Aqua blue. Mientras que la Figura 46 muestra los tonos verdes seleccionados, con el nombre de: Olive green, green y jungle green. Además de estos tonos se seleccionó el color blanco (White) que muestra la Figura 47 para complementar los colores en los diseños.

Figura 45

Filamentos usados para la impresión 3D.



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 46

Filamentos usados para la impresión 3D.



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 47

Filamentos usados para la impresión 3D.



Fuente: Elaboración propia (2025).

Elementos de sujeción

Los elementos de sujeción al cuerpo y las argollas que unen las piezas están fabricados en acero inoxidable, ya que este material es adecuado para la elaboración de joyería. Se distingue por su durabilidad y resistencia, siendo altamente resistente a la corrosión, el óxido y las manchas. Su dureza le permite soportar golpes, arañazos y deformaciones, lo que contribuye a conservar su forma y brillo por más tiempo. Además, es un material hipoalergénico, ideal para el contacto con la piel, ya que no produce alergias ni la mancha.

Figura 48

Elementos de sujeción al cuerpo y argollas de ensamble.



Fuente: Elaboración propia (2025).

Herramientas

Las herramientas empleadas para realizar los ensambles en joyería son variadas; sin embargo, para este proyecto se requieren únicamente las que se muestran en la Figura 49. Las pinzas resultan indispensables para sujetar, doblar, cortar, engarzar y manipular los elementos utilizados en la fabricación. Los anillos de salto con ranuras se emplean para abrir y cerrar las argollas, permitiendo así la conexión de los distintos componentes. Por otro lado, el pegamento instantáneo con base de cianoacrilato es ideal para adherir los postes a las piezas elaboradas con filamento de impresión 3D.

Figura 49

Herramientas para ensamblar las piezas de joyería.



Fuente: Elaboración propia (2025).

4.2 Versión final del sistema

Como resultado del proceso de abstraer, conceptualizar, diseñar, evaluar y seleccionar las propuestas para llegar a la versión final de las mismas, se obtuvieron cuatro propuestas de aretes, donde cada propuesta está diseñada para representar los diferentes cuatro roles que se interpretan en la danza.

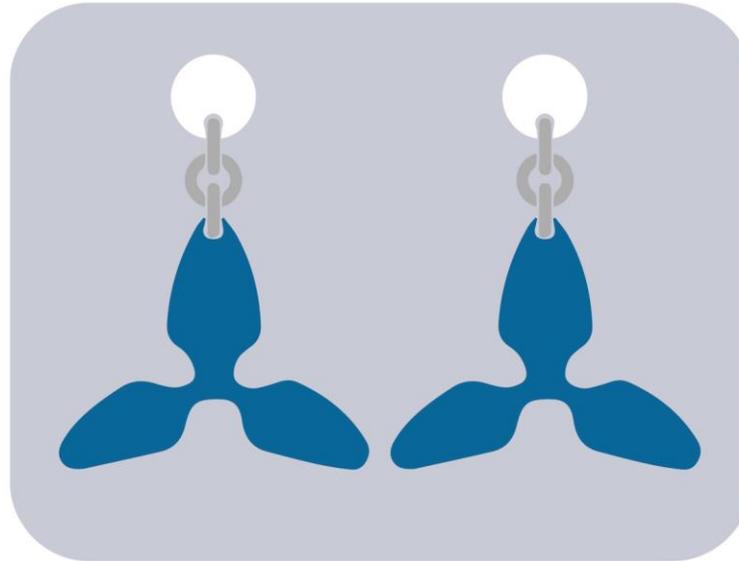
Cada pieza recibe el nombre de acuerdo al rol que van a representar, y están conformadas por el elemento principal, que surge de la abstracción de las formas de la azucena de campo (*milla biflora*), así como por un elemento secundario que cumple la función de sostener la forma principal mediante los elementos de sujeción al cuerpo y las argollas de ensamble. Se tomó la decisión de que este elemento fuera la misma forma circular en todos los diseños como complemento de unidad en la línea de joyería.

Además de estos elementos las piezas también está conformadas por los postes, topes y argollas de ensamble.

Las Figuras 50-53 muestran las versiones finales de cada propuesta.

Figura 50

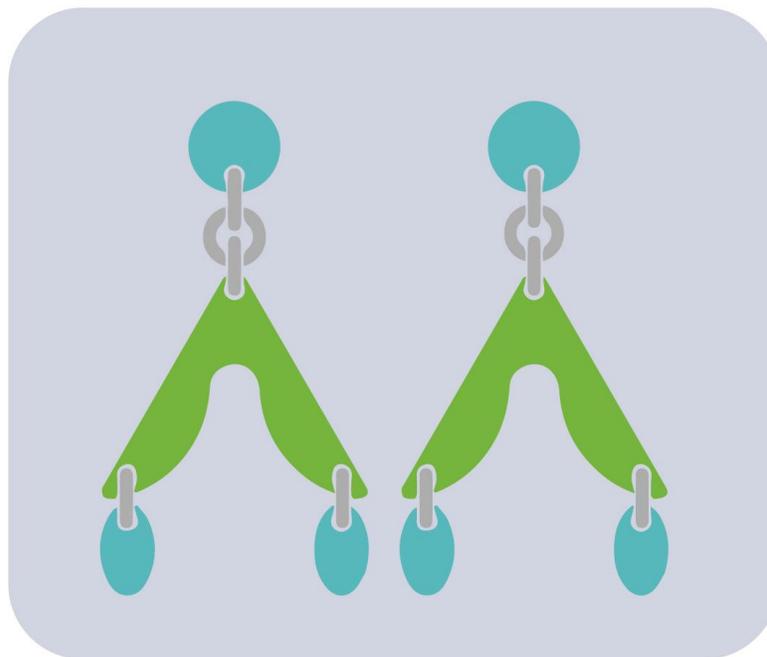
Versión final de Aretes "Invitada".



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 51

Versión final de Aretes "Ayudanta".



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 52

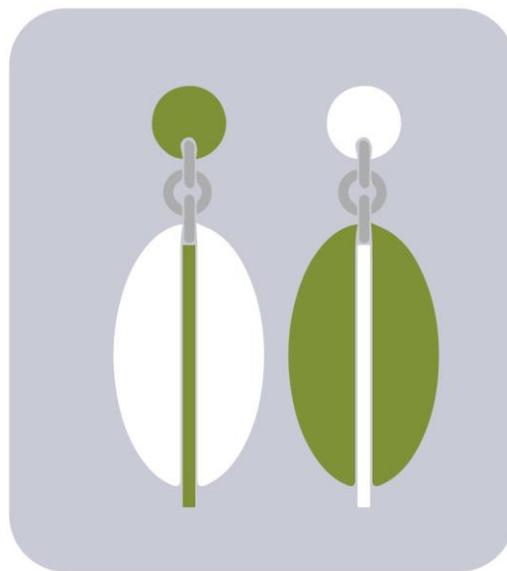
Versión final de Aretes "Cocinera".



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 53

Versión final de Aretes "Mayordoma".



Fuente: Elaboración propia (2025).

4.3 Lista de especificaciones

Las Tablas 16- 19 presentan las especificaciones necesarias para la elaboración de cada pieza. Estas tablas funcionan como una guía durante el proceso de modelado y fabricación de los elementos que conformarán los aretes, detallando aspectos como las cantidades requeridas, los materiales a emplear, los colores seleccionados, así como las dimensiones y acabados de cada componente.

Tabla 16

Tabla de especificaciones para los aretes "Invitada".

Componente	Cantidad para elaborar el par	Material	Color	Dimensión en mm	Acabado
Cabeza circulo	2	PLA	White	10 x 3	Liso / Textura de impresión 3D
Cuerpo pieza	2	PLA	Azure blue	34 x 28.7 x 3	Liso / Textura de impresión 3D
Poste	2	Acero Inoxidable	Plateado	12 x 4 x 0.8	Liso / Brillante
Tope	2	Acero Inoxidable	Plateado	6.8 x 2 con orificio de 0.8	Liso / Brillante
Argolla 1	4	Acero Inoxidable	Plateado	D 6	Liso / Brillante
Argolla 2	2	Acero Inoxidable	Plateado	D 4	Liso / Brillante

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 17*Tabla de especificaciones para los aretes "Ayudanta".*

Componente	Cantidad para elaborar el par	Material	Color	Dimensión en mm	Acabado
Cabeza circulo	2	PLA	White	10 x 3	Liso / Textura de impresión 3D
Cuerpo pieza 1	2	PLA	Green	28 x 25 x 2	Liso / Textura de impresión 3D
Cuerpo pieza 1	4	PLA	Aqua blue	12 x 10 x 2	Liso / Textura de impresión 3D
Poste	2	Acero Inoxidable	Plateado	12 x 4 x 0.8	Liso / Brillante
Tope	2	Acero Inoxidable	Plateado	6.8 x 2 con orificio de 0.8	Liso / Brillante
Argolla 1	4	Acero Inoxidable	Plateado	D 6	Liso / Brillante
Argolla 2	6	Acero Inoxidable	Plateado	D 4	Liso / Brillante

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 18*Tabla de especificaciones para los aretes "Cocinera".*

Componente	Cantidad para elaborar el par	Material	Color	Dimensión en mm	Acabado
Cabeza circulo	2	PLA	White	10 x 3	Liso / Textura de impresión 3D
Cuerpo pieza 1	2	PLA	Blue	24 x 22 x 2	Liso / Textura de impresión 3D
Cuerpo pieza 2	2	PLA	Azure blue	24 x 22 x 2	Liso / Textura de impresión 3D
Cuerpo pieza 3	2	PLA	Aqua blue	24 x 22 x 2	Liso / Textura de impresión 3D
Poste	2	Acero Inoxidable	Plateado	12 x 4 x 0.8	Liso / Brillante
Tope	2	Acero Inoxidable	Plateado	6.8 x 2 con orificio de 0.8	Liso / Brillante
Argolla 1	4	Acero Inoxidable	Plateado	D 6	Liso / Brillante
Argolla 2	6	Acero Inoxidable	Plateado	D 4	Liso / Brillante

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 19*Tabla de especificaciones para los aretes “Mayordoma”.*

Componente	Cantidad para elaborar el par	Material	Color	Dimensión en mm	Acabado
Cabeza circulo	1	PLA	White	10 x 3	Liso / Textura de impresión 3D
Cabeza circulo	1	PLA	Olive green	10 x 3	Liso / Textura de impresión 3D
Cuerpo pieza 1 a	1	PLA	White	20 x 35 x 2	Liso / Textura de impresión 3D
Cuerpo pieza 1 b	1	PLA	Olive green	20 x 35 x 2	Liso / Textura de impresión 3D
Cuerpo pieza 2 a	1	PLA	White	20 x 35 x 2	Liso / Textura de impresión 3D
Cuerpo pieza 2 b	1	PLA	Olive green	20 x 35 x 2	Liso / Textura de impresión 3D
Poste	2	Acero Inoxidable	Plateado	12 x 4 x 0.8	Liso / Brillante
Tope	2	Acero Inoxidable	Plateado	6.8 x 2 con orificio de 0.8	Liso / Brillante
Argolla 1	4	Acero Inoxidable	Plateado	D 6	Liso / Brillante
Argolla 2	2	Acero Inoxidable	Plateado	D 4	Liso / Brillante

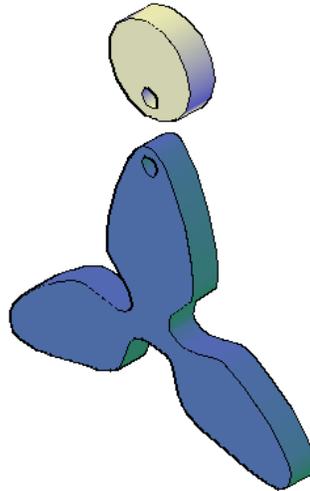
Fuente: Elaboración propia (2025).

4.4 Modelo virtual

El modelado y renderizado de la línea de joyería se realizaron utilizando los softwares 3D AutoCAD y SolidWorks. Los resultados se presentan en las Figuras 54 a 61.

