

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE ARQUITECTURA DISEÑO Y ARTES CARRERA DE
DISEÑO DE PRODUCTOS

PROYECTO DE DISEÑO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
DISEÑADOR DE PRODUCTOS

**“Diseño de un calzado de moda sostenible empleado en base a la
experimentación con desechos de tela denim”.**

Línea temática:

Estudiante:

Sebastián Matheus Ortiz Yela

Director de proyecto:

Mtra./PhD Cristina Rosas

Quito, septiembre de 2023

| | |
|--|-----------|
| Resumen | 2 |
| Palabras clave | 2 |
| Abstract..... | 2 |
| Key words..... | 2 |
| Introducción..... | 3 |
| Capítulo I. Planteamiento del proyecto de investigación. | 5 |
| Antecedentes..... | 5 |
| Marco Teórico..... | 7 |
| Problemática | 7 |
| Capítulo II. Planteamiento metodológico | 17 |
| Objetivo General..... | 17 |
| Objetivos Específicos | 17 |
| Marco Metodológico | 17 |
| Instrumentos de investigación | 17 |
| Requerimientos del Proyecto | 17 |
| Conclusiones parciales..... | 17 |
| Capítulo III. Desarrollo Conceptual y validación | 29 |
| Proceso de ideación: análisis de referentes | |
| Visión de diseño | 29 |
| Descripción de propuestas conceptuales | 29 |
| Desarrollo de conceptos: estructural, formal, material..... | 29 |
| Visualización de conceptos: Sketch, modelos, dibujos, mapas, otros | 29 |
| Valoración de conceptos: categorías, instrumentos de validación (entrevistas comitente, videos usuarios, expertos en el área...) | 29 |
| Selección de conceptos: toma de decisiones..... | 29 |
| Conclusiones parciales..... | 17 |
| Anexos | 34 |
| Referencias Bibliográficas | 49 |
| Bibliografía | 49 |

Resumen

En la industria textil, el denim se posiciona como la tela más consumida a nivel mundial; no obstante, esta misma industria es la segunda más contaminante del planeta, generando considerables cantidades de residuos. Este impacto negativo en el medio ambiente se agrava al dar lugar a la producción de productos de moda efímeros y poco duraderos. En este contexto, el presente proyecto se propone diseñar un calzado de moda sostenible que no solo cuente con un atractivo estético, sino que también narre una historia única. La durabilidad y la adaptabilidad a las necesidades del usuario serán pilares fundamentales en el desarrollo del calzado; la base reside en la experimentación con el denim reciclado, fortalecido con caucho de silicona. Este enfoque innovador no solo busca crear un producto duradero y de moda, sino que también pretende transmitir un mensaje ambientalmente responsable, mediante el uso del ecodiseño. La percepción de un material reciclado se convierte en la esencia del calzado, destacando su contribución positiva al medio ambiente. A través de esta propuesta, se busca fomentar la unión de la moda sostenible con un producto de calzado único, generando conciencia sobre la importancia de tomar decisiones responsables en la industria de la moda.

Palabras clave

Sostenibilidad, denim, ecodiseño, moda sostenible, y calzado.

Abstract

In the textile industry, denim stands out as the most consumed fabric globally; however, this industry ranks as the second most polluting on the planet, generating significant amounts of waste. This negative environmental impact is exacerbated by the production of ephemeral and short-lived fashion products. In this context, the project aims to design sustainable fashion footwear that not only possesses aesthetic appeal but also narrates a unique story. Durability and adaptability to the wearer's needs will be fundamental pillars in the development of the footwear; the foundation lies in experimentation with recycled denim, reinforced with silicone rubber. This innovative approach not only aims to create a

lasting and fashionable product but also to convey an environmentally responsible message using eco-design. The perception of recycled material becomes the essence of the footwear, highlighting its positive contribution to the environment. Through this proposal, it aims to foster the integration of sustainable fashion with a distinctive footwear product, raising awareness of the importance of making responsible choices in the fashion industry.

Key words

Sustainability, denim, ecodesign, sustainable fashion, and footwear.

Introducción

The project aims to create sustainable fashion footwear through the use of an experimental material that combines denim waste with silicone rubber. This will be done with the purpose of satisfying the inherent needs of conventional footwear, adapting to the lifestyle of users committed to sustainable fashion.

CAPITULO I. Planteamiento del proyecto de investigación

Antecedentes

The textile industry plays a role of great relevance at the global level, contributing with 3.2% to the Gross Domestic Product (GDP). In the hierarchy of economic activities, it is positioned in the tenth position in terms of importance. Estimates indicate that, in the year 2020, its economic impact was translated into the generation of 1.7 billion dollars (Essay on the textile and fashion industry, 2022). In Ecuador, this industry occupies the third position within the manufacturing sector, consolidating itself as an economic pillar by contributing with more than 7% to the country's GDP. However, this prominent economic landscape is accompanied by significant challenges in terms of sustainability and the environment.

Según la conferencia de la ONU (ORGANIZACIÓN DE NACIONES UNIDAS, 2019) sobre comercio y desarrollo (UNCTAD), la industria textil es la segunda más contaminante después de la petrolera, generando un 8,1% de las emisiones de CO₂ a la atmósfera y a la polución del aire. Además, su impacto ambiental sigue creciendo debido a las cambiantes tendencias de moda en plazos cortos. En 2019, se registra un hito histórico con la producción de 111 millones de toneladas de residuos. La tasa de reciclaje es baja, ya que más del 85% de estos desechos terminan en vertederos o son incinerados y apenas un 13% se recicla (Melo, 2023).

En la industria textil ecuatoriana, el calzado desempeña un papel significativo, como se evidencia en las ventas totales registradas en el año 2019 por un valor de 138,4 millones de dólares (Sánchez, 2023). Además, el denim es una de las telas más consumidas por los ecuatorianos, según la asociación de municipios ecuatorianos, porque es un tipo de tela resistente y duradera utilizada para fabricar jeans y otras prendas de vestir. Esta popularidad tiene un impacto ambiental considerable, particularmente en Pelileo, una de las principales productoras del denim en el país con un 70% de la producción total. (Y2k, 2020) En este cantón se genera más de 1200 millones de cm de residuos relacionados con el denim.

El calzado también tiene un papel importante en Ecuador, ya que, según SAIKU del servicio de rentas internas, la industria registró ventas totales por el valor de 138,4 millones de dólares en el año 2019. (Sánchez, 2023). Ante estos desafíos de gestión ambiental, la moda sostenible ha surgido como una solución a la producción textil tradicional. En este contexto, uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, que se enfoca en la reducción y consumos responsables, establece en una de sus metas las siguientes premisas: “De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización” (Moran, 2020). Esta tendencia se basa en principios de responsabilidad ambiental y social en toda la cadena de suministro de moda. Los diseñadores y fabricantes actualmente optan por prácticas más sostenibles, desde el uso de materiales

sostenibles hasta tomar materiales existentes y transformarlos en nuevas creaciones (Martínez-Barreiro, 2020).

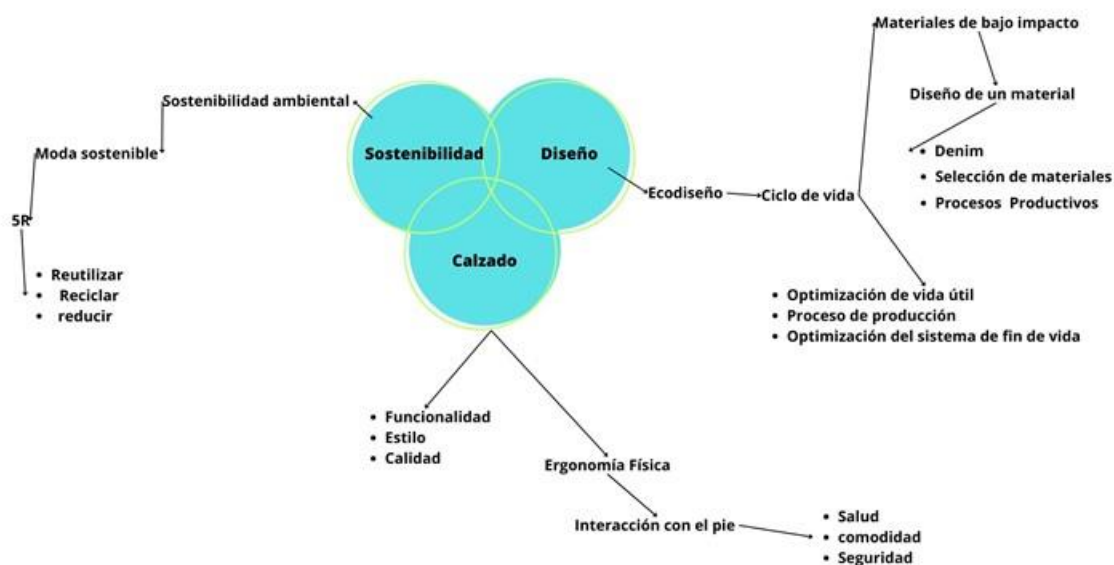
La industria textil y la tela denim se encuentran en un punto de inflexión crítico. La contaminación y los residuos que generan son insostenibles a largo plazo; sin embargo, la moda sostenible surge como un camino hacia un futuro más sostenible, adoptando prácticas más sostenibles en la industria textil, como la reutilización de un material. En este proyecto, se reutiliza un material para realizar una nueva creación y producir un nuevo producto.

Marco teórico

En base a los antecedentes, el marco teórico de esta investigación está enfocado en tres áreas interconectadas: sostenibilidad, diseño, y calzado, mediante los cuales se exploran conceptos relacionados con la moda sostenible, diseño de un material y ecodiseño.

Figura 1

Estructura del marco teórico



Nota. El grafico representa los tres ejes del marco teórico y su estructura

1. Moda Sostenible

La moda sostenible se presenta como un enfoque esencial para abordar los desafíos ambientales generados por el denim, alineándose con los principios de la sostenibilidad. Destaca la importancia de reducir el impacto ambiental tanto en la producción como en el consumo, mediante la aplicación de prácticas responsables, incorporando las 5R de sostenibilidad. En este proyecto, nos centraremos específicamente en tres de las cinco R's aplicadas al denim:

Figura 2

Las 5 R's de sostenibilidad.



Nota. El gráfico representa las 5R y su descripción. Tomado de Nahir, 2021, Las 5R del Zero Waste

¿Cómo reducir tus residuos? Esturirafi.

La primera R, reutilizar, implica tomar una materia prima existente y transformarla en un nuevo producto, prolongando su vida útil y reduciendo así la generación de residuos. En este proyecto, esta práctica se aplica directamente al darle una segunda vida al denim que, de otro modo, sería desechado. Al proporcionarle una nueva aplicación que tiene valor, se aborda de manera efectiva el problema de desperdicio asociado con el denim. Estas acciones representan un enfoque integral para lograr una moda más sostenible y respetuosa con el medio ambiente, aprovechando los recursos disponibles y minimizando el desperdicio.

La segunda de estas R es reciclar. Aunque reutilizar no es lo mismo que reciclar, en este proceso también se considera, ya que los desechos del denim requieren un tratamiento o transformación para convertirse en nuevos productos. La inclusión de la práctica de reciclar amplía las posibilidades de aprovechar al máximo los recursos textiles existentes, contribuyendo así a la sostenibilidad del ciclo de vida del denim.