Figura 54

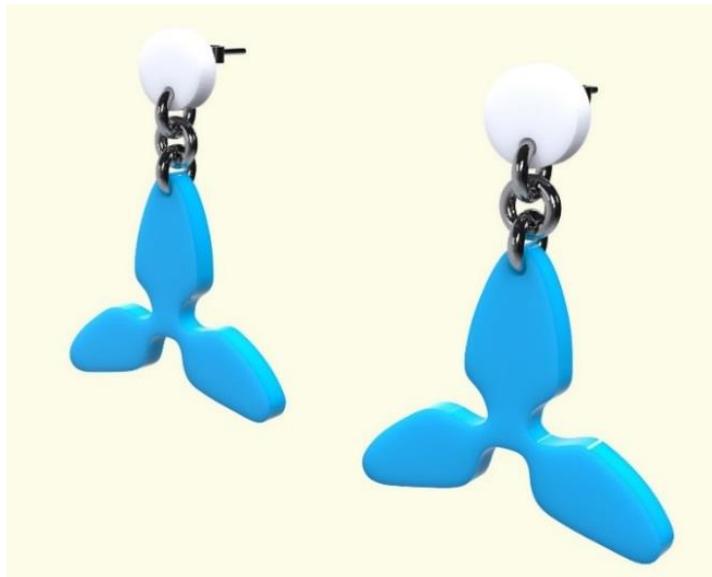
Modelo 3D para impresión de la propuesta "Invitada".



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 55

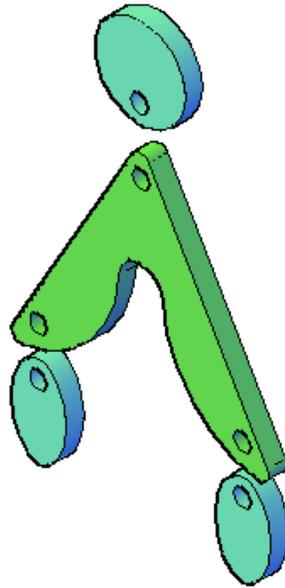
Render de la propuesta "Invitada".



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 56

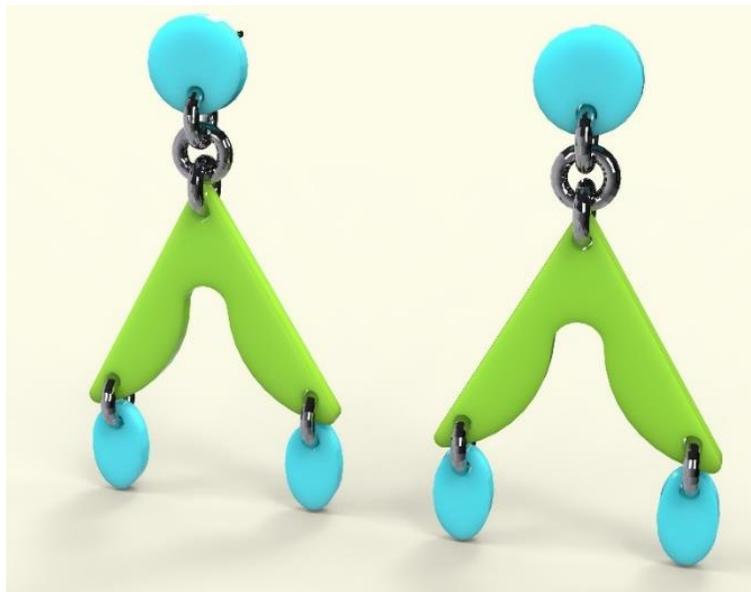
Modelo 3D para impresión de la propuesta "Ayudanta".



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 57

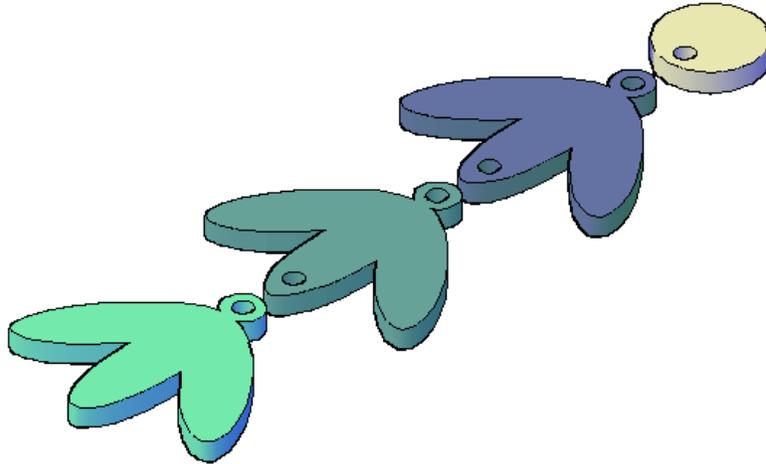
Render de la propuesta "Ayudanta".



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 58

Modelo 3D para impresión de la propuesta "Cocinera".



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 59

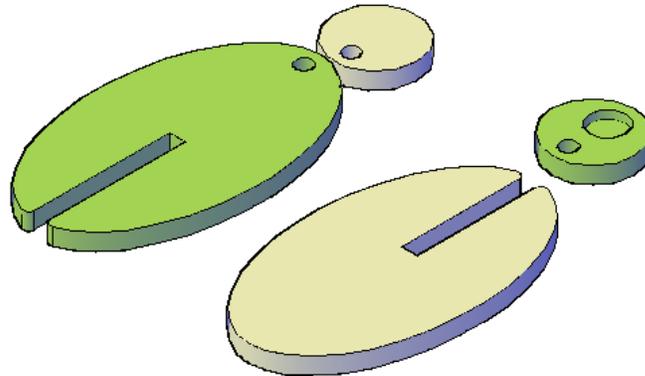
Render de la propuesta "Cocinera".



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 60

Modelo 3D para impresión de la propuesta “Mayordoma”.



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 61

Render de la propuesta “Mayordoma”.



Fuente: Elaboración propia (2025).

4.5 Planos constructivos

Los planos para elaborar la línea de joyería se pueden ver en el Anexo 4.

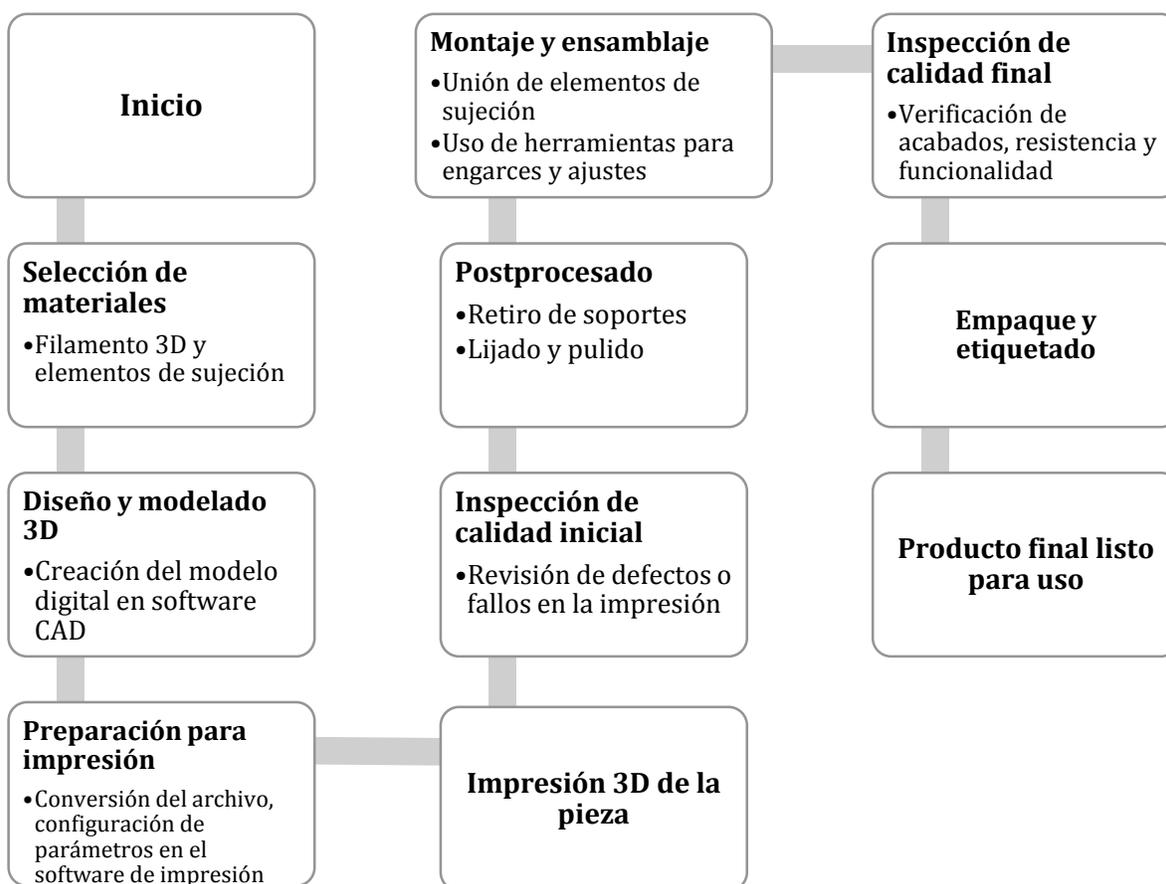
4.6 Procesos de manufactura (diagrama de procesos y operaciones)

El siguiente diagrama describe el proceso de fabricación de las piezas de joyería, estructurado en una secuencia de etapas que garantizan la eficiencia y calidad del producto final. Este procedimiento abarca desde la selección de materiales hasta el diseño de presentación y etiquetado de cada componente.

A través de este flujo de trabajo, se optimizan los tiempos de producción, se minimizan posibles errores y se estandarizan los criterios de calidad. La Figura 62 presenta la secuencia de operaciones que conforman el proceso de manufactura.

Figura 62

Diagrama de procesos y operaciones para la manufactura de la línea de joyería.



Fuente: Elaboración propia (2025).

4.7 Construcción de las piezas de joyería

Para la fabricación de las piezas de joyería, se siguieron los pasos establecidos en el diagrama de procesos presentado en la Figura 62, aplicándose de manera sistemática a cada una de las piezas que conforman la línea de joyería. A continuación, se muestra el proceso para su elaboración.

- Elección de los materiales

Se seleccionó el PLA que sería montado en el bastidor de acuerdo a los colores que se definieron para cada pieza de la joyería. Además de tener listos los postes, topes y argollas para ensamblar las piezas.

Figura 63

Filamento montado en el bastidor de la impresora 3D.



Fuente: Elaboración propia (2025).

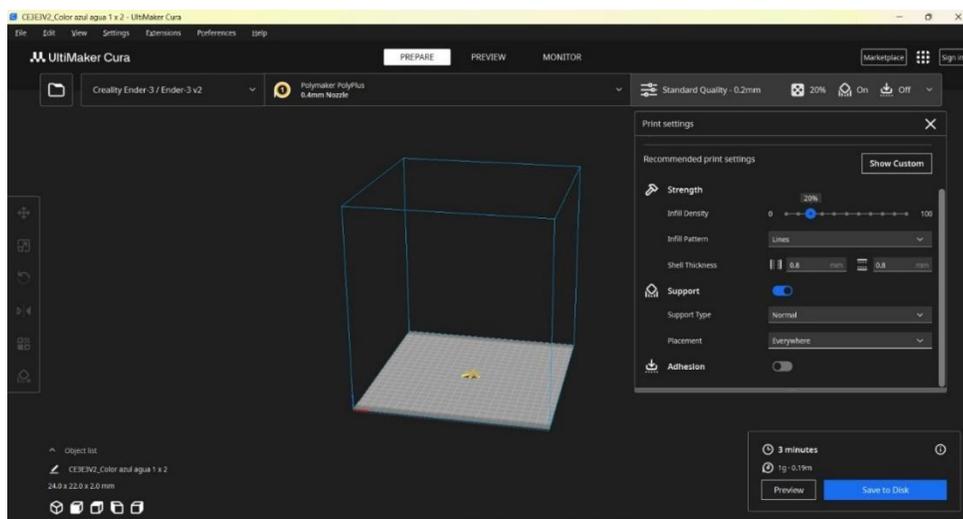
- Preparación para impresión

Al tener listos los archivos con el modelado 3D de cada una de las piezas que se deben imprimir, es necesario convertirlos a una extensión que sea compatible con el software de impresión 3D. En este caso se utilizó en software Ultimaker cura, el cual necesita los archivos con una extensión STL.

Cuando se tiene listo el archivo con la extensión .STL el programa nos muestra una ventana donde se pueden modificar los parámetros de impresión que se necesitan para las piezas, así como un recuadro con el tiempo aproximado de impresión y la cantidad de material que se usará.

Figura 64

Interfaz del programa Ultimaker Cura con archivo un preparado para la impresión 3D.



Fuete: Elaboración propia (2025).

- Impresión 3D de la pieza

Una vez listo el archivo, se manda a imprimir la pieza con las configuraciones de la máquina necesarias. La máquina de impresión 3D tiene un panel de control que permite visualizar el avance de la impresión, la temperatura de fundición del material y pausar o finalizar la impresión de ser necesario.

Figura 65

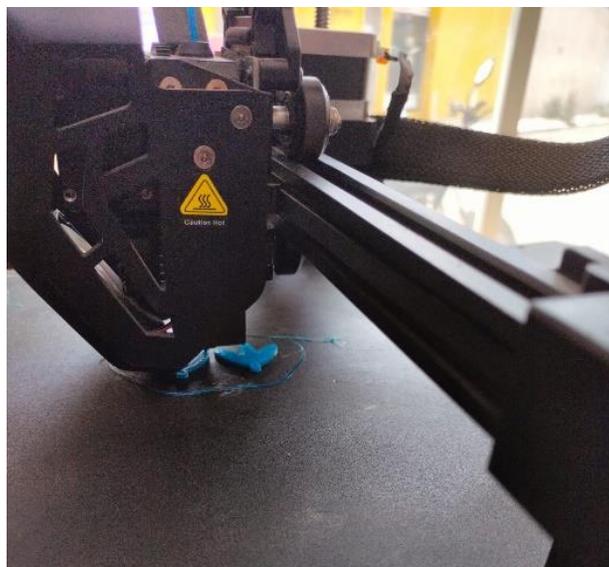
Panel de control de la máquina de impresión 3D.



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 66

Piezas en proceso de impresión 3D.



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 67

Pieza en proceso de impresión 3D.



Fuente: Elaboración propia (2025).

- Inspección de calidad

Es necesario revisar que cada una de las piezas se haya impreso de manera correcta para asegurar la calidad de la pieza final.

- Postprocesado

En este punto es necesario retirar toda aquella rebaba que pueda haber quedado en el contorno de las piezas impresas, si es necesario también limpiar con alcohol la superficie que está en contacto con la cama de adherencia, pues por lo regular se aplica una base de pegamento para asegurar una mejor adherencia de la primera capa del material.

Figura 68

Refinamiento de las piezas impresas.



Fuente: Elaboración propia (2025).

- Montaje y ensamblaje

Cuando todas las piezas han pasado por un refinamiento, se puede comenzar a realizar el ensamblaje de las piezas.

El primer paso para esto es adherir con pegamento instantáneo el poste a la pieza que estará en contacto con la oreja, misma de la que colgaran las piezas principales del arete. Posterior a ello con ayuda de las pinzas y el anillo de apertura se añaden las argollas a las piezas según el tamaño requerido en las dimensiones definidas.

Figura 69

Ensamble de las piezas.



Fuente: Elaboración propia (2025).

- Inspección de calidad final

Cuando se termina de ensamblar las piezas de joyería, se verifica que tuvieran los acabados correctos y coherentes con los requerimientos de diseño, así como verificar su resistencia y funcionalidad de las piezas. Este proceso también se complementa con la evaluación final con el usuario.

Figura 70

Piezas de joyería terminadas.



Fuente: Elaboración propia (2025).

La Tabla 20, presenta los pesos y dimensiones finales de cada una de las piezas.

Tabla 20

Tabla de dimensiones y peso final de cada pieza.

Propuesta	Dimensiones en mm sin contar el largo del poste	Peso en gramos de cada pieza terminada
Invitada	46 x 34 x 3	2
Ayudanta	52 x 28 x 2	2.5
Cocinera	85 x 24 x 2	3
Mayordoma	55 x 20 x 20	4

Fuente: Elaboración propia (2025).

Actualmente, las tecnologías de fabricación de piezas de joyería mediante impresión 3D han evolucionado considerablemente, permitiendo obtener productos de mayor calidad y detalle. Una de las principales mejoras se ha dado con el uso de impresoras de resina (tecnología SLA o DLP), las cuales ofrecen una resolución mucho más alta que la impresión por filamento (FDM). La impresión con resina permite crear piezas con superficies más lisas, detalles finos y acabados más precisos, ideales para joyería que requiere un alto nivel de definición en sus formas.

Además de la resina, existen otros métodos de impresión como el SLS (sinterizado selectivo por láser) que utiliza polvos plásticos o metálicos para formar piezas resistentes y con excelente detalle, aunque a un costo más elevado. También la tecnología de cera para fundición directa es muy utilizada en joyería profesional, permitiendo crear moldes de alta precisión que luego se utilizan en procesos de fundición a la cera perdida.

En cuanto a los costos de producción, la impresión con resina suele ser más cara que la impresión FDM debido al precio de los materiales y los equipos. En general, la calidad obtenida justifica la inversión, ya que se logran acabados casi profesionales sin necesidad de procesos de postproducción excesivos. Esta evolución tecnológica amplía las posibilidades creativas para los diseñadores y ofrece a los usuarios finales piezas de mejor calidad estética y funcional.

Figura 71

Comparativa de los diferentes acabados de impresión 3D.



Fuente: Newworld 3D (2025).

4.8 Elemento gráfico para la presentación de la línea de joyería

Como complemento para la presentación e identificación de la autoría de la línea de joyería se diseñó un imagotipo a partir del nombre científico de la flor azucena de campo (*milla biflora*) y figuras de la misma flor implementadas en el nombre.

La tipografía utilizada fue Segoe Script regular a la que se le agregaron elementos gráficos de la azucena como remplazo de los puntos en las letras i.

Figura 72

Implementación gráfica para la presentación de la línea de joyería.



Fuente: Elaboración propia (2025).

La Figura 73 muestra la justificación del diseño.

Figura 73

Justificación de los elementos de la implementación gráfica.



Fuente: Elaboración propia (2025).

Los colores seleccionados para el imagotipo fueron tonos de color azul y verde que representan a la naturaleza que se encuentra en el pueblo de Tamazulápam. La Figura 74 muestra los valores CMYK y RGB empleados.

Figura 74

Colores empleados para el imagotipo.

	C:86	R:0
	M:25	G:120
	Y:45	B:123
	K:21	
	C:50	R:149
	M:0	G:193
	Y:100	B:33
	K:0	

Fuente: Elaboración propia (2025).

Para presentar al usuario las piezas de joyería se diseñó una tarjeta con el imagotipo impreso en hoja opalina gruesa con dos orificios para colgar los aretes como se ve en la siguiente figura.

Figura 75

Tarjeta para presentación de la joyería.



Fuente: Elaboración propia (2025).

CAPÍTULO 5

EVALUACIÓN

5.1 Evaluación funcional del prototipo

Para la evaluación funcional de la línea de joyería, se solicitó a los usuarios que evaluaran cada una de las piezas de manera individual. Para ello, se realizaron pruebas de uso en las que los participantes se probaron los aretes y posteriormente completaron la tabla de evaluación del Anexo 5.

Como complemento a la evaluación, se llevó a cabo una sesión fotográfica para documentar las piezas de joyería en uso, en la cual participaron tres integrantes de la delegación. La locación seleccionada para la sesión fue el "Ojo de Agua Grande", ubicado en la población de Tamazulápam, elegido por su relación con el concepto de color de las piezas. Además, se realizó una sesión adicional en estudio, donde se hizo uso de la aplicación gráfica diseñada. Esta sesión se llevó a cabo en el Laboratorio de Medios Digitales de la Universidad Tecnológica de la Mixteca.

Las Figuras 76 – 93 muestran el resultado de las sesiones fotográficas.

Figura 76

Aretes "Invitada" en uso.



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 77

Aretes "Invitada" en uso.



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 78

Aretes "Invitada".



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 79

Aretes "Invitada".



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 80

Aretes "Ayudanta" en uso.



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 81

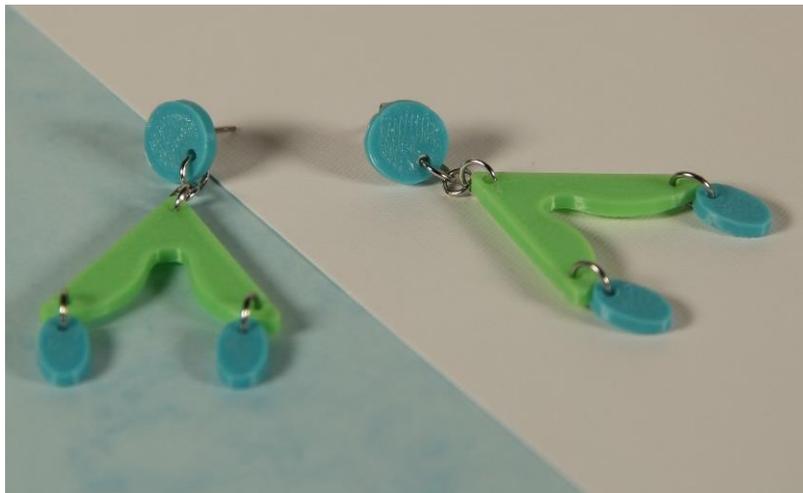
Aretes "Ayudanta" en uso.



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 82

Aretes "Ayudanta".



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 83

Aretes "Ayudanta".



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 84

Aretes "Cocinera" en uso.



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 85

Aretes "Cocinera" en uso.



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 86

Aretes "Cocinera".



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 87

Aretes "Cocinera".



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 88

Aretes "Mayordoma" en uso.



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 89

Aretes "Mayordoma" en uso.



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 90

Aretes "Mayordoma".



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 91

Aretes "Mayordoma".



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 92

Aretes "Mayordoma" e "Invitada en uso."



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 93

Línea de joyería completa.



Fuente: Elaboración propia (2025).

5.2 Reporte de evaluación

Los resultados de la evaluación funcional de los aretes “Invitada”, “Ayudanta”, “Cocinera” y “Mayordoma” reflejan una alta aceptación por parte de las usuarias, con porcentajes que en su mayoría oscilan entre el 93.33% y el 100%. Todos los modelos fueron considerados adecuados para su uso en representación de baile folclórico, tanto por su diseño innovador como por sus características físicas (peso, tamaño y sistema de fijación). Asimismo, los materiales utilizados, su mayoría provenientes de impresión 3D, fueron valorados como seguros, resistentes y no alergénicos. En cuanto a la estética formas, la mayoría coincidió en que las formas son geométricas y simétricas. El Anexo 5, muestra con mayor detalle en las tablas de evaluación los aspectos evaluados y los porcentajes asignados por las participantes.

Por lo tanto, a partir de los resultados obtenidos en la tabla de evaluación, se puede afirmar que la mayoría de las participantes manifestó un alto nivel de aceptación con el diseño de la línea de joyería aplicando biomimética para la abstracción de formas de la flor azucena de campo (*milla biflora*) y con colores que representan e identifican al pueblo de Tamazulápam del Progreso por su riqueza natural en manantiales.

CONCLUSIONES

El desarrollo de este proyecto permitió cumplir de manera satisfactoria el objetivo general de diseñar una línea de joyería aplicando biomimética para la abstracción de formas provenientes de la naturaleza. La metodología seguida integró tanto la investigación como la aplicación de técnicas de diseño, modelado y evaluación, logrando una propuesta de joyería que responde a los criterios estéticos, funcionales y conceptuales para el proyecto.

En primer lugar, la investigación documental (OE1) permitió establecer el marco conceptual y el estado del arte, proporcionando bases teóricas y referenciales necesarias para sustentar la propuesta. Esta fase facilitó la comprensión de lo que podemos llamar joyería, de la impresión 3D como herramienta en el diseño de la joyería y de cómo la biomimética se aplica en el diseño de objetos.

Posteriormente, se desarrolló el concepto de diseño (OE2) mediante la caracterización del usuario, la realización del benchmarking, la identificación de necesidades y requerimientos para el diseño, y la selección del elemento natural para la abstracción biomimética. Para este proceso fue necesaria la interacción con el usuario para realizar entrevistas que proporcionaron información para establecer los requerimientos de diseño, así como de las medidas antropométricas de las cuales se propondrían las dimensiones de la joyería. Obteniendo así el concepto de diseño, las propuestas iniciales fueron evaluadas con una matriz de selección que permitió elegir las opciones mejor orientadas a una solución coherente con los objetivos del proyecto.

La arquitectura del producto (OE3) se definió estructurando los sistemas y componentes que integran cada pieza de la línea de joyería. Esto permitió establecer de manera clara la relación entre los elementos que la conforman, sus características y funcionamiento, logrando así una base para la etapa de desarrollo técnico.

En la fase de desarrollo virtual (OE4) se elaboraron tablas con las especificaciones de cada elemento que conforman la línea de joyería, el modelo tridimensional, los planos constructivos y el diagrama de procesos y operaciones, lo que aseguró una preparación técnica adecuada para la manufactura.

Con base a ello, se procedió a la construcción de las piezas (OE5) que conforman la línea de joyería mediante técnicas de impresión 3D. Esta etapa permitió materializar las piezas

para su evaluación funcional, la cual se realizó mediante la aplicación de una tabla basada en escalas de tipo Likert (OE6). Los resultados evidenciaron un alto grado de aceptación por parte de los usuarios participantes, validando tanto la estética como la funcionalidad de la propuesta, y confirmando que las piezas cumplen con los requerimientos de diseño establecidos. La sesión fotográfica complementaria fortaleció la verificación visual de la correcta adaptación de las piezas al usuario y su integración con el concepto del proyecto.