La tercera de estas R es reducir, y se logra al reutilizar los desechos del denim en lugar de fabricar nuevos materiales. Esta acción no solo promueve la eficiencia en el uso de recursos, sino que también contribuye directamente a la reducción del consumo de materias primas y a la preservación de los recursos naturales. Al adoptar estas prácticas, se avanza hacia un modelo de moda más responsable y comprometido con la reducción del impacto ambiental asociado con la industria textil.

2. Ecodiseño

El ecodiseño se centra en mejorar el aspecto ambiental de un producto a lo largo de cada etapa de su ciclo de vida, desde su concepción en la fase conceptual hasta su gestión como residuo (Design Thinking 24/7, 2019). Esta perspectiva es fundamental, ya que subraya todo el ciclo de vida del calzado sostenible, enfocándose en la elección de materiales con bajo impacto ambiental y en la implementación de técnicas de producción alternativas para minimizar el consumo de recursos durante su uso.

Además, se busca optimizar la vida útil del calzado, asegurando que sea confiable, duradero y fácil de mantener o reparar. También se hace hincapié en la creación de una fuerte relación entre el usuario y el producto. En la fase final de su vida útil, el ecodiseño plantea estrategias como la re-fabricación o el reúso de materiales para prolongar la vida y reducir residuos. Estos principios serán aplicados en todas las fases del desarrollo del proyecto.

Ecodiseño y diseño de un material

El diseño de un material sostenible desempeña un papel clave en la investigación, especialmente al trabajar con uno de los principios del ecodiseño y buscar la utilización de materiales de bajo impacto, como el denim reciclado. Este proceso implica la identificación de las propiedades del material y la potenciación de sus características, así como las funciones que desempeñará en la fabricación de calzado sostenible. La fase inicial es crucial para establecer los requisitos y funciones del material en desarrollo.

La elección de los materiales que fortalecerán al denim en la creación del material para el calzado sostenible se convierte en una decisión crítica en el proceso. No solo deben ser ecológicos, sino también funcionales y adecuados para su aplicación en la fabricación del calzado. Esto implica considerar las limitaciones de cada material y su interacción con el denim en el proceso de creación. Un conocimiento profundo, tanto teórico como práctico, es fundamental para garantizar un desarrollo exitoso del material.

En el ámbito teórico, se requiere una comprensión detallada de características clave como la durabilidad, resistencia, flexibilidad, abrasión y versatilidad del denim. Estas propiedades juegan un papel crítico en la funcionalidad y el rendimiento del material final. Además de estas propiedades intrínsecas, es esencial comprender las características de los materiales de refuerzo que se incorporarán en el proceso de desarrollo, ya que pueden mejorar significativamente la resistencia y durabilidad, contribuyendo a la calidad y longevidad del producto final.

En el ámbito práctico, es necesario llevar a cabo experimentos con cada material involucrado en el proceso de desarrollo. Esta fase permitirá evaluar cómo se comportan los materiales en condiciones reales y cómo interactúan entre sí. Además, se deben analizar los materiales diseñados siguiendo normas y estándares para verificar su cumplimiento. Se debe desarrollar un esquema de proceso de materialización que guíe la transformación del material diseñado teóricamente. Este proceso incluye la


fabricación y la evaluación de muestras, proporcionando información valiosa sobre su viabilidad y rendimiento del calzado en condiciones del mundo real.

3. Calzado

El calzado es fundamental en la vida diaria, trascendiendo su función primaria de ser una necesidad básica para proteger los pies. Los zapatos han evolucionado para convertirse en una declaración de estilo y una parte integral de cómo nos presentamos al mundo. La creación de calzado busca fusionar la estética, la funcionalidad y la comodidad, adaptándose continuamente para satisfacer las necesidades cambiantes de las personas. En este contexto, existen diversos tipos de calzados, cada uno diseñado para cumplir con propósitos específicos.

Tabla 1

Tipos de calzados y su descripción.

| Tipo de calzado | Descripción | Gráfico |
|----------------------------|---|--|
| Calzado casual | Incluye calzado diseñado para uso diario y comodidad. |  |
| Calzado de moda sostenible | Calzado de diseñador fabricado con procesos y materiales respetuosos con el medio ambiente. |  |

En este proyecto, el enfoque se centra en un tipo de calzado casual diseñado para un usuario de moda sostenible. Durante la fase de investigación, el objetivo es caracterizar al usuario, lo cual implica no solo comprender sus preferencias estilísticas, sino también identificar sus necesidades específicas. Se

busca entender las preferencias y necesidades del usuario para proporcionarle una función principal, un factor crucial en el desarrollo del calzado sostenible.

Importancia de la ergonomía en el calzado

En el desarrollo del proyecto, un buen diseño de calzado no solo se centra en la creación de zapatos visualmente atractivos, sino también en concebirlos considerando las necesidades y preferencias del usuario. La ergonomía física juega un papel fundamental al asegurar que el calzado se adapte de manera óptima a la anatomía y al movimiento del pie, contribuyendo así a la comodidad y la salud del usuario.

En el diseño de calzado, la ergonomía física desempeña un papel fundamental. Este concepto aborda el estudio de cómo el cuerpo humano interactúa con su entorno y cómo se pueden diseñar productos para ajustarse de manera óptima al cuerpo. En el contexto específico del diseño de calzado, la ergonomía se aplica al desarrollo de zapatos que se adapten naturalmente a la anatomía y al movimiento del pie. Para lograrlo, se miden las longitudes del pie para obtener una horma precisa. En este proceso, se emplean medidas antropométricas de la población mexicana debido a su cercanía y fisonomía similar, tomando en cuenta las siguientes medidas como referencia.

Tabla 2

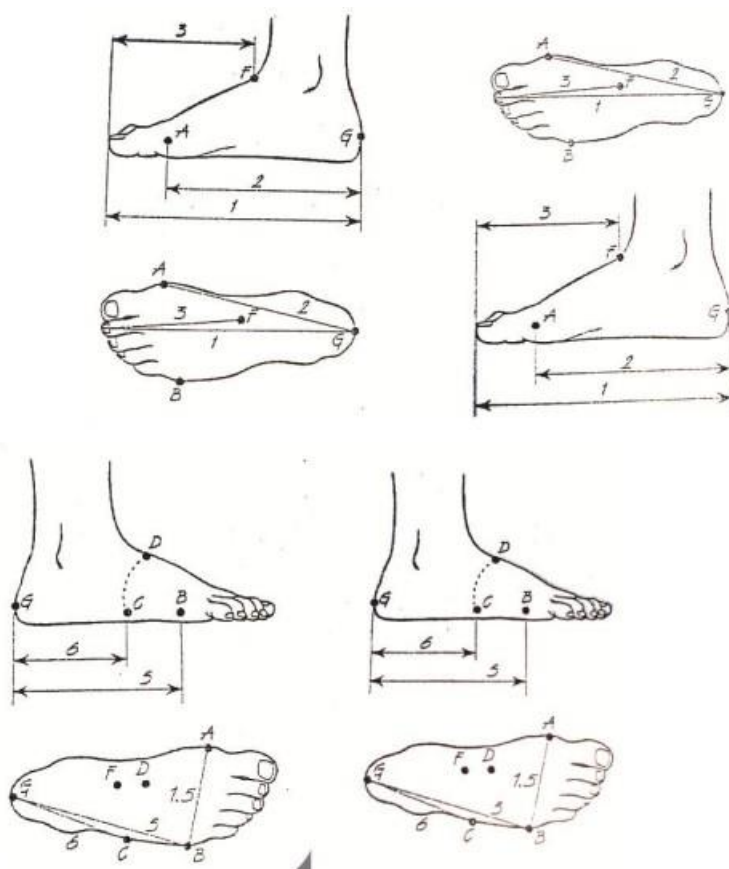
Medidas antropométricas y dimensiones.

| Medidas antropométricas | Dimensión |
|---|-------------------------|
| Población mexicana 50% (18-24 años) Tamaño del pie | Longitud: 262mm |
| | Anchura: 98mm |
| | Anchura del talón :68mm |
| Población mexicana: altura del tobillo 50% (19-24 años) | Altura: 72 mm |

Nota. Esta tabla describe el tamaño del pie y la altura del tobillo de la población mexicana.
Tomado de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana: México, Cuba, Colombia, Chile. (2007). researchgate.

Figura 3

Diagrama de medición de hormas



Nota. La figura representa los puntos que se debe tomar para la medición de una horma.

tomado de CIATEC, medición de hormas, 2015

Tabla 3

Puntos de medidas longitudinales con el pie en carga

| Medidas Longitudinales | Descripción | Finalidad |
|--|--|--|
| Longitud del pie | La medida que abarca desde la parte posterior del talón G hasta el dedo más largo: 255mm | Para determinar el tamaño del calzado |
| Longitud del primer metatarsiano | Esta medida se extiende desde el punto más alejado del talón G hasta la cabeza del primer metatarsiano A: 210mm | Esta medida es crucial para definir la ubicación del punto de máxima carga durante la fase de despegue en la marcha y la carrera |
| Longitud del antepié | La distancia entre el dedo más largo y el punto donde la pierna se encuentra con el pie F: 160mm | Esta medida determina la longitud máxima de la parte superior del calzado. |
| Anchura del talón | Se mide entre los puntos más prominentes en la zona media del talón, a la altura del apoyo del suelo: 80mm | Esta medida proporciona una estimación del espacio necesario para acomodar la bolsa de tejido adiposo que recubre el talón |
| Longitud del quinto metatarsiano | La longitud que se extiende desde el punto más alejado del talón G hasta la cabeza del quinto metatarsiano. B: 165mm | Esta medida ayuda a caracterizar la longitud del arco externo del pie. |
| <i>Longitud de la apófisis del quinto metatarsiano</i> | <i>La distancia desde la parte posterior del talón C hasta la apófisis estiloides del quinto metatarsiano.: 75mm</i> | <i>Esta medida para determinar la curvatura del calzado</i> |

Nota. Tomado de Diseño de Calzado Sustentable a partir de la identidad cultural Andina, producido por Pymes familiares para un mercado global. Caso de Estudio: Taller Guiti/Machachi”, 2013

Con las medidas de la horma adecuada, el calzado debe proporcionar un soporte óptimo para el arco del pie y permitir el movimiento natural de los dedos y el talón, además de una distribución adecuada en la planta del pie y la correcta alineación de la columna vertebral. Este enfoque demanda un conocimiento profundo del sistema de marcha humano, el cual se examina minuciosamente durante la fase de investigación.

Problemática

La industria textil ha experimentado un crecimiento constante en las últimas décadas, impulsado por el aumento del consumo y la rápida evolución de las tendencias de moda. Este crecimiento ha provocado una significativa acumulación de residuos a nivel global. El material que contribuye en mayor medida a esta problemática es la tela denim, debido a su alta demanda y popularidad en la confección de prendas.

Ecuador no es ajeno a esta tendencia, ya que la producción y desecho de denim en el país también han generado toneladas de residuos. Uno de los desafíos más apremiantes reside en la falta de un proceso de reciclaje y en la necesidad de encontrar aplicaciones significativas que otorguen un nuevo valor a estos residuos, contribuyendo así a la reducción de la problemática asociada a este material.

Capítulo II: Planteamiento Metodológico

Objetivo general

Crear un nuevo material con la tela denim, aprovechando al máximo sus propiedades, con el propósito de fabricación de calzado sostenible

Objetivos específicos

1. Investigar las propiedades del denim, enfocándose en la explotación de sus características más destacadas, para su aplicación en el calzado sostenible.
2. Experimentar con el denim y diferentes materiales, caracterizando formalmente, funcionalmente y estéticamente el material diseñado.
3. Desarrollar un prototipo de calzado sostenible, reutilizando desechos del denim.
4. Validar el diseño del calzado comparando con las necesidades del usuario.

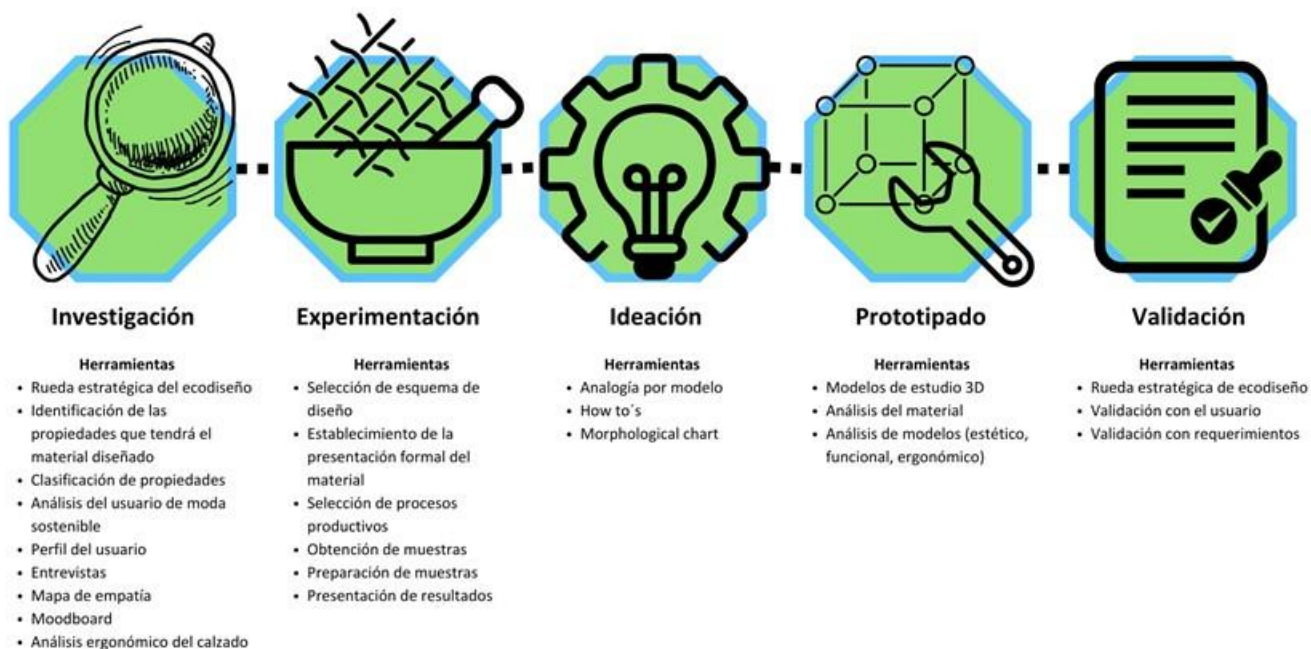
Marco Metodológico

Este proyecto se apoya en una red de metodologías que, en su conjunto, se enfocan en el desarrollo del calzado sostenible. Para la fase de diseño de producto, se basa en las fases propuestas por Paul Rodger y Alex Milton, buscando llevar a cabo una investigación efectiva y útil con el objetivo de crear productos de alta calidad que realmente satisfagan al usuario (Métodos De Investigación Para El Diseño De Producto, 2013). En cuanto al aspecto de sostenibilidad, adoptamos la metodología del Ecodiseño, la cual busca una producción más sostenible y un uso más eficiente de los recursos (¿Qué es EcoDiseño? -- Ecodiseño Centroamérica s. f.). Dentro de esta metodología, analizamos minuciosamente el ciclo de vida del producto desarrollado.

En el eje relacionado con la elección de materiales y producción, incorporaremos la metodología de Diseño de un Material. Esta se concentra en descubrir y valorar los atributos del material, considerándolos como producto final en el proceso de diseño conceptual (Materiales en el diseño industrial, 2010). Esta combinación de metodologías nos permite no solo crear un producto de calzado sostenible, sino también asegurar que cumpla con las necesidades y expectativas del consumidor.

Figura 4

Metodología y sus fases



Nota. Este gráfico representa las 5 fases del proyecto y sus herramientas.

Fase de investigación

Objetivos: fase Investigación

1. Propiedades del material: Investigar y analizar a profundidad las propiedades del denim reciclado determinando las capacidades y limitaciones del material.
2. Características necesarias del material: Identificar las características específicas para el material diseñado, para un cumplimiento adecuado en la fabricación de calzado.
3. Necesidades y estilo del usuario: Investigar y comprender las necesidades, preferencias, expectativas y preferencias estéticas de los usuarios potenciales de este calzado sostenible, para la determinación de cómo el diseño del calzado puede adaptarse a sus gustos y necesidades.

1. Rueda estratégica de ecodiseño

Se utiliza esta herramienta para analizar el ciclo de vida del denim en 7 ejes claves: diseño de concepto, optimización, selección de materiales, producción, transporte, uso y eliminación. Se generan gráficos detallados que representan el proceso de producción y el ciclo de vida completo del denim, especificando el consumo de recursos y la contaminación en cada etapa. Además, se elabora un

diagrama de flujo que ilustra el proceso de desecho del denim. Estos gráficos son fundamentales para el análisis integral y aportan información valiosa para la rueda estratégica de ecodiseño.

Figura 5

Gráfico del proceso de producción

Proceso de producción del denim

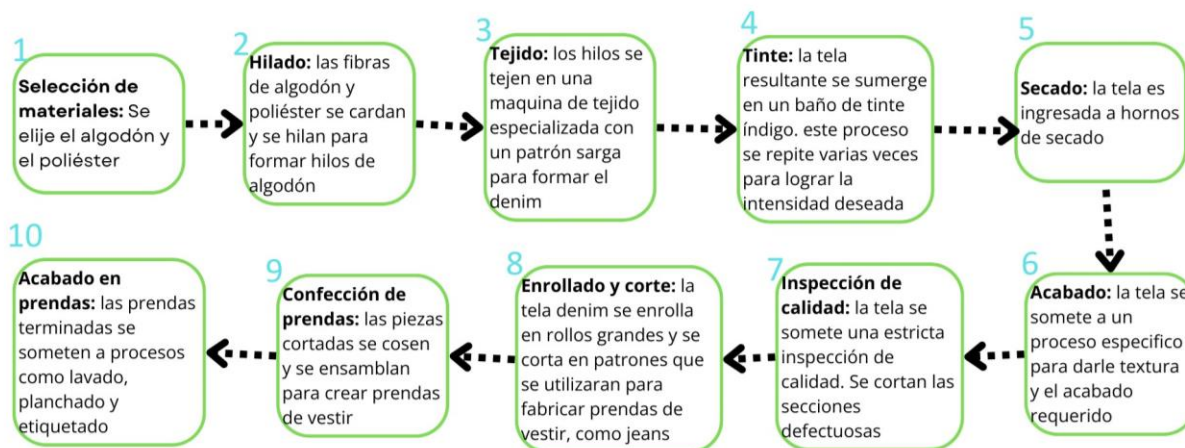


Figura 6

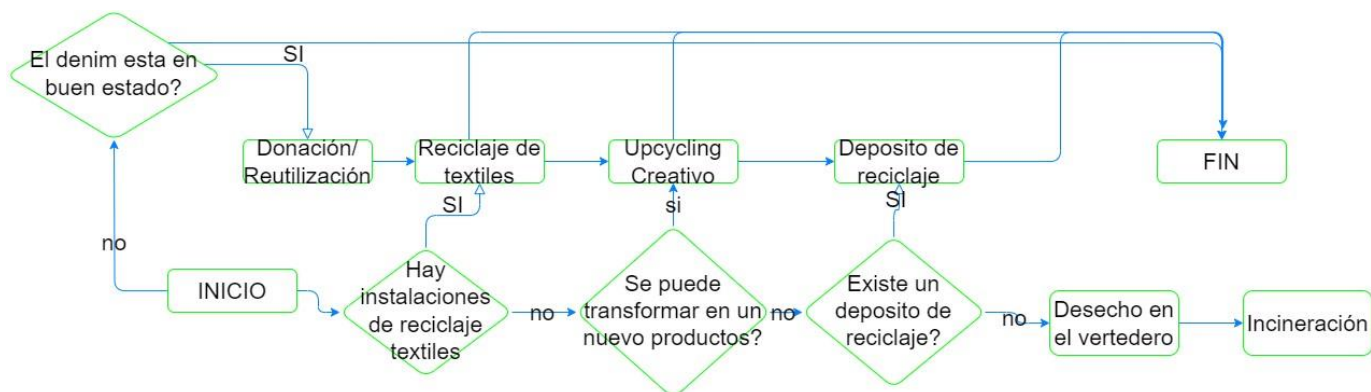
Gráfico del ciclo de vida del denim

Ciclo de vida de 4 años



Figura 7

Diagrama de flujo del desecho del denim



Conclusiones de los gráficos

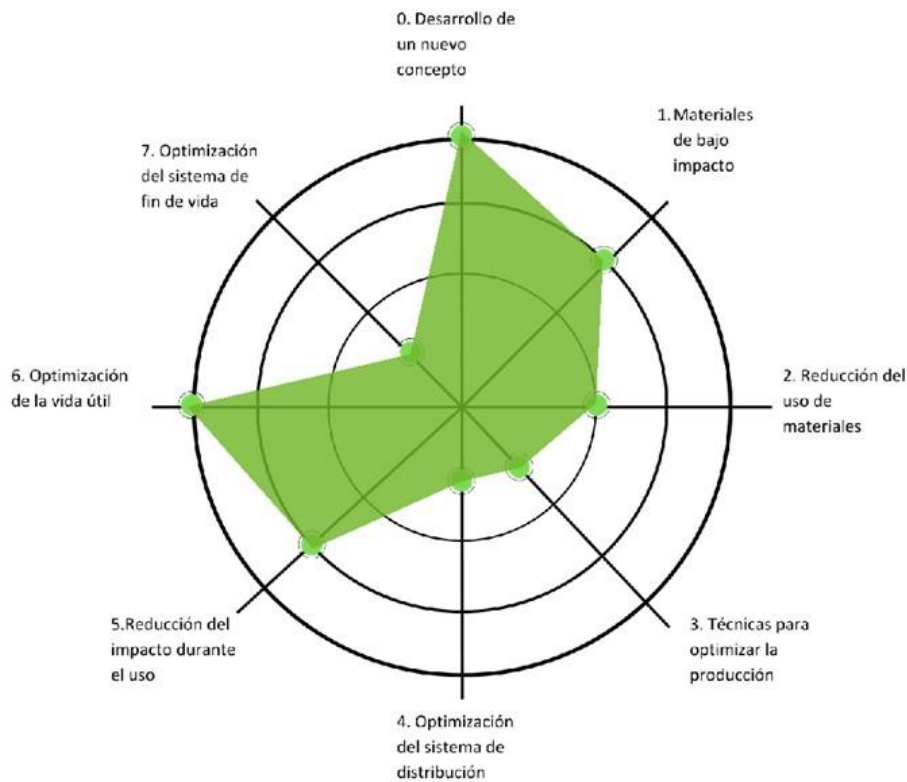
Después de analizar los datos pertinentes de los gráficos y el diagrama de flujo, se revela una contaminación significativa relacionada con la producción y el desecho del denim a nivel mundial. Este hallazgo plantea desafíos, pero también abre oportunidades valiosas para la acción.