De esta manera, se concluye que tanto los objetivos específicos como sus respectivas metas fueron alcanzados de forma satisfactoria, logrando consolidar una propuesta de joyería que integra la biomimética como recurso formal, es decir, como base para la generación de formas, proporciones y características estéticas de las piezas, derivadas de la abstracción de las formas de la flor azucena de campo (*Milla biflora*). Esta integración permitió no solo otorgar identidad visual a la línea de joyería, sino también establecer una relación con el contexto natural y cultural de Tamazulápam del Progreso.

REFERENCIAS

Ávila, R. (2015). *Dimensiones antropométricas de población latinoamericana*. Universidad de Guadalajara.

Benyus, J. (2012). *Biomímesis. Cómo la ciencia innova inspirándose en la naturaleza*. Barcelona, España. Tusquets editores.

Biomimetics Ciencias institute (2017).

<http://www.biomimeticsciences.org/es/biomimetica/>

Centro Tecnológico de Andaluz del Diseño. (2009). *Guía para diseñadores y prescriptores de joyería*. Tipografía Católica S.C.A.

Comeche, M. (2016). *La naturaleza como eje de creación en joyería*. Universidad Politecnica de Valencia. Facultat de Belles Arts de Sant Carles.

Filament2print. (2020, 23 de julio). *La impresión 3D en el sector de la joyería*.

https://filament2print.com/es/blog/88_impresion-3d-joyeria.html

Frailé Narvaez, M. (Ed.). (2019). *Biomímesis. El camino hacia un diseño eficiente*. Proyecto SI TRP21.

Galton, E. (2013). *Diseño de Joyería*. Gustavo Gill, SL.

INEGI. (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*.

<https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Microdatos>

L. Muñoz-Mesa, J. Sánchez-Trujillo. (2016) "El impacto de la impresión 3d en la joyería", Lámpsakos, no. 16, pp 89-97, DOI <http://dx.doi.org/10.21501/21454086.196>

Nécora. Anillo Fénix PA12 <https://www.necora.mx/products/anillo-fenix-pa12?variant=37523892109483>

Newworld 3D. La guía de impresión de estereolitografía (SLA) en 3D. <https://3dnewworld.com/la-guia-de-impresion-de-estereolitografia-sla-en-3d/>

Maclachlan, L. (2020, 31 de Marzo). *Art Jewellery Pieces*.

<https://lynnemaclachlan.co.uk/>

MacMasters, M. (2012, diciembre 11). Los artesanos mexicanos “son grandes perdedores ante la bisutería china”. La Jornada

<https://www.jornada.com.mx/2012/12/11/cultura/a08n1cul>

Materialise. Material PA12 (SLS).

<https://www.materialise.com/es/industrial/materiales-impresion-3d/pa12-sls>

México naturalista, navegador de fotos Milla biflora. S.f.

https://mexico.inaturalist.org/taxa/146589-Milla-biflora/browse_photos

MRLASPIUR. Colección CALA, pendientes Isla. <https://www.mrlaspiur.com/all/isla-jz8jr-fjwlg-nw7l9>

Flores, J. (2023). *El oro de los faraones*. Natonal Geographic.

https://historia.nationalgeographic.com.es/a/oro-faraones_7022

Nervous System. (s.f). *Projects*.

<https://n-e-r-v-o-u-s.com/>

Paez, V. A. (2020). Emprendimiento en joyería, una propuesta dentro de las industrias creativas y culturales. [Proyecto de grado] Universidad el Bosque.

Pardo, P. N. (2021). Diseño de joyería contemporánea a partir del estudio morfológico de la flora ecuatoriana. [Tesis de Licenciatura] Repositorio institucional de la Universidad del Azuay. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/10906>

Polymaker (s,f). <https://polymaker.com/product/polylite-pla/>

Pérez Sarmiento, J. I. (2019). Estudio biomimético para la generación de tramas aplicado a una línea de joyería. [Tesis de Licenciatura] Repositorio institucional de la Universidad del Azuay. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/9037>

Reyes Gómez, F. (2013). Historia de Villa de Tamazulápam del Progreso.

Royall, E. (2011), *Possessing the Urpflanze: an Examination of the Nature and Purpose of Biology-Design Analogy via Biomimetic Practice*, Austin, The University of Texas at Austin, 2011.

<https://es.scribd.com/document/77151395/Possessing-the-Urpflanze>

Sanchez Ruano, D. (2010). Diseño y Biomimética. Simbiosis para la innovación sustentable. [Tesis de Grado] Universidad Autónoma de México.

Santillan, J. (2024). Delegación de Tamazulápam. [Publicación] <https://www.facebook.com/people/Delegaci%C3%B3n-de-Tamazul%C3%A1pam/61557059454114/>

TEM Electric Components. (2023). Filamentos para impresión 3D Tipos, características y uso en prototipado. <https://www.tme.com/mx/es/news/library-articles/page/51976/filamentos-para-impresion-3d-tipos-caracteristicas-y-uso-en-prototipado/>

Torres, C. (2007). Diseño de joyas inspiradas en la cultura tolita. [Tesis de Grado] Repositorio institucional de la Universidad del Azuay.

Tümer, E. y Erbil, H. (2021). Extrusion-Based 3D Printing Applications of PLA Composites: A Review. <https://doi.org/10.3390/coatings11040390>

Urdinola Serna D, (2018). Biomimética y diseño. [Compilación] Universidad Pontificia Bolivariana. <http://hdl.handle.net/20.500.11912/4263>.

Vibrans Heike. (2009). Malezas de México, Ficha Milla biflora Cav. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/alliaceae/milla-biflora/fichas/ficha.htm#2.+Origen+y+distribuci%C3%B3n+geogr%C3%A1fica>

Williamson, C. (2018, 18 de Mayo). *Nervous System Launches Porifera 3D Printed Ceramic Jewelry with Formlabs*. <https://design-milk.com/nervous-system-launches-porifera-3d-printed-ceramic-jewelry-with-formlabs/>

ANEXOS

ANEXO 1

Encuesta exploratoria de usuario

El siguiente cuestionario es parte de la investigación de tesis que tiene por título "Diseño de una línea de joyería aplicando biomimética para la abstracción de formas"; y tiene como finalidad conocer los gustos y preferencias de uso de joyería en mujeres que participan en grupos de danza folclórica representando al pueblo de Villa de Tamazulápam del Progreso, Oaxaca.

"En esta encuesta, el concepto de **joyería** se refiere a **objetos diseñados para embellecer el cuerpo humano, los cuales pueden estar elaborados con una variedad de materiales y técnicas**, no limitándose únicamente a aquellos comúnmente asociados con la joyería tradicional, como el oro y la plata."

Por favor tome en cuenta esta definición al contestar las preguntas.

1.- ¿Cuál es su nombre?

2.- ¿Cuál es su edad?

Respuesta: _____

3.- ¿Cuál es su ocupación?

- Estudiante
- Empleada
- Comerciante
- Emprendedora
- Trabajadora del hogar
- Otra. _____

4.- ¿Es originaria de Villa de Tamazulápam del Progreso, Oaxaca?

- Si
- No

5.- ¿Qué tipo de joyería suele usar durante las presentaciones de baile?

- Aretes
- Collares
- Pulseras
- Anillos
- Broches

6.- ¿De qué material suelen ser?

- Metales preciosos
- Aleaciones
- Materiales plásticos
- Materiales de fantasía

7.- ¿Qué importancia tiene la joyería en su vestuario para la danza folclórica?

8.- ¿Usa joyería en otras ocasiones, como ensayos, eventos formales e informales o de uso cotidiano?

- Sí, siempre
- Casi siempre
- Algunas ocasiones
- No, nunca

9.- ¿Qué es lo que más llama su atención de las joyas que usa? (Puede seleccionar una o varias opciones)

- Forma
- Color
- Tamaño
- Materiales
- Texturas
- Estilo

10.- ¿Qué colores prefiere para sus joyas? (Puede seleccionar una o varias opciones)

- Dorado
- Plateado
- Colores sutiles
- Colores fuertes y llamativos
- Negro/Blanco
- Combinaciones de todos los anteriores

11.- ¿Por qué prefiere ese color o colores?

12.- ¿Qué figuras y/o formas prefiere en las joyas que usa?

- Geométricas
- Orgánicas
- Sencillas
- Complejas

13.- Por favor, seleccione las tres características principales que considera debe tener una pieza de joyería.

- Calidad
- Comodidad
- Estilo de diseño
- Resistencia
- Originalidad
- Concepto
- Color
- Tamaño
- Peso
- Precio

14.- Por favor, indique la importancia que usted atribuye a las características de una pieza de joyería al momento de realizar una compra. Con los valores donde 1. No es importante y 5. es Muy importante

	1	No es importante	2	3	4	5	Muy importante
Calidad	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Comodidad	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Estilo de diseño	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Resistencia	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Originalidad	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Concepto	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Color	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Tamaño	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Peso	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Precio	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

15.- ¿Considera importante el significado simbólico de una pieza de joyería?

- Si
 - No
 - En algunas ocasiones
- ¿Por qué?

16.- ¿Qué les gustaría cambiar o mejorar en la joyería que han usado anteriormente?

Las siguientes preguntas abordan la percepción, identificación y relación de los encuestados con la población de Villa de Tamazulápam del Progreso, Oaxaca.

17.- ¿Qué es lo primero que viene a su mente cuando escucha el nombre Tamazulápam del Progreso?

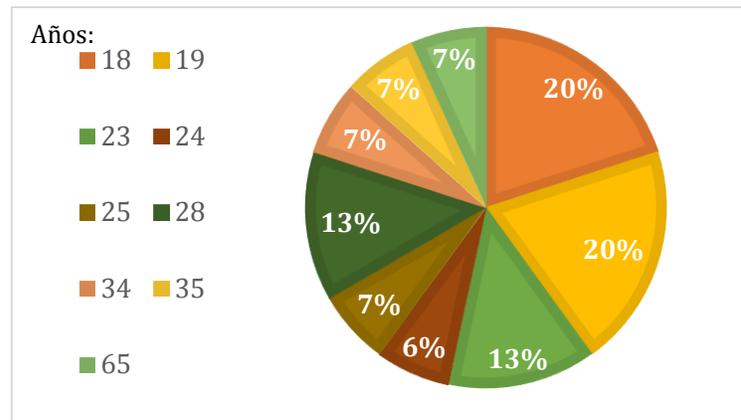
18.- ¿Con qué color o colores identifica o asocia a la población de Tamazulápam del Progreso?

19.- ¿Qué le gustaría que refleje una joya inspirada en la naturaleza de Vila de Tamazulápam del Progreso?

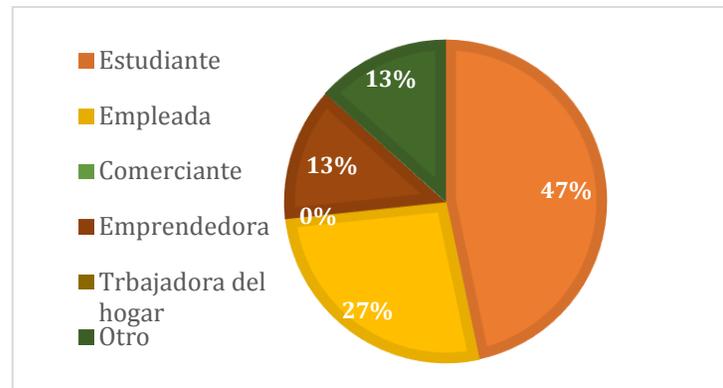
ANEXO 2

Las gráficas siguientes muestran las respuestas de las 15 participantes que realizaron la encuesta exploratoria de usuario.

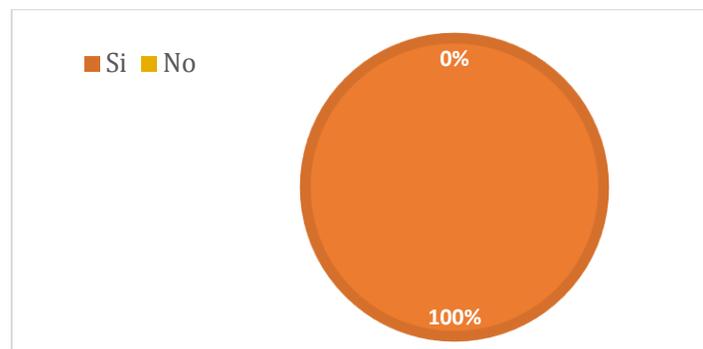
¿Cuál es su edad?