En primer lugar, es evidente que parte de este problema puede abordarse desde el inicio del proceso de producción del denim. Una medida eficaz sería la reutilización de los residuos generados durante el corte del rollo de tela, lo que reduciría la cantidad de desechos producidos en la fase inicial. Además, destaca la baja tasa de reciclaje del denim una vez cumplida su vida útil, actualmente solo del 1% a nivel mundial. Esto genera una nueva oportunidad significativa para mejorar la gestión de residuos mediante el fomento del reciclaje y la reutilización de prendas de denim usadas.

Una oportunidad ambiciosa que surge es establecer un ciclo circular para el denim, lo que significa que este material podría reciclarse y reutilizarse repetidamente sin generar residuos significativos. Esta iniciativa podría tener un impacto positivo tanto en el medio ambiente como en la industria de la moda, al reducir drásticamente la necesidad de producir nuevo denim y acumular desechos.

Figura 8

Rueda Estratégica de Ecodiseño (Perfil ambiental del denim)



Nota. Este gráfico representa el perfil ambiental del denim y su impacto.

El perfil ambiental del denim se evalúa mediante la rueda estratégica de ecodiseño. En el desarrollo de un nuevo concepto, recibe una calificación alta por sus cualidades notables, como durabilidad, elasticidad, versatilidad y peso ligero. En el eje de materiales de bajo impacto, obtuvo una puntuación intermedia, ya que, aunque su material principal es el algodón, que es biodegradable, también incorpora materiales sintéticos no sostenibles en su composición. En cuanto a la reducción de materiales, el puntaje es bajo debido al uso de materiales químicos adicionales para los procesos de teñido y acabados finales.

En la optimización de la producción, el denim recibe una calificación baja por la contaminación en sus etapas de fabricación. En el eje de optimización del sistema de distribución, la valoración es baja debido al uso abundante de recursos no renovables en la distribución y etiquetado. Respecto al eje de reducción del impacto durante el uso, el denim obtiene una calificación intermedia por la contaminación

y alto consumo de agua asociados con su proceso de lavado. En la optimización de la vida útil, el denim obtiene un puntaje elevado porque es un material durable y resistente. Por último, en la optimización del sistema de fin de vida, el denim obtiene una puntuación baja, ya que genera una cantidad significativa de residuos que a menudo terminan en vertederos.

Conclusión de rueda estratégica de ecodiseño

Este análisis integral del perfil ambiental del denim proporciona una visión clara de sus impactos a lo largo de su ciclo de vida, esencial para orientarnos en la optimización de fin de vida y la reutilización de residuos generados. En el proceso de crear un nuevo material, nuestra meta es abordar los puntos más problemáticos y bajos del proceso actual, aplicando prácticas que utilicen menos recursos materiales y sean eficientes y sostenibles. Aspiramos a reducir la contaminación al mínimo y preservar los aspectos positivos que ofrece el denim. En resumen, este análisis nos da una hoja de ruta clara para mejorar la sostenibilidad del denim, centrada en la reutilización de residuos, la eficiencia de procesos y la minimización de impactos ambientales, manteniendo sus aspectos beneficiosos.

Identificación de las propiedades necesarias del material diseñado

Es esencial determinar las características y propiedades que nuestro material a diseñar deberá tener, basándonos en las pautas establecidas por Luisetti (2022). Esto garantizará su idoneidad para el uso previsto y asegurará que cumpla con los estándares de calidad, comodidad y rendimiento necesarios para un calzado sostenible. A continuación, se detallarán las propiedades esenciales para el éxito del proyecto.

Tabla 4

Propiedades necesarias del material a diseñar

| Propiedades | Descripción | Justificación |
|--------------------|--------------------|----------------------|
|--------------------|--------------------|----------------------|

| | | |
|----------------------------|---|---|
| Durabilidad y resistencia | Se examinará cómo el material diseñado presenta resistencia ante la deformación y la abrasión. | Esta característica es esencial para garantizar la longevidad del calzado sostenible. La resistencia y durabilidad contribuyen a reducir la necesidad de su remplazo. |
| Elasticidad y flexibilidad | Se abordará la flexibilidad y elasticidad del material, resaltando cómo se adapta a los movimientos naturales del pie. Se emplearán pruebas de flexión y estiramiento para evaluar estas propiedades. | Estas características son esenciales para la comodidad del usuario y para permitir que el calzado se ajuste de manera óptima a los movimientos del pie. |
| Antideslizante | Se examinará cómo el material proporciona tracción y minimiza el riesgo de resbalones y caídas. Se llevarán a cabo pruebas de tracción en superficies resbaladizas para evaluar su efectividad. | La seguridad del usuario es primordial. Las propiedades antideslizantes garantizan que el calzado sostenible sea confiable en su uso cotidiano |
| Transpirabilidad | Se abordará la manera en que el material facilita la ventilación y gestiona la humedad dentro del zapato. Se emplearán pruebas específicas para evaluar su capacidad de proporcionar un ambiente seco al usuario. | La comodidad es un aspecto crucial en la sostenibilidad. Un material que promueva la transpirabilidad y controle la humedad contribuye a la satisfacción del usuario. |
| Peso ligero | Se analizará cómo el material logra un equilibrio entre ser ligero y utilizar eficientemente los recursos. Se calculará la relación entre el peso y el uso de materiales. | La ligereza no solo mejora la experiencia del usuario al reducir la fatiga, sino que también tiene un impacto positivo en la eficiencia de producción y el consumo de recursos. |
| Reciclable/sostenible | Se explorará cómo el material es reciclable y cómo su producción cumple con principios de sostenibilidad. Se evaluará la posibilidad de reincorporarse a ciclos de producción responsable. | Es crucial que el material sea amigable con el medio ambiente, destacando su capacidad de reciclaje. |

Las propiedades identificadas son clave para el desarrollo del material. Su importancia se extiende más allá de la calidad y el rendimiento, ya que afectan directamente a la funcionalidad y la adaptabilidad del calzado. Para garantizar que el material cumpla con estas características esenciales, se evaluará

conforme a las normas ISO 20344 detalladas en el Apéndice A, que se refieren a requisitos y métodos de ensayo relacionados con el calzado. Estas normas se centran en la protección y la calidad que debe proporcionar el calzado para evitar lesiones en los pies. Aunque originalmente están diseñadas para el calzado de seguridad, las adaptaremos a nuestro contexto de calzado cotidiano.

2. Clasificación de Propiedades del Denim

Se procederá a analizar y clasificar las propiedades del denim que son esenciales para su uso en la fabricación del calzado sostenible. Estas propiedades no solo influirán en la calidad y el rendimiento del material, sino también en la consecución de los objetivos de nuestro proyecto. Se presentan en el siguiente cuadro, clasificadas en función de su relevancia para el calzado sostenible. Las propiedades seleccionadas, así como su descripción e importancia, se basan en (Denim – Propiedades Del Material Y Cuidado | LUSINI, 2023).

Tabla 5

Propiedades del denim

| Propiedades | Descripción | Importancia |
|-----------------------------|---|--|
| Resistencia a la tracción | Resistir a fuerzas de estiramiento antes de romperse | La resistencia es vital para la durabilidad del calzado |
| Resistencia a la abrasión | La capacidad de resistir al desgaste por fricción y roce continuo | Es importante para la estructura que se le da al material |
| Resistencia al desgarro | Resistencia al desgarre o rompimiento cuando se somete a fuerzas de tensión | El estiramiento puede influir en la adaptabilidad al calzado |
| Resistencia a la compresión | La capacidad de mantener su forma y grosos cuando se somete a presión | Puede contribuir al grosor del material |
| Resistencia a la flexión | La capacidad de doblarse repetidamente y no romperse | Esta propiedad puede contribuir a la flexibilidad del material |

| | | |
|--------------------------|---|--|
| Resistencia a la humedad | La capacidad de mantener su integridad estructural cuando es expuesto a humedad | Es esencial para la resistencia del material a la humedad |
| Estabilidad dimensional | La capacidad del denim para mantener sus dimensiones después del lavado | Es importante para la adaptabilidad del material con el agua |
| Retención de color | La capacidad de mantener su color y resistir al lavado y exposición al sol | Puede influir en la estética del calzado |

Las propiedades del denim son fundamentales al considerar este material para el desarrollo del calzado, ya que aporta durabilidad y resistencia. Estas características son esenciales en el desarrollo de un calzado sostenible.

3. Análisis del usuario de moda sostenible

Para identificar el perfil del consumidor de moda sostenible, se llevó a cabo una investigación bibliográfica en diversas fuentes, como las revistas *Slow Fashion Next* (Next, 2022) o *Modaes*, y también en informes de las Naciones Unidas relacionados con la producción de moda sostenible y *slow fashion*. Esta investigación reveló que el modelo de producción rápida y las tendencias cambiantes de moda, aunque beneficiosos para la economía, han generado un significativo impacto negativo en el medioambiental y social. Como resultado, ha surgido un grupo de consumidores preocupados por el medio ambiente que optan por el consumo y la práctica de la moda sostenible. Existe una teoría que dice que la principal motivación para consumir moda sostenible radica en las preferencias de los consumidores por ciertos atributos funcionales y psicológicos que esperan obtener por sus compras. Los consumidores asumen que, al adquirir moda sostenible, resuelven problemas y evitan impactos negativos (Lundblad & Davies, 2015).

Un estudio de Lundblad y Davies (2015) identifica seis patrones que influyen en la decisión de compra de moda sostenible. En primer lugar, el precio, que es percibido como premium, pero la durabilidad y calidad de estos productos están directamente conectadas, y el consumidor asimila que ha obtenido este valor por el precio, a largo plazo se compra menos. La segunda motivación es la autoestima y la autoexpresión. Estos sentimientos se logran gracias a la sensación que genera al usuario adquirir un producto que salga de lo común y tenga un estilo único. Al realizar estas compras, les gusta sentir o visualizar el uso de materiales sostenibles.

En tercer lugar, está la salud, ya que los consumidores asocian el uso de materiales sostenibles o naturales con beneficios para la salud, relacionándolo con la no utilización de productos químicos y menos contaminación en el agua o en el contacto con la piel. En cuarto lugar, la responsabilidad por el cuidado del ambiente genera una motivación por el cuidado de los recursos del planeta, ya que se alinea con los valores del consumidor, esto aumenta más cuando consideran el futuro familiar. En quinto lugar, el consumidor busca una sensación de realización, ya que, al realizar estas compras de moda sostenible, llegan a un sentimiento de liberación de culpa y satisfacción. No obstante, siempre buscan la transparencia en cómo se realizó el proceso de producción del producto. Finalmente, está la justicia social, que se enfoca en no apoyar la explotación social en las fábricas de producción de moda rápida y así apoyar a pequeñas comunidades y emprendimientos.

Podemos concluir que la motivación del consumidor puede percibirse egoísta, ya que el individuo busca un beneficio personal al sentirse bien consigo mismo y con sus valores como persona, además de tomar estas decisiones para mantener una buena imagen pública. En cuanto a la compra de estos productos, se asocia con la oferta de valores de consumo, como funcional, emocional, social y verde, este último asociado al medio ambiente. Estos valores son percibidos por el consumidor como motivaciones para realizar la compra. En primer lugar, la funcionalidad, la utilidad que ofrece el producto; segundo, la emoción, la capacidad del producto para despertar sentimientos de apego y

pertenencia al consumidor; tercero, el valor social, que genera al pertenecer a un grupo que consume moda sostenible; y, por último, el valor verde, que satisface al saber que se ayuda al planeta y se cumplen con los valores personales.

4. Perfil de usuario

Basándonos en una exhaustiva investigación sobre moda sostenible, se ha elaborado un perfil de consumidor detallado en el apéndice B, al que denominamos Fashionistas Verdes, que desempeña un papel fundamental en la definición de requerimientos y el diseño del calzado sostenible en la línea de moda sostenible.

Se identificó a un consumidor de edades comprendidas entre los 18 y 35 años, con una distribución de género del 60% mujeres y el 40% hombres. Mayoritariamente, estos consumidores se encuentran solteros o en una relación de pareja estable. En cuanto a su situación laboral, la mayoría trabaja en empresas o tiene negocios propios. Su nivel educativo abarca desde cursando estudios universitarios hasta haber completado la universidad. Desde el punto de vista socioeconómico, se ubican en las clases media y media alta.

Los Fashionistas Verdes se distinguen por su profunda preocupación por la salud y su firme compromiso con valores sociales y medioambientales. La conservación del entorno natural es una de sus principales inquietudes. Este grupo de consumidores busca constantemente alternativas de consumo que se alineen con sus creencias y valores. Son asiduos asistentes a ferias y campañas relacionadas con sus intereses. Sus lugares habituales de visita incluyen gimnasios, complejos deportivos y tiendas naturistas. Comparten y obtienen información a través de redes sociales y eventos locales, además de mantener vínculos cercanos con grupos afines.

Se caracterizan por su tendencia a tomar decisiones de compra influenciados por recomendaciones de redes sociales y amigos cercanos. También llevan a cabo investigaciones autónomas para mantenerse

al tanto de las tendencias sostenibles y conocer el origen de los productos que consumen. Sus compras suelen ser mensuales. Dentro de este grupo, identificamos dos subcategorías: el usuario potencial, cuya vida gira en torno a un estilo de vida sostenible, y el usuario habitual, quien busca constantemente alternativas de consumo para contribuir al cuidado del medio ambiente. Las necesidades que impulsan a estos consumidores a adquirir productos sostenibles incluyen la construcción de una imagen pública positiva, la satisfacción personal por contribuir al medio ambiente, la adaptación de su estilo de vida con principios sostenibles y la expectativa de obtener productos de calidad y versátiles. Los beneficios que esperan de sus compras son la satisfacción de contribuir al medio ambiente y la adquisición de productos duraderos y de alta calidad. Sus estilos de vida están guiados por la búsqueda de la salud, el respeto al medio ambiente y el consumo de productos versátiles, duraderos y de calidad.

5. Entrevistas

Basándonos en la investigación de literatura sobre moda sostenible y en la caracterización del perfil de usuario que hemos definido, realizamos cinco entrevistas abiertas detalladas en el apéndice C, de 10 minutos cada una, para validar el perfil de usuario y ampliar nuestro conocimiento. Los entrevistados fueron Luis Fernández, de 27 años; Karolina Yela, de 25 años; Cristóbal Yela, de 23 años; Dayana Tello, de 27 años; y Camila Córdova, de 18 años.

Los resultados de estas entrevistas revelaron que los participantes prefieren calzado casual y deportivo, dando énfasis a la comodidad debido a sus rutinas diarias que implican largos periodos de caminata. Los colores más utilizados son los neutros, y también se mencionaron colores blanco y negro. En cuanto a los materiales de calzado, se mencionaron tela, cuero, cuero sintético y gamuza, a menudo en combinación.

En relación al grosor de la suela, las mujeres prefieren suelas bajas cuando usan zapatos con tacones y suelas medianas a bajas cuando usan zapatillas. Por otro lado, los hombres tienden a usar suelas medianas y bajas.

Las características más importantes al adquirir calzado son la comodidad, la calidad del material y la estética. La mayoría de los entrevistados utiliza sus zapatos principalmente para ir a clases y en su vida diaria, lo que implica largos periodos de caminata. En cuanto al aspecto medioambiental, la mitad de los entrevistados no presta mucha atención al calzado en ese sentido, mientras que la otra mitad sí se fija si algunos materiales son reciclados.

En cuanto a las marcas, Lotto es popular debido a su comodidad y precio, seguida de Adidas, Nike y Reebok, también por su comodidad y la presencia de materiales reciclados en algunos de sus calzados.

Los entrevistados expresaron que preferían mostrar esta característica de manera sutil y uniforme, quizás mediante una estética formal y pequeños detalles en el diseño del calzado.

Conclusiones de las entrevistas:

Podemos concluir que las entrevistas a potenciales consumidores de moda sostenible nos proporcionaron una visión valiosa sobre sus preferencias y necesidades en cuanto al calzado. Los usuarios optan por calzado deportivo casual para su vida diaria, donde priorizan la comodidad y la calidad, prefiriendo colores neutros y mostrando preferencia por materiales como cuero sintético y tela. En promedio, prefieren suelas de grosor mediano. Además, aprecian la incorporación sutil de detalles de material reciclado en el diseño del calzado.

6. Mapa de Empatía

Figura 9

Descripción del mapa de empatía



En el proceso de comprensión del usuario, se ha desarrollado un mapa de empatía detallado en el Apéndice D con un individuo representativo, Luis Fernández, de 27 años. Luis manifiesta una preocupación activa por contribuir al cuidado del planeta, da importancia a su salud y disfruta de la conexión con la naturaleza. Su estilo personal refleja un interés en la moda, le gusta documentar su vestimenta a través de fotografías y comparte su experiencia en redes sociales. Muestra un auténtico interés en adoptar prácticas de consumo sostenibles, aunque reconoce que a veces puede resultar costoso y complicado encontrar alternativas adecuadas. Luis observa un creciente interés general hacia la sostenibilidad por parte de otros individuos, y valora la disponibilidad de productos sostenibles en el mercado. Se mantiene informado sobre estas cuestiones a través de las redes sociales y experimenta satisfacción al tomar decisiones responsables que están en armonía con el medio ambiente.

Conclusiones del mapa de empatía

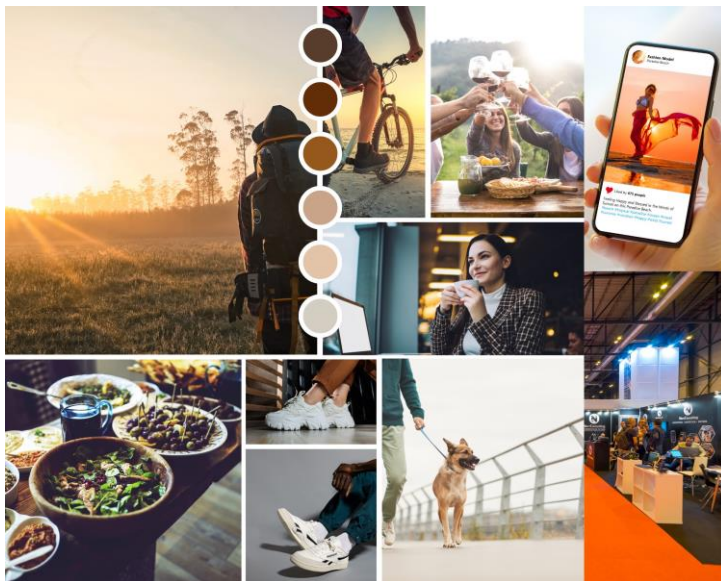
El usuario de moda sostenible, personificado por Luis Fernández, atribuye gran importancia a la sostenibilidad, la salud y su conexión con la naturaleza. El busca lograr un equilibrio armonioso entre su estilo personal y su responsabilidad ambiental. Su interés por productos sostenibles no deja de crecer, y percibe que las marcas comprometidas con esta tendencia generan un impacto positivo. La toma de decisiones alineadas con la sostenibilidad brinda una satisfacción al usuario.

7. MoodBoard

Se realiza un moodboard del usuario con el propósito de comunicar de manera efectiva la dirección emocional, estética y temática que debe ser reflejada en el diseño de calzado. Este proceso es esencial para definir el estilo único del usuario y, en consecuencia, el estilo que deberá caracterizar al calzado que se desarrollará.

Figura 10

Moodboard del usuario de moda sostenible



8. Análisis ergonómico para el calzado

En relación con el análisis ergonómico del calzado, su finalidad es salvaguardar el pie de diversos factores. Para lograr esto, es imperativo fabricarlo con materiales que integren flexibilidad y resistencia. En este contexto, resulta crucial tener un conocimiento detallado de las partes esenciales de un zapato, que incluyen:

Tabla 6

Partes esenciales de un zapato y su descripción

| Partes del calzado | Descripción |
|--------------------|--|
| Corte | Parte superior compuesta por todos los elementos del calzado |
| Capellada | Parte del calzado que cubre el empeine |
| Talón | Cubre zona del talón del pie |
| Caña | Cubre la zona desde el empeine hasta la parte posterior superior del talón |
| Enfranque interno | Va desde el sector posterior del arco plantar hasta el punto de inicio externo de la línea metatarsiana |
| Enfranque externo | Se ubica desde la terminación posterior del arco plantar hasta el punto de inicio de la línea metatarsiana del pie |
| Boca | Parte por donde se introduce el pie |
| Puntera | Sirve para dar soporte, estabilidad y mantener la forma del zapato. |
| Contrafuerte | Soporte y refuerzo del talón |
| Lengüeta | Parte que cubre el empeine de los cordones |
| Piso | Parte inferior del calzado |
| Cambrillón | Elemento que mantiene el arco del calzado |
| Suela | Base del zapato y en contacto con el suelo |
| Plantilla | Elemento que cubre el piso del calzado y donde descansa la planta del pie |

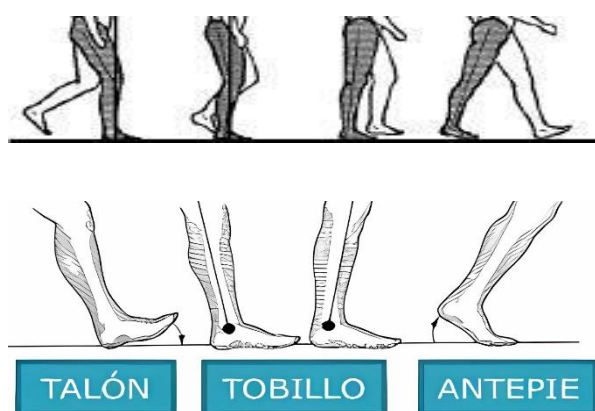
Se procede al análisis del ciclo de marcha humana, dividido en dos fases fundamentales: la fase de apoyo y la fase de oscilación. La fase de apoyo inicia con el contacto inicial del pie, por lo general a través del talón, y se desglosa en subetapas que abarcan desde la absorción del impacto del talón hasta diversos movimientos, incluida la dorsiflexión de la rodilla.