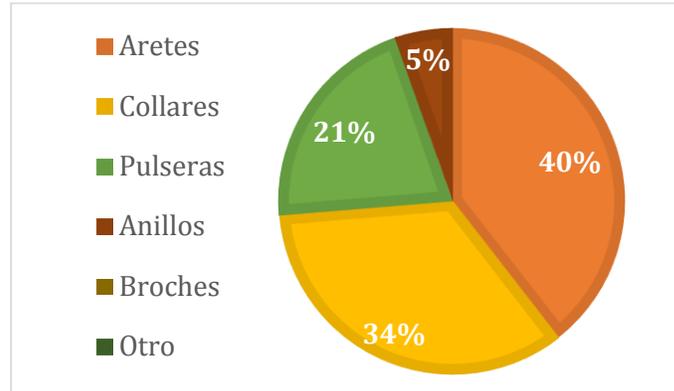
¿Cuál es su ocupación?



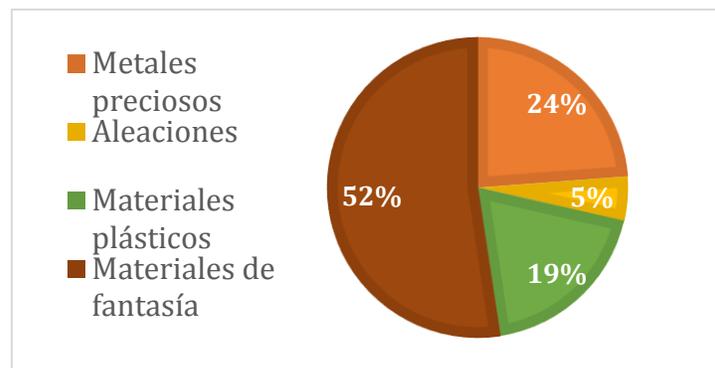
¿Es originaria de Villa de Tamazulápam del Progreso, Oaxaca?



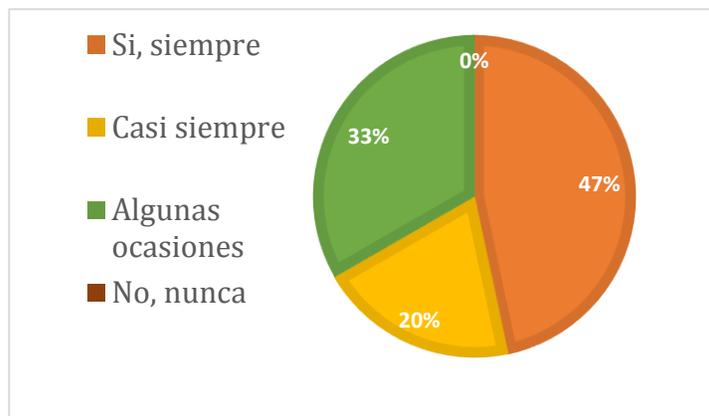
¿Qué tipo de joyería suele usar durante las presentaciones de baile?



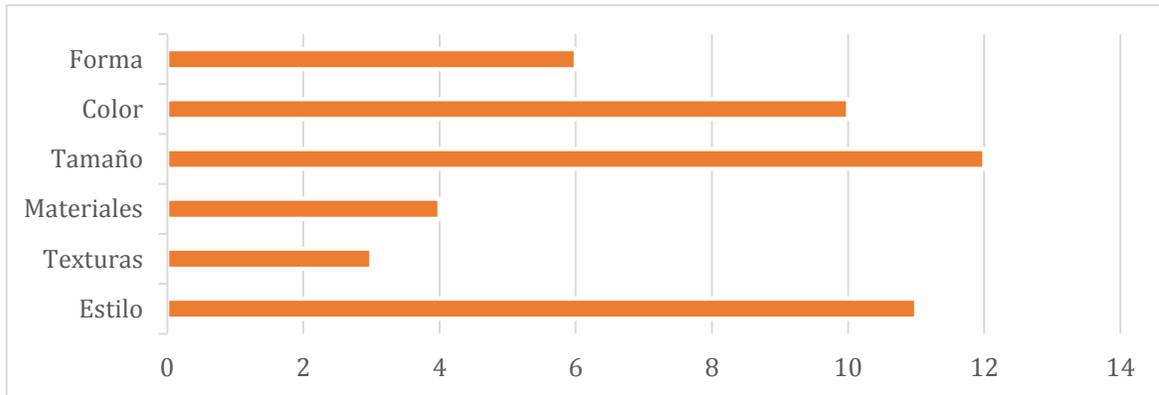
¿De qué material suelen ser?



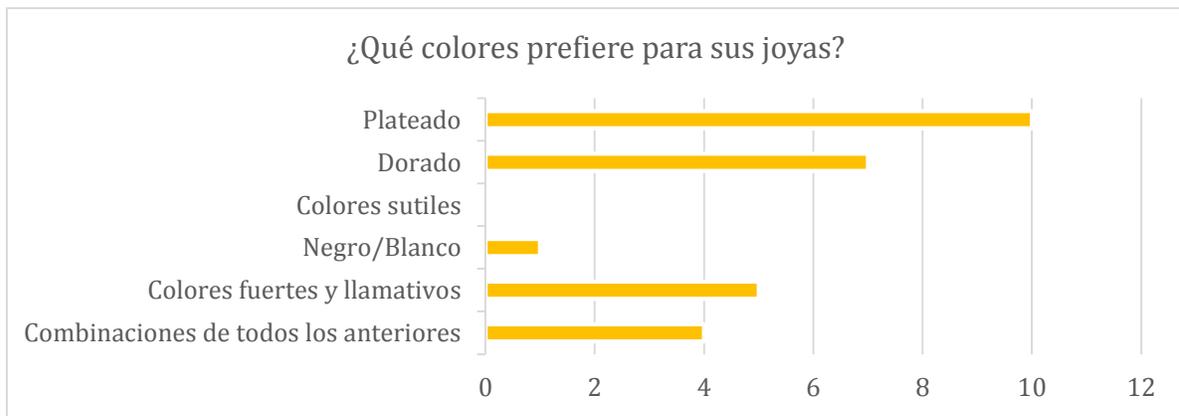
¿Usa joyería en otras ocasiones, como ensayos, eventos formales e informales o de uso cotidiano?



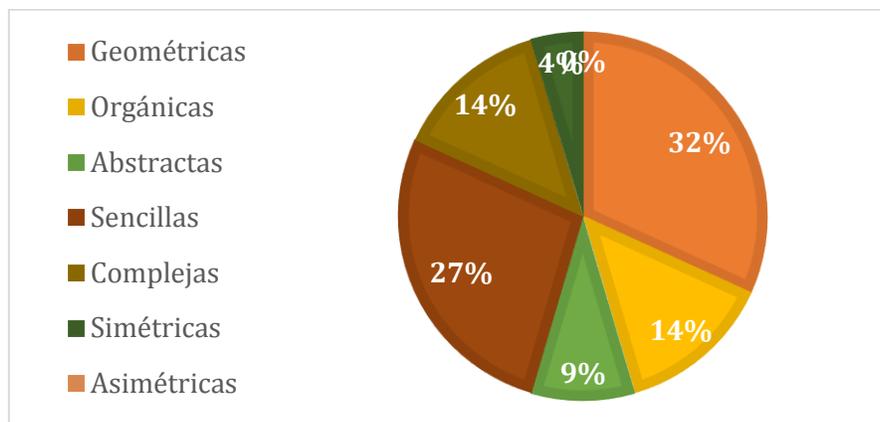
¿Qué es lo que más llama su atención de las joyas que usa?



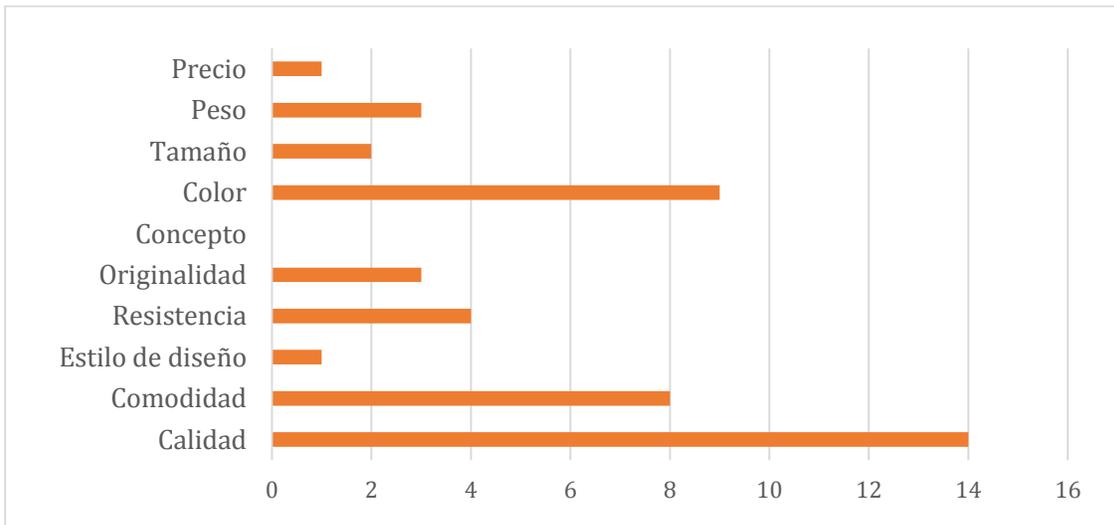
¿Qué colores prefiere para sus joyas?



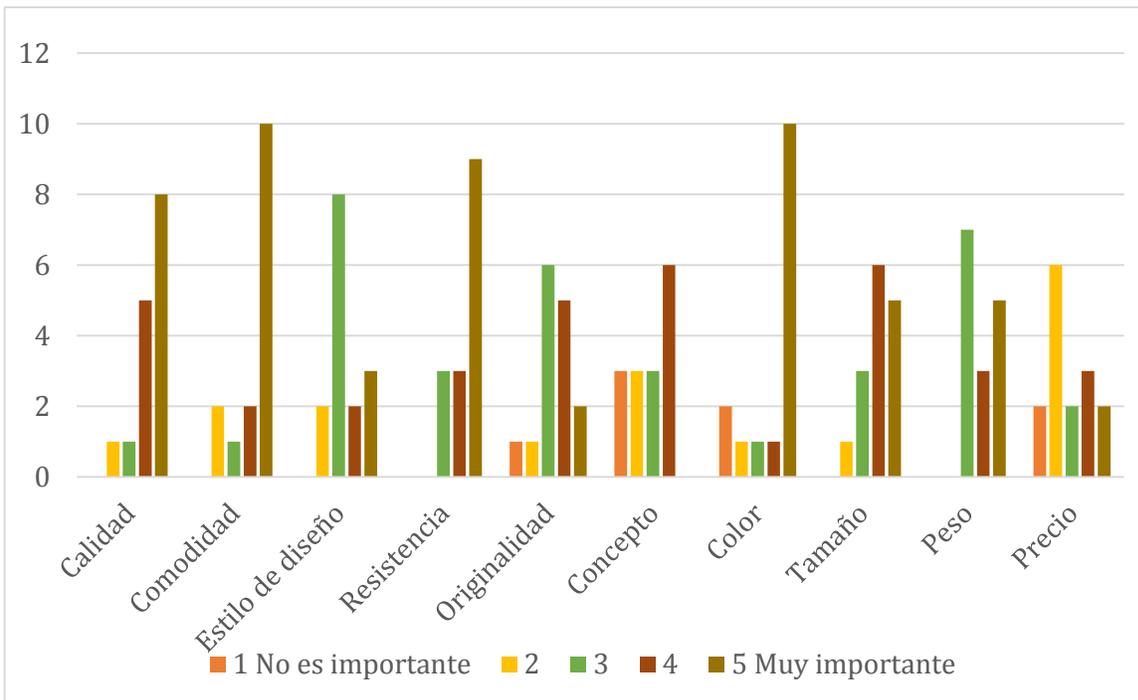
¿Qué figuras y/o formas prefiere en las joyas que usa?



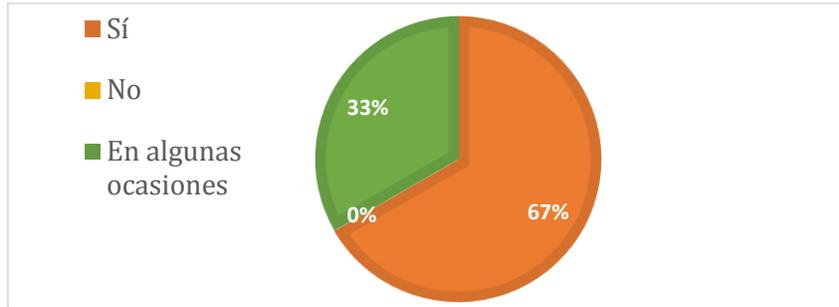
Por favor, seleccione las tres características principales que considera debe tener una pieza de joyería.