La fase de apoyo monopodal se fragmenta en dos partes, marcadas por el despegue del talón y el contacto del pie opuesto con el suelo, propulsando así el movimiento hacia adelante. Por otro lado, la fase de oscilación se activa cuando el pie se prepara para el siguiente paso.

Además, se examina la dinámica del conjunto tobillo-pie, el cual, a pesar de su movilidad limitada, desempeña un papel crucial en la marcha, presentando un rango de movimiento entre 20° y 40°. Se resaltan los cambios de flexión plantar y dorsal del tobillo durante el ciclo de marcha y cómo estos afectan la distribución de la fuerza del pie (Vista De Principios De Biomecánica Aplicados Al Diseño De Calzado, 2019).

Figura 11

Biomecánica marcha normal



Nota. El gráfico representa la secuencia de marcha. Tomado de A, M, N, 1991, Fases de la marcha Humana. Revista Iberoamericana De Fisioterapia Y Kinesiología.

A partir de este análisis y considerando que el calzado debe reducir el riesgo de lesiones, se establecen varios parámetros que el diseño de calzado tiene que cumplir:

Tabla 7

Parámetros de diseño de calzado

| Parámetro | Descripción |
|---------------------------|---|
| Contrafuerte | Garantizar la estabilidad del talón para prevenir movimientos excesivos de la articulación |
| Almohadilla | Esta parte cubre el talón y la parte inferior del tendón de Aquiles, evitando roces indeseados. |
| Cuña | Fabricada con un material suave que absorba la carga del impacto cuando el talón toca el suelo. |
| Parte anterior al suelo | Debe ser flexible y ligeramente convexa para facilitar el despegue de los dedos del suelo |
| Suela con relieve | Esencial para prevenir resbalones; el patrón de relieve debe ser antideslizante |
| Plantilla blanda interior | Debe ser suave para evitar fricciones y adaptarse al arco del pie |
| Pala | Debe ser flexible en la zona de los dedos para reducir la presión en esta área. |
| Forma del calzado | Debe ser de la forma del pie para permitir el movimiento de los dedos |
| Material transpirable | Debe tener ventilación para evitar la humedad dentro del calzado |

En conclusión, comprender la biomecánica de la marcha humana es esencial para diseñar calzado que brinde comodidad y soporte, además, los materiales del mismo deben ser durables y funcionales en diversas condiciones.

9.Requerimientos del proyecto

Los requerimientos del proyecto están planteados en base a los vectores de forma por Luis Rodríguez Morales, (2017). Estos se basan en la fase de investigación y en un análisis detallado de la información adquirida.

Tabla 8

Requerimientos en base a vectores de la forma

| Factor específico | Requerimiento | Descripción |
|---------------------|---|---|
| Ergonomía Física | Medidas Antropométricas población mexicana 50% (18-24 años) Tamaño del pie | Longitud: 262mm |
| | | Anchura: 98mm |
| | | Anchura del talón :68mm |
| | Medidas Antropométricas población mexicana: altura del tobillo 50% (19-24 años) | Altura: 72 mm |
| | Confort | <ul style="list-style-type: none"> • El calzado debe tener un soporte de arco plantar • Debe tener un drop de 6mm • Talón acolchado • Amortiguación • Flexibilidad • Refuerzo en el talón • Transpirabilidad |
| Ergonomía Cognitiva | Usabilidad | Indicadores intuitivos que indiquen el uso del calzado |

| | | |
|---------------------|----------------------------|--|
| | Sensorial | Desarrollo de un estilo acorde con el usuario |
| | Visibilidad | Visualización del material reciclado |
| Material | Resistencia y durabilidad | Soportar las actividades del uso diario, ser durable y soportar la abrasión |
| | Elasticidad y flexibilidad | <ul style="list-style-type: none"> • El calzado debe acoplarse al movimiento del pie al caminar • Acoplarse a la forma del pie |
| | Antideslizante | El dibujo de la suela debe ser antideslizante además del material y soportar sobre una superficie resbalosa |
| | Transpirabilidad | Brindar al objeto la posibilidad de mantenimiento y reinstalación. |
| | Peso | Debe tener un peso ligero y no pesar más 300 gramos |
| | Reciclable | El material se debe poder reciclar |
| Mecanismos de unión | Seguridad | Las uniones se deben hacer con costuras planas |
| | | El hilo debe ser de calidad para ser durable |
| | Mantenimiento | Debe ser posible desarmar el calzado para su mantenimiento |
| Procesos | Construcción | Cortes y ensamble de piezas que permita hacer más hormas |
| | Acabados | La tela debe tener un acabado firme y uniforme |
| Perceptual | Sensorial | Percepción de un calzado de calidad, cómodo y durable |
| | Diferenciación de la forma | Cualidades formales del calzado basado en el estilo del usuario |
| | Material | Su material represente características del material reciclado |

| | | |
|--------------------------|--------------|--|
| Simbólico | Naturaleza | Posea elementos de conexión con la naturaleza |
| | Casual | Su estilo se integre al entorno casual de calzado |
| Experiencial | Comodidad | Debe brindar una experiencia de comodidad en la rutina de un día |
| Expectativas del usuario | Conservación | Reducción de residuos |
| | Usabilidad | Experiencia del usuario en la vida real |
| | Estética | Vinculación del estilo de calzado-usuario. |

10. Conclusiones Parciales

La importancia de la fase de investigación radica en abordar los desafíos ambientales generados por la industria del denim y transformarlos en oportunidades para desarrollar calzado sostenible. El denim, a lo largo de su ciclo de vida, es un protagonista destacado en la contaminación ambiental. Sin embargo, su potencial es innegable, gracias a cualidades como la versatilidad, la durabilidad, la resistencia y la flexibilidad.

El proceso de diseño de un material calzado sostenible se apoya en estas propiedades del denim reforzándolas con materiales complementarios. Este enfoque permite crear un material que cumple con las exigencias de un calzado destinado a ser usado durante todo el día, ofreciendo comodidad sin comprometer la calidad. Este diseño se ajusta perfectamente al perfil del *Fashionista Verde*, un usuario de la moda sostenible. Estos individuos valoran la comodidad, la calidad y la responsabilidad ambiental al tomar sus decisiones de compra. Sus motivaciones van desde sus valores y autoestima hasta la salud y la satisfacción personal. Además, buscan contribuir al cuidado del medio ambiente.

Un aspecto crucial del diseño de calzado sostenible es su adaptación ergonómica al movimiento y la forma del pie. Esto asegura una experiencia óptima para el usuario, que no solo busca estilo, sino también funcionalidad y protección.

En resumen, la investigación es el pilar fundamental que permite conocer el potencial del denim transformándolo de un residuo en un material valioso para la moda sostenible. El diseño de calzado resultante se debe alinear con las demandas de un consumidor consciente y garantiza una experiencia cómoda y responsable con el medio ambiente.

Capítulo III. Experimentación, Desarrollo Conceptual y validación

Fase Experimentación

Objetivos de la fase

- Seleccionar los materiales de refuerzo del denim para el cumplimiento de las necesidades de un calzado.
- Experimentar mediante diferentes procesos productivos para la caracterización final del material.

1. Selección de materiales

Para cumplir con las propiedades requeridas del material, según se detalla en la tabla 4, es esencial seleccionar los materiales de refuerzo integrados con el principal, que es el denim. En este proceso, se lleva a cabo una identificación exhaustiva de los atributos clave de estos materiales de refuerzo, su estructura y la presentación en la que se adquiere el material. Para el posterior uso en la etapa de materialización; En el siguiente cuadro se describen los materiales seleccionados, sus atributos y la forma en que se adquiere el material.

Tabla 9

Materiales seleccionados y su descripción

| Material | Presentación | Estructura | Atributos |
|---------------------------|--|---|---|
| Caucho de silicón | Líquida con alta densidad y viscosidad, con consistencia espesa. | Su estructura se compone de polímeros de siloxano, que son cadenas de átomos de silicio y oxígeno. | <ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la temperatura que va desde aproximadamente -60°C hasta los 230°C • Flexibilidad y elasticidad • Resistencia química • Resistencia al envejecimiento • Transparencia • Baja toxicidad • Facilidad de moldeo • Alta estabilidad dimensional |
| Silicón grado alimenticio | Líquida con alta densidad y viscosidad, con consistencia espesa. | Su estructura se compone de polímeros de siloxano con grupos orgánicos unidos a la estructura. | <ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la temperatura que va desde aproximadamente -60°C hasta los 230°C • Flexibilidad y elasticidad • Resistencia química • Resistencia al envejecimiento • Transparencia • Baja toxicidad • Facilidad de moldeo • Alta estabilidad dimensional |
| Grenetina | Polvo fino | Su estructura se compone de coloidales derivadas del colágeno animal y propiedades termorreversibles. | Capacidad para retener agua y crear un matriz tridimensional cuando se hidrata y se enfría |

| | | | |
|----------------------|--|---|--|
| Glicerina | Líquida con alta densidad y viscosidad, con consistencia espesa. | Es un tiol alcohol y su estructura se compone por un hidroxilo. | Es un compuesto no toxico que puede mantener la humedad y su solubilidad en agua y alcohol. |
| Cera de abeja | Consistencia solida | Mezcla de ésteres, ácidos grasos y alcoholes | Es un compuesto no toxico con resistencia el agua además de que tiene propiedades emolientes |
| Almidón de maíz | Gránulos de maíz microscópicos | Compuesta principalmente de amilosa y amilopectina | <ul style="list-style-type: none"> • Alta capacidad de absorción de agua • Gelificación • Sin sabor ni olor |
| Vinagre | Solución acuosa de densidad baja | Es un ácido acético compuesto por carbono, hidrógeno y oxígeno. | <ul style="list-style-type: none"> • El vinagre es un conservante natural • Desengrasante • Decapante |
| Bicarbonato de sodio | Polvo grueso | Está compuesto por átomos de sodio, hidrogeno, carbono y oxígeno. | <ul style="list-style-type: none"> • Soluble • No toxico • Abrasiva no agresiva |









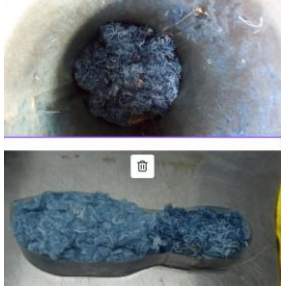

2. Proceso de materialización







La siguiente figura detalla la combinación de materiales, el proceso y los instrumentos utilizados en este contexto.

Tabla 10

Figura describiendo la experimentación con el material denim

| Materiales | Instrumentos | Proceso | Muestra |
|------------|--------------|---------|---------|
|------------|--------------|---------|---------|

| | | | | |
|--|---|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> -Denim -Caucho de silicón | <ul style="list-style-type: none"> -Tijera -Guantes de látex -recipiente -cuchara de palo -Molde de madera prensas | <p>Trozos cortados de un solo tamaño de denim (60 %) remojados en caucho de silicón (40%) y unidos una capa sobre la otra, para prensarlos en un molde de madera</p> |  | <p>A</p>  |
| <ul style="list-style-type: none"> -Denim -Silicon alimenticio | | <p>Trozos pequeños de denim (70%), mezclado con el caucho de silicón (30%), prensados en el molde de madera</p> |  | <p>B</p>  |
| <ul style="list-style-type: none"> -Denim -Almidón de maíz -Silicon alimenticio | | <p>Trozos pequeños de denim (70%), mezclado con el caucho de silicón (20%) y almidón de maíz (10%), prensados en el molde de madera</p> |  | <p>C</p>  |
| <ul style="list-style-type: none"> -Denim – -Caucho de silicón alimenticio | <ul style="list-style-type: none"> -Licuadora industrial -Guantes de látex -recipiente -cuchara de palo -Molde de madera prensas | <p>Denim triturado (70%) mezclado con el silicón (30%), para prensarlo en un molde</p> |  | <p>D</p>  |
| <ul style="list-style-type: none"> -Denim -Caucho de silicón alimenticio -Caucho de silicón | | <p>Denim triturado (70%) mezclado con el silicón (15%), y silicon alimenticio (15%), para prensarlo en un molde</p> |  | <p>E</p>  |

| | | | | |
|---|--|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> -Denim -Cera de abeja -Glicerina -Gelatina | <ul style="list-style-type: none"> -Tijeras -Guantes de látex -recipiente -cuchara de palo -Molde de madera -prensas -Olla -Cocina | <p>Se mezcla una taza de gelatina con agua hirviendo para luego poner media taza de cera de abeja, después colocar Una taza de glicerina.</p> <p>Denim en trozos pequeños mezclados con el aglutinante y prensado en el molde</p> |  | <p>F</p>  |
| <ul style="list-style-type: none"> -Denim - -Vinagre - -Bicarbonato de sodio | <ul style="list-style-type: none"> -Recipiente -Guantes de látex -Cuchara -tijera | <p>Se remoja un trozo de denim en una pasta de bicarbonato de sodio mezclado con vinagre</p> |  | <p>G</p>  |
| <ul style="list-style-type: none"> -Denim | <ul style="list-style-type: none"> -Lija 60 -Tijera | <p>Se lija el jean en una dirección</p> |  | <p>H</p>  |

4. Presentación de muestras

Se llevó a cabo un análisis comparativo entre la información recopilada durante la fase experimental y los requisitos funcionales iniciales establecidos en la tabla 4. Además, las muestras fueron sometidas a pruebas de corte, resistencia y flexibilidad, mientras se evaluaba su apariencia con base en principios de diseño.

Análisis de muestras

Tabla 11

En la siguiente tabla se realiza un análisis de las muestras

| Muestra | Análisis |
|---------|---|
| A | Esta muestra presenta características de un material muy resistente y antideslizantes sin embargo no es flexible y no se adapta a un molde con formas |
| B | Esta muestra tiene características resistentes, flexibles y un buen acabado sin embargo no tiene adaptabilidad a un molde más orgánico |
| C | Esta muestra tiene características resistentes, flexibles, antideslizantes y un buen acabado y debido al almidón le da más resistencia. Y tiene adaptabilidad a moldes. |
| D | Esta muestra tiene características flexibles y resistente además tiene un buen acabado, sin embargo, es muy delgada para una suela |
| E | Esta muestra fue un intento fallido de mezclar dos silicones y no tuvo la consistencia adecuada |
| F | Esta muestra tiene características de flexibilidad sin embargo no es resistente ni la consistencia adecuada |
| G | Esta muestra tiene un acabado diferente al denim sin embargo el descoloramiento hace que el denim denote una apariencia desgastada y vieja. |
| H | Esta muestra le da una tonalidad diferente al denim y una apariencia más suave y uniforme |

Podemos concluir que la muestra C se ajusta mejor a los requisitos de una suela de moda sostenible, ya que exhibe características de flexibilidad, durabilidad, antideslizante y una mayor adaptabilidad al molde. Por otro lado, para la parte superior del calzado, la muestra D es la más idónea debido a sus acabados y su flexibilidad. Además, la muestra H tiene un acabo más uniforme, suave y confiere una tonalidad diferente al denim.

4. Presentación de resultados

Se realiza un esquema de estandarización del proceso de materialización que permite obtener las muestras que se utilizaran para el calzado sostenible. En la siguiente tabla se muestra el esquema de diseño de los materiales seleccionados.

Tabla 12

Tabla de esquema de los materiales diseñados

| Material | Esquema |
|----------|--|
| <i>C</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Cortar el denim en tiras 2. Colocar en la trituradora industrial por 5 min 3. Mezclar el silicón alimenticio con el almidón de maíz. 4. Mezclar en un 70% de denim triturado y 30% del aglutinante. 5. Colocar en el molde 6. Dejar secar por 24 horas 7. Desmoldar |
| <i>D</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Cortar el denim en tiras 2. Colocar en la trituradora industrial por 3 min 3. Colocar el denim en una superficie horizontal para generar una plancha 4. Mezclar con el denim que es un 80% y el silicón un 20% 5. Prensar la plancha de denim 6. Desaprensar después de 24 horas |
| <i>H</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Colocar el denim sobre una superficie plana 2. Trazar una dirección en el denim 3. Lijar en esa dirección durante hasta visualizar el cambio de tono (3-5 min) 4. Limpiar con un pañuelo los residuos. |

Proceso de ideación

En el proceso de ideación, se emplearon dos herramientas distintas. La primera, denominada Analogía por Modelos, implica buscar inspiración en elementos que caracterizan al usuario. La segunda, conocida como "How's To", consiste en formular preguntas relacionadas con el cómo para determinar la mejor manera de satisfacer los requisitos ergonómicos en el diseño de calzado sostenible.

Analogía por Modelos

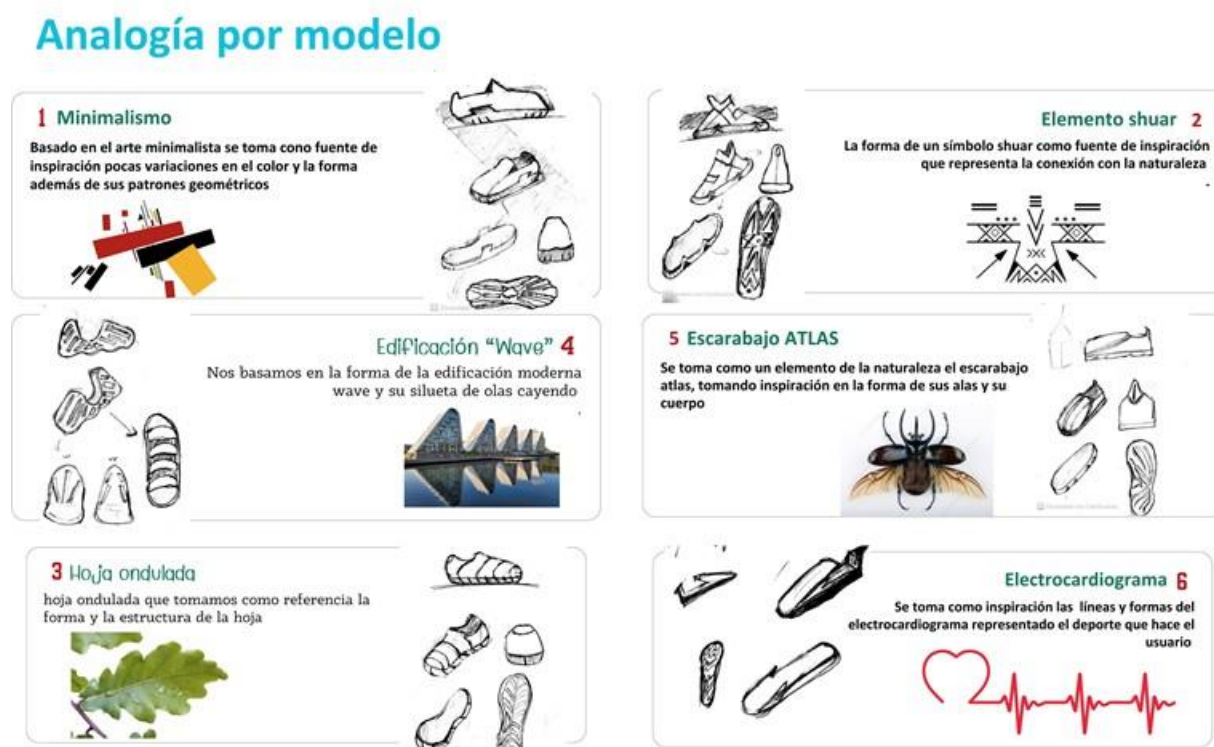
La inspiración se extrae de diversos elementos naturales, como el símbolo shuar, hojas, flores, insectos y raíces de árboles. Estos elementos se seleccionan considerando las preferencias y actividades del usuario. Además, se incorporan elementos relacionados con la salud y los valores de conservación del medio ambiente, tales como un electrocardiograma, el logo de reciclaje, un perfil de atardecer, arte minimalista y edificaciones.

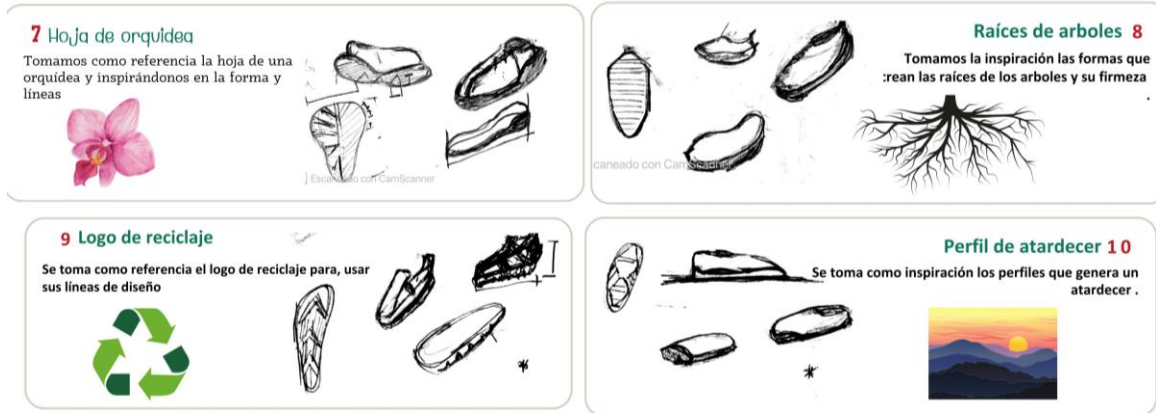
Se realiza un análisis formal y estético de estos elementos, evaluando sus líneas de diseño. Este análisis busca obtener alternativas conceptuales aplicadas en el diseño final.