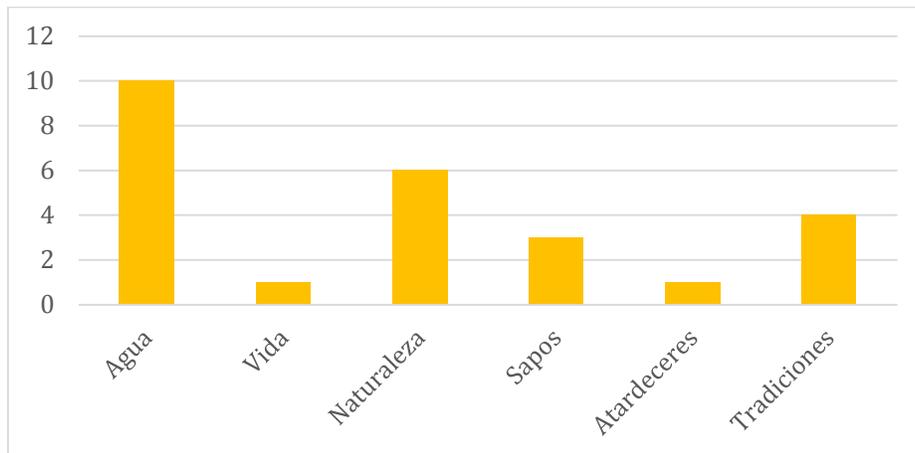
Por favor, indique la importancia que usted atribuye a las características de una pieza de joyería al momento de realizar su compra. Con los valores donde 1. No es importante y 5. es Muy importante.



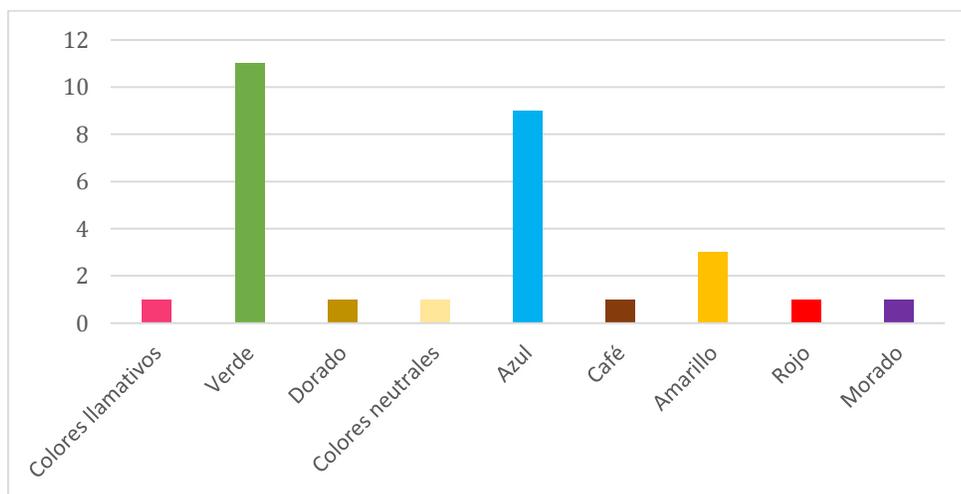
¿Considera importante el significado simbólico de una pieza de joyería?



¿Qué es lo primero que viene a su mente cuando escucha el nombre de Tamazulá pam del Progreso?



¿Con qué color o colores identifica o asocia a la población de Tamazulá pam del Progreso?

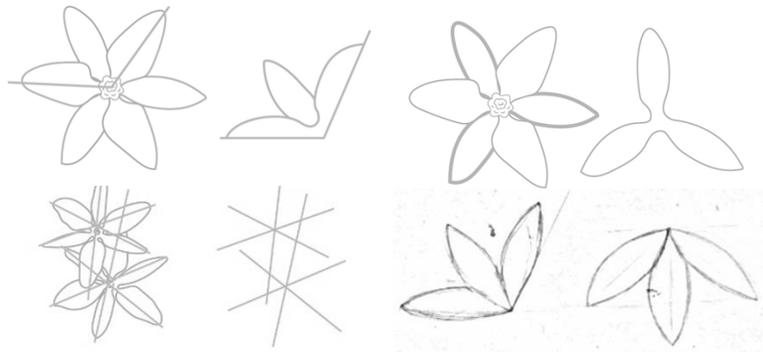


ANEXO 3

Matriz de evaluación para la selección de propuestas

Las siguientes tablas tienen como finalidad evaluar las propuestas de diseño derivadas de la abstracción de formas de la flor **Azucena de campo** (*milla biflora*). Estos diseños forman parte del proyecto de tesis titulado “**Diseño de una línea de joyería aplicando biomimética para la abstracción de formas**”. Esta evaluación es fundamental para la selección final de las propuestas y para identificar posibles mejoras en los prototipos.

Las siguientes figuras son para la comprensión de cómo se obtuvieron los diseños.



Para rellenar las tablas, por favor observe las propuestas presentadas y seleccione las cuatro propuestas que más le agraden.

Nombre: _____

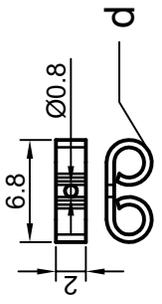
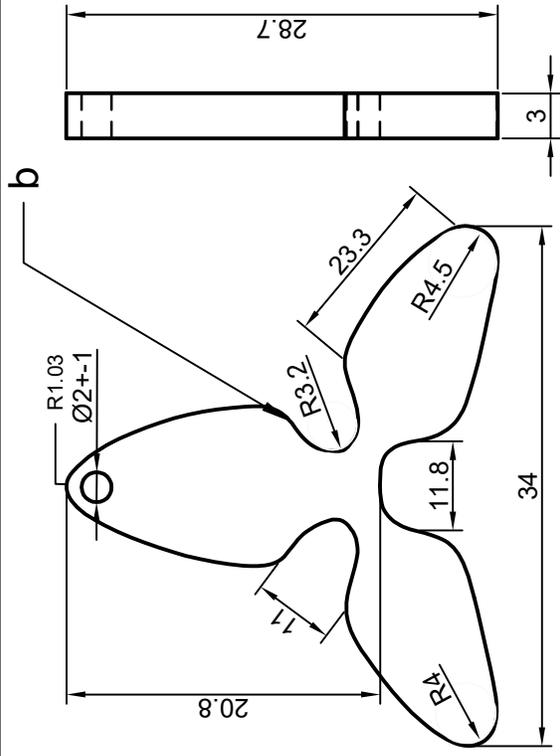
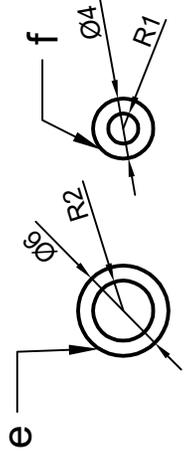
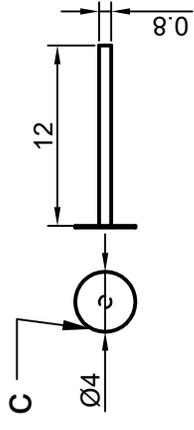
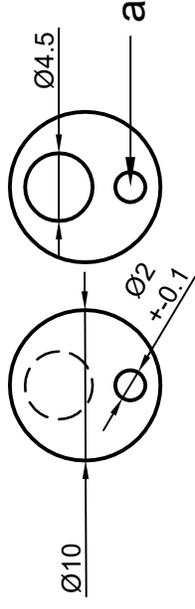
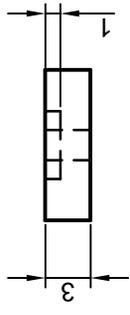
Propuesta seleccionada:					
Puntos a evaluar	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La propuesta tiene un diseño original / innovador.					
La propuesta puede usarse sin inconvenientes para la representación de un baile folclórico típico de Tamazulápam.					

La propuesta tiene un tamaño y peso adecuado para su uso, permitiendo la movilidad adecuada al realizar un baile folclórico.					
La propuesta tiene un sistema de fijación adecuado para su uso.					
Los elementos de sujeción (poste y eslabones) empleados tienen las características adecuadas en relación a la propuesta.					
Las formas de la propuesta obtenida son geométricas y simétricas.					
Las terminaciones de la propuesta no implican molestias o peligro durante su uso y/o manipulación.					
¿Cambiaría el tamaño de la pieza o elementos de la pieza?					
¿Qué colores de los que puede observar en las propuestas elegiría para la pieza final?	<input type="checkbox"/> Azul marino	<input type="checkbox"/> Verde bandera	<input type="checkbox"/> Blanco		
	<input type="checkbox"/> Azul rey	<input type="checkbox"/> Verde olivo	<input type="checkbox"/> Gris		
	<input type="checkbox"/> Azul cielo	<input type="checkbox"/> Verde limón			
Si desea hacer algún comentario acerca del diseño de la propuesta por favor escríbalo en esta parte.					

¡Gracias por su participación!

		<p>ELABORÓ: STEPHANIE SAMPEDRO CRUZ</p>
<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA</p>	<p>PROYECTO: "DISEÑO DE UNA LÍNEA DE JOYERÍA APLICANDO BIOMIMÉTICA PARA LA ABSTRACCIÓN DE FORMAS"</p>	<p>ESC: 2:1 ACOTACIÓN: mm</p>
<p>INGENIERÍA EN DISEÑO</p>	<p>NOMBRE DEL PLANO: PROPUESTA "INVITADAS" VISTA ISOMÉTRICA Y VISTAS GENERALES</p>	<p>Nº DE PLANO: 1/8 FECHA: ABRIL 2025</p>





COMPONENTE	MATERIAL	CANTIDAD
a	PLA	2
b	PLA	2
c	SS	2
d	SS	2
e	SS	4
f	SS	2



UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA DE LA
MIXTECA

INGENIERÍA EN
DISEÑO

PROYECTO: "DISEÑO DE UNA
LÍNEA DE JOYERÍA APLICANDO
BIOMIMÉTICA PARA LA
ABSTRACCIÓN DE FORMAS"

NOMBRE DEL PLANO: PROPUESTA
"INVITADA" DESPIECE

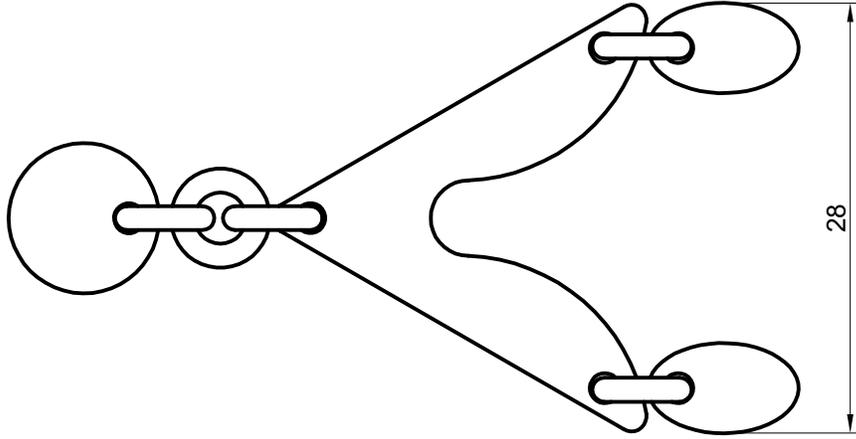
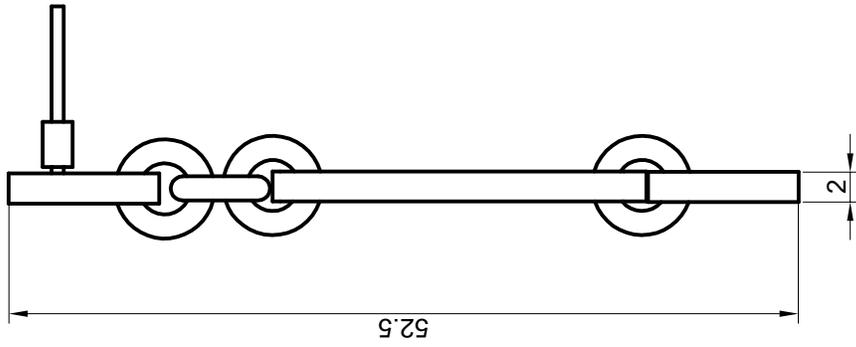
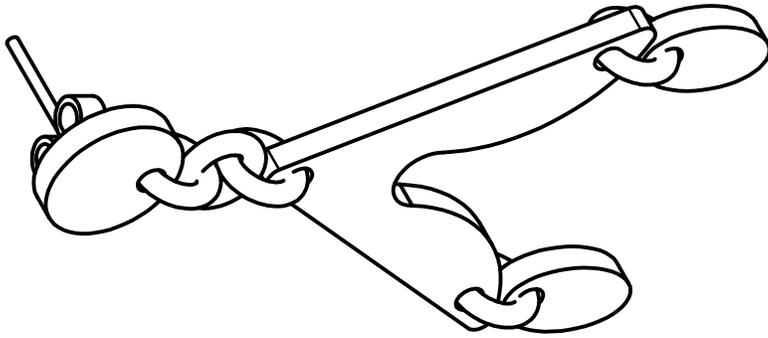
ELABORÓ: STEPHANIE SAMPEDRO
CRUZ

ESC: 2:1

ACOTACIÓN:
mm

Nº DE PLANO:
2/8

FECHA: ABRIL 2025



UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA DE LA
MIXTECA

INGENIERÍA EN
DISEÑO

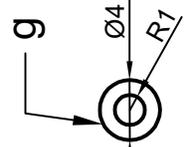
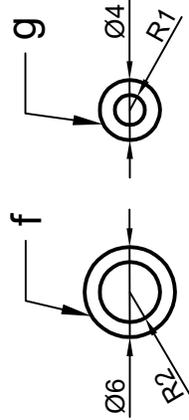
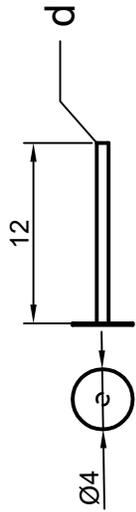
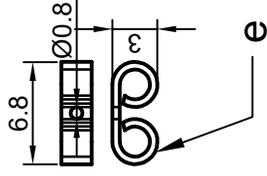
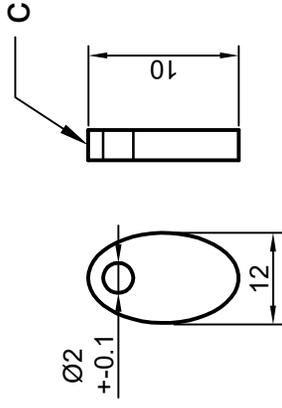
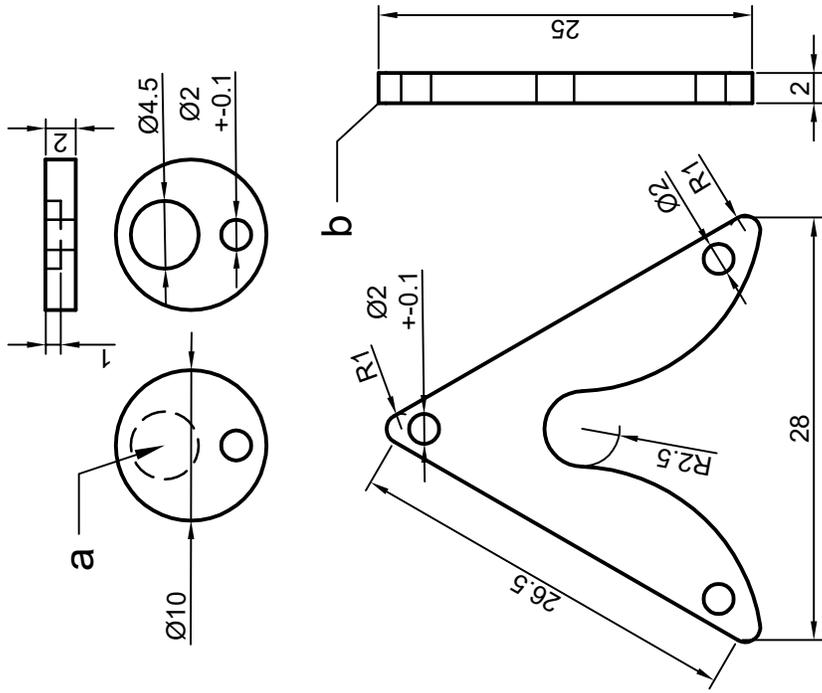
PROYECTO: "DISEÑO DE UNA
LÍNEA DE JOYERÍA APLICANDO
BIOMIMÉTICA PARA LA
ABSTRACCIÓN DE FORMAS"

NOMBRE DEL PLANO: PROPUESTA
"AYUDANTAS" VISTA ISOMÉTRICA Y
VISTAS GENERALES

ELABORÓ: STEPHANIE SAMPEDRO
CRUZ

ESC: 2:1
ACOTACIÓN:
mm

N° DE PLANO:
3/8
FECHA: ABRIL 2025



COMPONENTE	MATERIAL	CANTIDAD
a	PLA	2
b	PLA	2
c	PLA	4
d	SS	2
e	SS	2
f	SS	4
g	SS	6

ELABORÓ: STEPHANIE SAMPEDRO
CRUZ

ESC: 2:1

ACOTACIÓN:
mm

Nº DE PLANO:
4/8

FECHA: ABRIL 2025

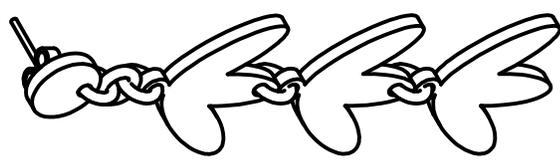
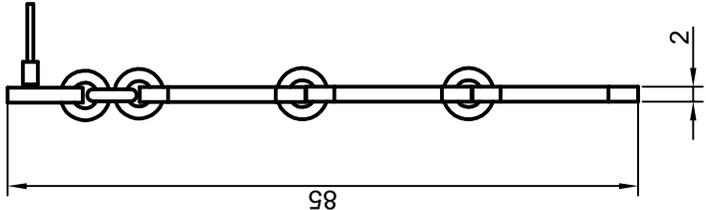
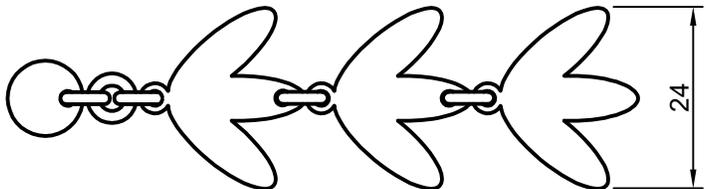
PROYECTO: "DISEÑO DE UNA
LÍNEA DE JOYERÍA APLICANDO
BIOMIMÉTICA PARA LA
ABSTRACCIÓN DE FORMAS"

NOMBRE DEL PLANO: PROPUESTA
"AYUDANTAS" DESPIECE

UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA DE LA
MIXTECA

INGENIERÍA EN
DISEÑO





UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA DE LA
MIXTECA

INGENIERÍA EN
DISEÑO

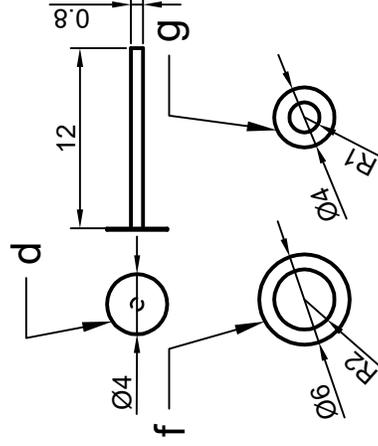
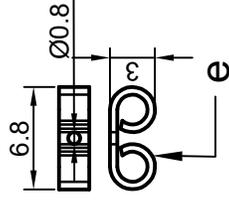
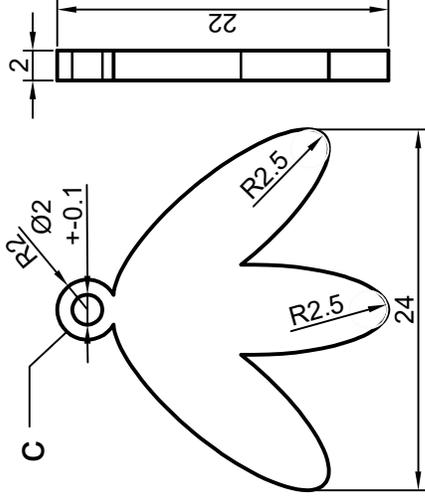
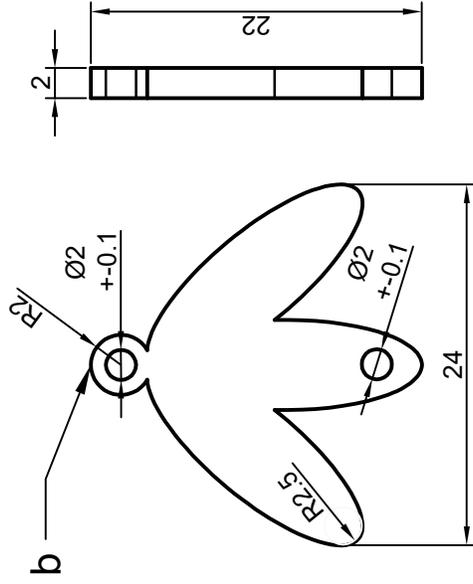
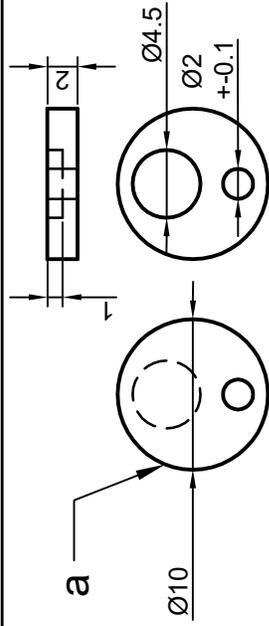
PROYECTO: "DISEÑO DE UNA
LÍNEA DE JOYERÍA APLICANDO
BIOMIMÉTICA PARA LA
ABSTRACCIÓN DE FORMAS"

NOMBRE DEL PLANO: PROPUESTA
"COCINERAS" VISTA ISOMÉTRICA Y
VISTAS GENERALES

ELABORÓ: STEPHANIE SAMPEDRO
CRUZ

ESC: 1:1
ACOTACIÓN:
mm

N° DE PLANO:
5/8
FECHA: ABRIL 2025



COMPONENTE	MATERIAL	CANTIDAD
a	PLA	2
b	PLA	2
c	PLA	4
d	SS	2
e	SS	2
f	SS	4
g	SS	6



UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA DE LA
MIXTECA

INGENIERÍA EN
DISEÑO

PROYECTO: "DISEÑO DE UNA
LÍNEA DE JOYERÍA APLICANDO
BIOMIMÉTICA PARA LA
ABSTRACCIÓN DE FORMAS"

ELABORÓ: STEPHANIE SAMPEDRO
CRUZ

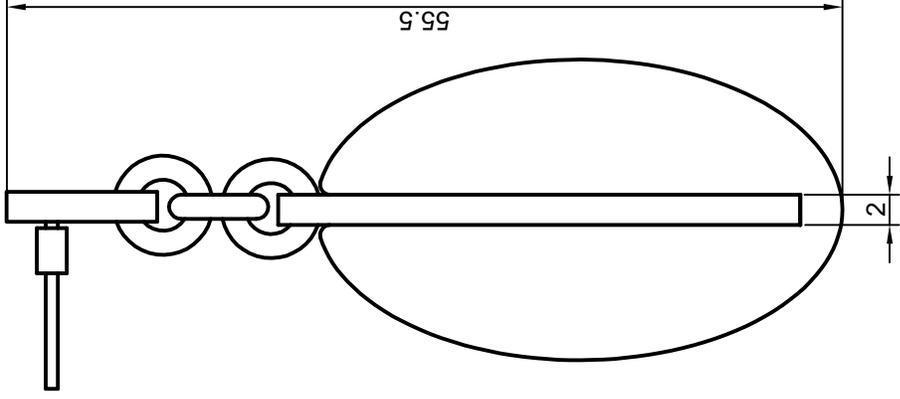
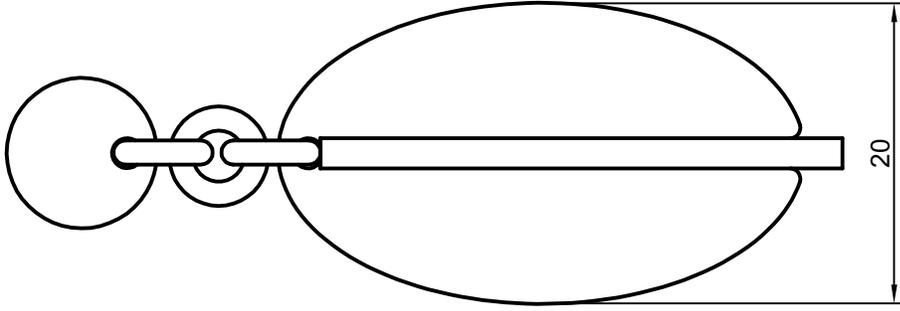
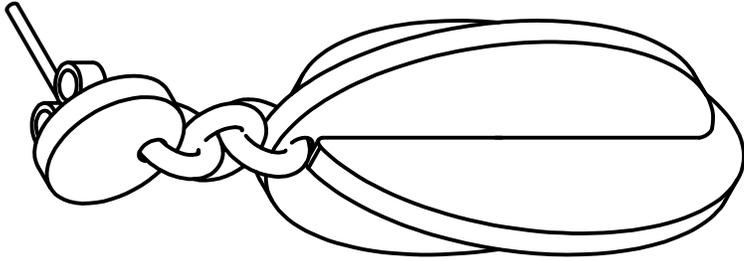
ESC: 2:1
ACOTACIÓN:
mm

NOMBRE DEL PLANO: PROPUESTA
"COCINERAS" DESPIECE

Nº DE PLANO:
6/8

FECHA: ABRIL 2025

O A X A C P



UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA DE LA
MIXTECA

INGENIERÍA EN
DISEÑO

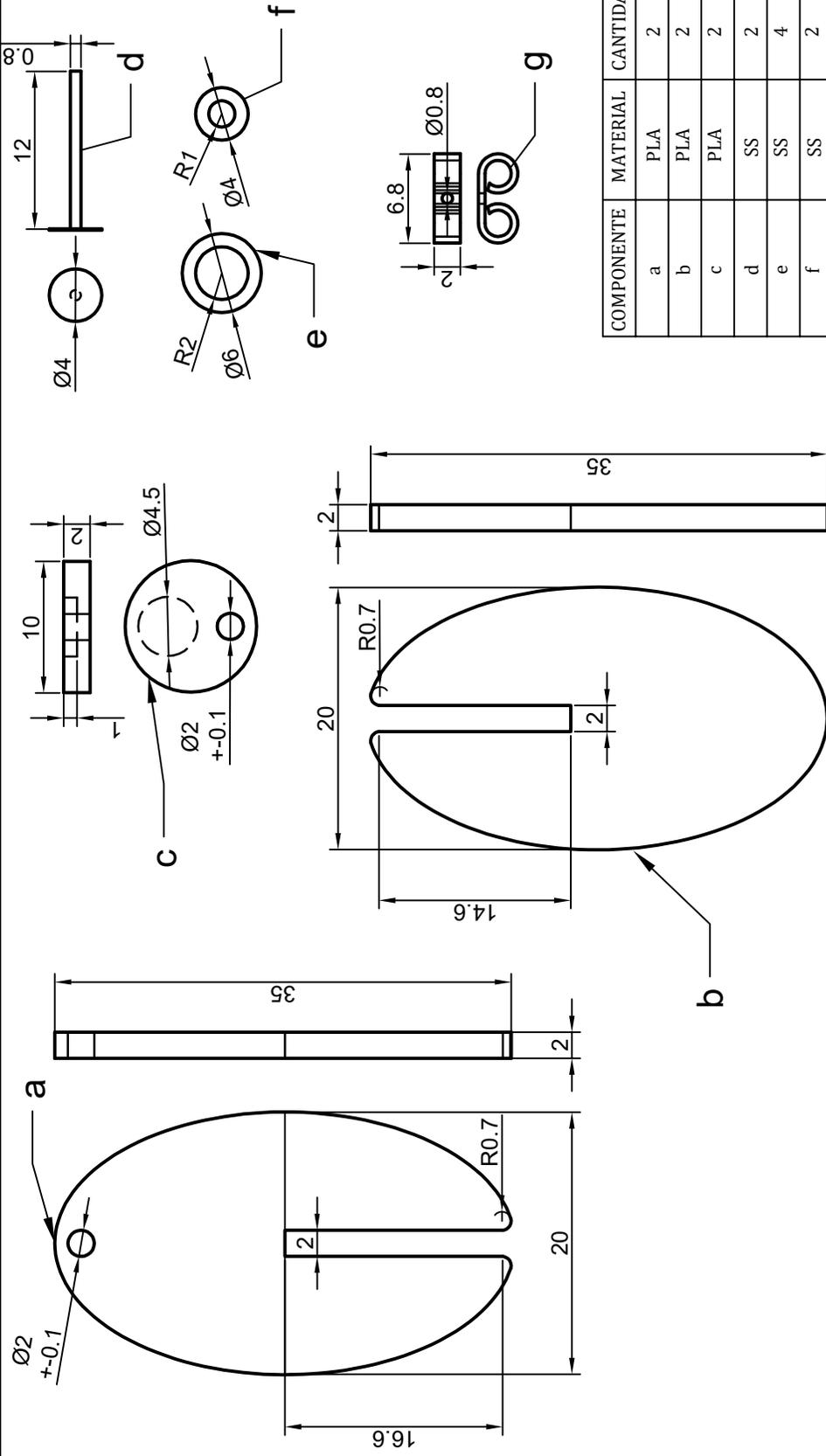
PROYECTO: "DISEÑO DE UNA
LÍNEA DE JOYERÍA APLICANDO
BIOMIMÉTICA PARA LA
ABSTRACCIÓN DE FORMAS"

NOMBRE DEL PLANO: PROPUESTA
"MAYORDOMA" VISTA ISOMÉTRICA Y
VISTAS GENERALES

ELABORÓ: STEPHANIE SAMPEDRO
CRUZ

ESC: 2:1
ACOTACIÓN:
mm

N° DE PLANO:
7/8
FECHA: ABRIL 2025



COMPONENTE	MATERIAL	CANTIDAD
a	PLA	2
b	PLA	2
c	PLA	2
d	SS	2
e	SS	4
f	SS	2
g	SS	2

ELABORÓ: STEPHANIE SAMPEDRO
CRUZ

ESC: 2:1

ACOTACIÓN:
mm

Nº DE PLANO:
8/8

FECHA: ABRIL 2025

PROYECTO: "DISEÑO DE UNA
LÍNEA DE JOYERÍA APLICANDO
BIOMIMÉTICA PARA LA
ABSTRACCIÓN DE FORMAS"

NOMBRE DEL PLANO: PROPUESTA
"MAYORDOMA" DESPIECE

UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA DE LA
MIXTECA

INGENIERÍA EN
DISEÑO



ANEXO 5

La siguiente tabla presenta los aspectos evaluados de la línea de joyería diseñada, así como los porcentajes de aceptación obtenidos a partir de las respuestas de los 15 usuarios participantes. La evaluación se realizó utilizando una escala de Likert, lo que permitió medir el nivel de aceptación de la joyería por parte de los usuarios respecto a diferentes criterios funcionales y estéticos de las piezas.

Evaluación funcional de los aretes “Invitada”					
Aspectos a evaluar	Porcentajes de aceptación de los usuarios				
	Totalmente de acuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La propuesta tiene un diseño original / innovador.	0	0	0	6.66%	93.33%
La propuesta puede usarse sin inconvenientes para la representación de un baile folclórico típico de Tamazulápam.	0	0	0	0	100%
La propuesta tiene un tamaño y peso adecuado para su uso, permitiendo la movilidad adecuada al realizar un baile folclórico.	0	0	0	0	100%
La propuesta tiene un sistema de fijación al cuerpo adecuado para su uso.	0	0	0	0	100%
Las formas de la propuesta obtenida son geométricas y simétricas.	0	0	0	13.33%	86.66%
La propuesta está elaborada en su mayoría con materiales de impresión 3D.	0	0	0	0	100%

Aspectos a evaluar	Porcentajes de aceptación de los usuarios				
	Totalmente de acuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La propuesta tiene materiales de calidad que no se deforman o rompen durante su uso.	0	0	0	0	100%
Los materiales de sujeción al cuerpo empleados en la propuesta no causan una reacción alérgica ni dejan manchas en la zona de uso.	0	0	0	0	100%
Los demás elementos de sujeción (argollas) empleados tienen las características adecuadas en relación a la propuesta.	0	0	0	6.66%	93.33%
Las terminaciones de la propuesta no implican molestias o peligro durante su uso y/o manipulación.	0	0	0	0	100%
La propuesta tiene colores que representan al pueblo de Tamazulápam.	0	0	0	0	100%

Evaluación funcional de los aretes “Ayudanta”					
Aspectos a evaluar	Porcentajes de aceptación de los usuarios				
	Totalmente de acuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La propuesta tiene un diseño original / innovador.	0	0	0	0	100%
La propuesta puede usarse sin inconvenientes para la representación de un baile folclórico típico de Tamazulápam.	0	0	0	6.66%	93.33%
La propuesta tiene un tamaño y peso adecuado para su uso, permitiendo la movilidad adecuada al realizar un baile folclórico.	0	0	0	0	100%
La propuesta tiene un sistema de fijación al cuerpo adecuado para su uso.	0	0	0	0	100%
Las formas de la propuesta obtenida son geométricas y simétricas.	0	0	0	13.33%	86.66%
La propuesta está elaborada en su mayoría con materiales de impresión 3D.	0	0	0	0	100%
La propuesta tiene materiales de calidad que no se deforman o rompen durante su uso.	0	0	0	0	100%

Aspectos a evaluar	Porcentajes de aceptación de los usuarios				
	Totalmente de acuerdo		Totalmente de acuerdo		Totalmente de acuerdo
Los materiales de sujeción al cuerpo empleados en la propuesta no causan una reacción alérgica ni dejan manchas en la zona de uso.	0	0	0	0	100%
Los demás elementos de sujeción (argollas) empleados tienen las características adecuadas en relación a la propuesta.	0	0	0	0	100%
Las terminaciones de la propuesta no implican molestias o peligro durante su uso y/o manipulación.	0	0	0	0	100%
La propuesta tiene colores que representan al pueblo de Tamazulápam.	0	0	0	6.66%	93.33%

Evaluación funcional de los aretes “Cocinera”					
Aspectos a evaluar	Porcentajes de aceptación de los usuarios				
	Totalmente de acuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La propuesta tiene un diseño original / innovador.	0	0	0	20%	80%
La propuesta puede usarse sin inconvenientes para la representación de un baile folclórico típico de Tamazulápam.	0	0	0	6.66%	93.33%

Aspectos a evaluar	Porcentajes de aceptación de los usuarios				
	Totalmente de acuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La propuesta tiene un tamaño y peso adecuado para su uso, permitiendo la movilidad adecuada al realizar un baile folclórico.	0	0	0	0	100%
La propuesta tiene un sistema de fijación al cuerpo adecuado para su uso.	0	0	0	0	100%
Las formas de la propuesta obtenida son geométricas y simétricas.	0	0	0	13.33%	86.66%
La propuesta está elaborada en su mayoría con materiales de impresión 3D.	0	0	0	0	100%
La propuesta tiene materiales de calidad que no se deforman o rompen durante su uso.	0	0	0	0	100%
Los materiales de sujeción al cuerpo empleados en la propuesta no causan una reacción alérgica ni dejan manchas en la zona de uso.	0	0	0	0	100%
Los demás elementos de sujeción (argollas) empleados tienen las características adecuadas en relación a la propuesta.	0	0	0	0	100%
Las terminaciones de la propuesta no implican molestias o peligro durante su uso y/o manipulación.	0	0	0	6.66%	93.33%
La propuesta tiene colores que representan al pueblo de Tamazulápam.	0	0	0	0	100%

Evaluación funcional de los aretes “Mayordoma”					
Aspectos a evaluar	Porcentajes de aceptación de los usuarios				
	Totalmente de acuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La propuesta tiene un diseño original / innovador.	0	0	0	0	100%
La propuesta puede usarse sin inconvenientes para la representación de un baile folclórico típico de Tamazulápam.	0	0	0	6.66%	93.33%
La propuesta tiene un tamaño y peso adecuado para su uso, permitiendo la movilidad adecuada al realizar un baile folclórico.	0	0	0	6.66%	93.33%
La propuesta tiene un sistema de fijación al cuerpo adecuado para su uso.	0	0	0	0	100%
Las formas de la propuesta obtenida son geométricas y simétricas.	0	0	0	6.66%	93.33%
La propuesta está elaborada en su mayoría con materiales de impresión 3D.	0	0	0	0	100%
La propuesta tiene materiales de calidad que no se deforman o rompen durante su uso.	0	0	0	0	100%
Los materiales de sujeción al cuerpo empleados en la propuesta no causan una reacción alérgica ni dejan manchas en la zona de uso.	0	0	0	0	100%
Los demás elementos de sujeción (argollas) empleados tienen las características adecuadas en relación a la propuesta.	0	0	0	0	100%

Aspectos a evaluar	Porcentajes de aceptación de los usuarios				
	Totalmente de acuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Las terminaciones de la propuesta no implican molestias o peligro durante su uso y/o manipulación.	0	0	0	0	100%
La propuesta tiene colores que representan al pueblo de Tamazulápam.	0	0	0	20%	80%