En la siguiente figura se muestra bocetos rápidos y su inspiración

Figura 12

Bocetos rápidos y su analogía





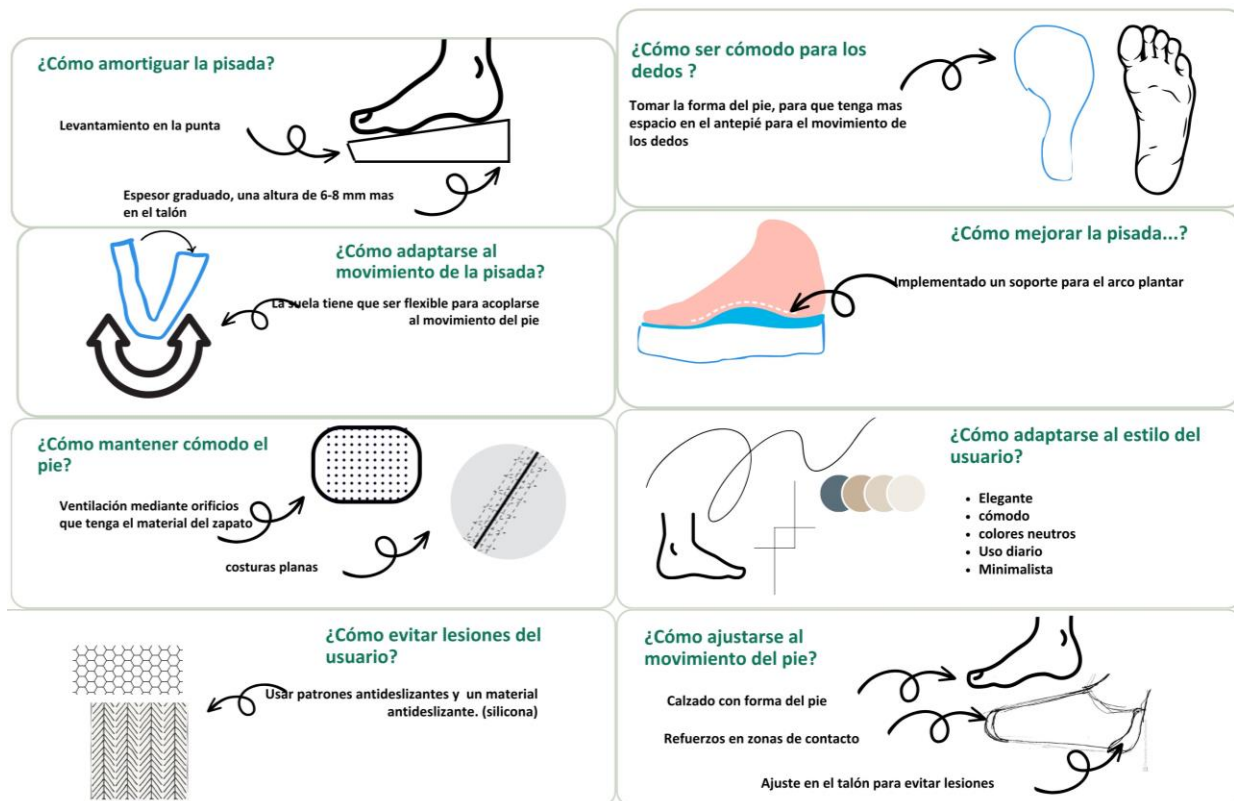
How's To

En esta herramienta se plantea preguntas de cómo debe ser diseñado el zapato para cumplir con requerimientos de comodidad, funcionalidad y se apegue al estilo del usuario.

En la siguiente figura se detalla las preguntas y como resolveremos estos requerimientos.

Figura 13

Soluciones con bocetos a los requerimientos



Visión de diseño

La visión de diseño de este proyecto se centra en la creación de un calzado diseñado para un usuario comprometido con la moda sostenible, fusionando la estética con un compromiso ecológico. La aspiración es reducir el impacto ambiental en la industria del calzado. Además, se busca la innovación en materiales, con énfasis en el desarrollo de un nuevo material a partir del denim reciclado.

Desde el diseño se define un perfil de usuario que permite conocer sus preferencias, necesidades y estilo. Para desarrollar un diseño de un calzado que se integre en la vida del usuario y que se alinee con los valores y compromiso con el medioambiente que tiene el usuario, generando un vínculo emocional y un sentido de pertenencia.

En cuanto al impacto ambiental, se experimenta con el índice reciclado y materiales para generar una alternativa duradera, sostenible y que genere un mínimo impacto ambiental, con la

capacidad de reutilizarse al final de su ciclo de vida. Este material se caracterizará por ser duradero, versátil y capaz de adaptarse a las necesidades del usuario.

La meta es contribuir a la conservación del entorno al demostrar que es posible confeccionar productos atractivos y funcionales sin comprometer la sostenibilidad. A través de este enfoque, aspiramos a un cambio positivo en la manera en que concebimos y producimos calzado.

Descripción de propuestas conceptuales

En base al proceso de ideación, se plantea tomar elementos de las analogías que más se acerquen con el estilo, y necesidades del usuario los cuales se aplican para el desarrollo de tres propuestas conceptuales.

Descripción de propuestas conceptuales

En base al proceso de ideación, se plantea tomar elementos de las analogías que más se acerquen con el estilo, y necesidades del usuario los cuales se aplican para el desarrollo de tres propuestas conceptuales.

Concepto 1

En el primer concepto incorpora el elemento Shuar, que posee un significado de conexión con la naturaleza, alineándose con los valores de responsabilidad ambiental del usuario. Además, se utiliza las líneas de diseño del logo de reciclaje, que es un elemento que transmite lo que se realiza en este proyecto.

Figura 14

Descripción del concepto 1



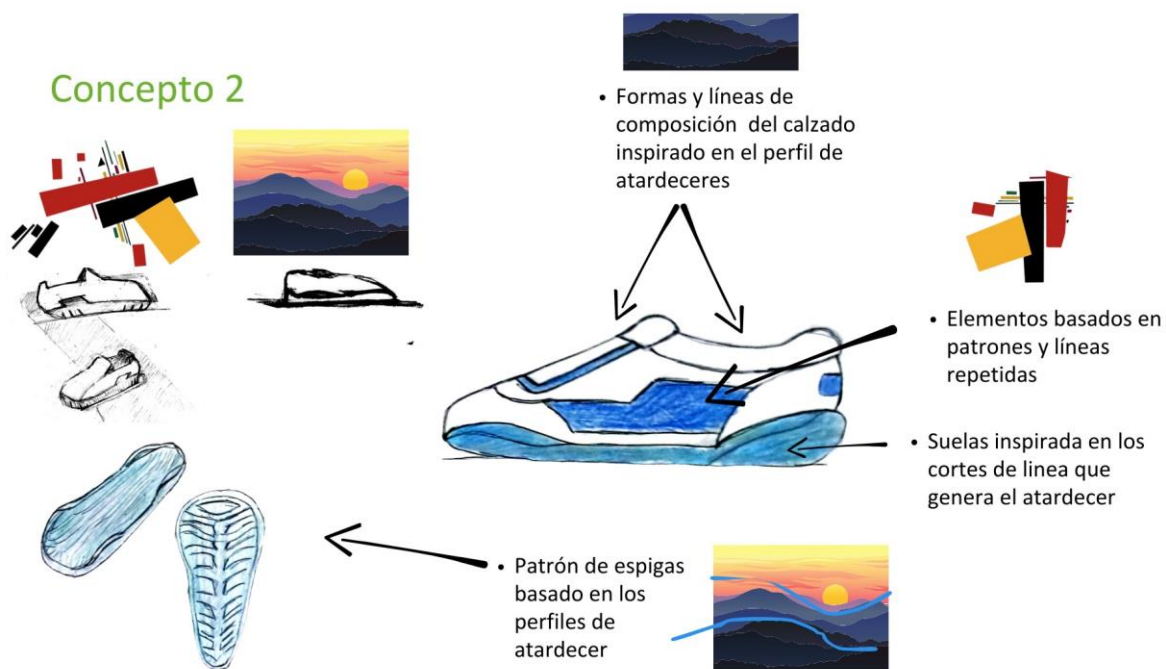
Se extrajo dos bocetos rápidos a partir de la herramienta de analogía por modelos para inspirar este concepto. Estos sirvieron de base, aprovechando sus composiciones de diseño del símbolo shuar y su forma logia, para la creación de un concepto que incorpora repetición de líneas curvas y principios de dualidad, Se forma líneas de continuidad y un elemento de cierre.

Concepto 2

En el segundo concepto incorpora el líneas y patrones del arte minimalistas, que transmite un estilo más formal y versátil, alineándose con el estilo del usuario. Además, se utiliza los perfiles que genera un atardecer, que es un elemento que transmite los gustos del usuario.

Figura 15

Descripción del concepto 2



La inspiración para este concepto proviene de dos bocetos rápidos desarrollados mediante la herramienta de analogía por modelos. Estos han servido como punto de partida, aprovechando sus composiciones y formas de diseño. En la creación de este concepto, se incorporan patrones y líneas repetidas, logrando una armonía y generando simetría. La abstracción de los perfiles del atardecer añade una dualidad y un sentido de orden al diseño.

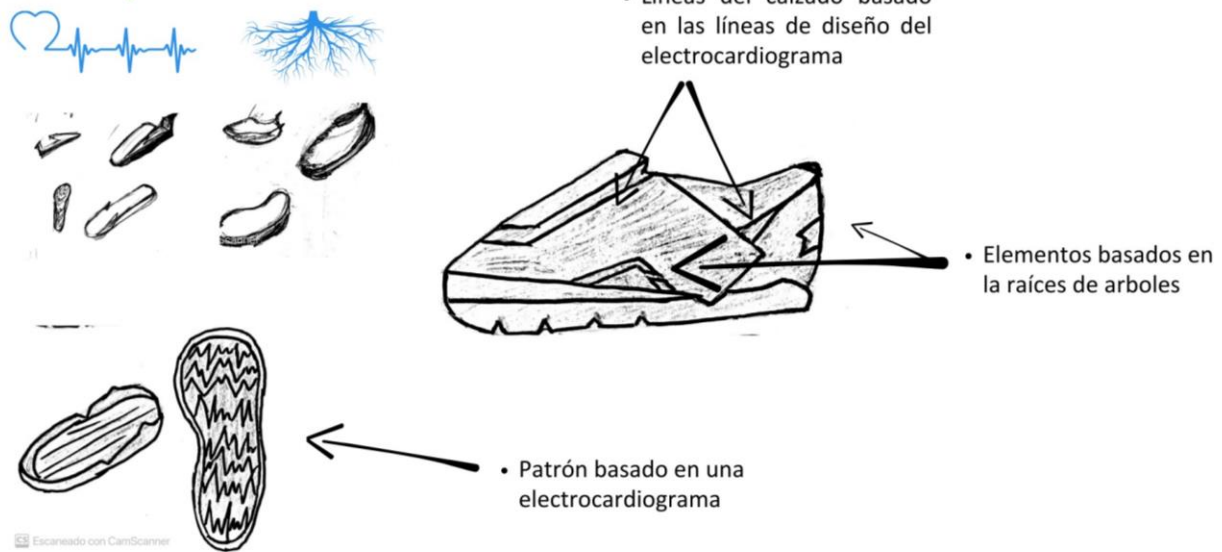
Concepto 3

Este concepto se fundamenta en dos elementos clave: el electrocardiograma, que simboliza la importancia del deporte en la vida del usuario, y las raíces de los árboles, que representan la conexión constante del con la naturaleza.

Figura 16

Descripción del concepto 3

Concepto 1



Este concepto se fundamenta en dos elementos clave: el electrocardiograma, que simboliza la importancia del deporte en la vida del usuario, y las raíces de los árboles, que representan la conexión constante del con la naturaleza.

Visualización de conceptos

En esta etapa, se define la descripción del concepto, el material, la combinación de colores y las vistas desde diferentes ángulos. También se lleva a cabo una evaluación con el usuario y los requerimientos de la tabla 5, para la elección del concepto final.

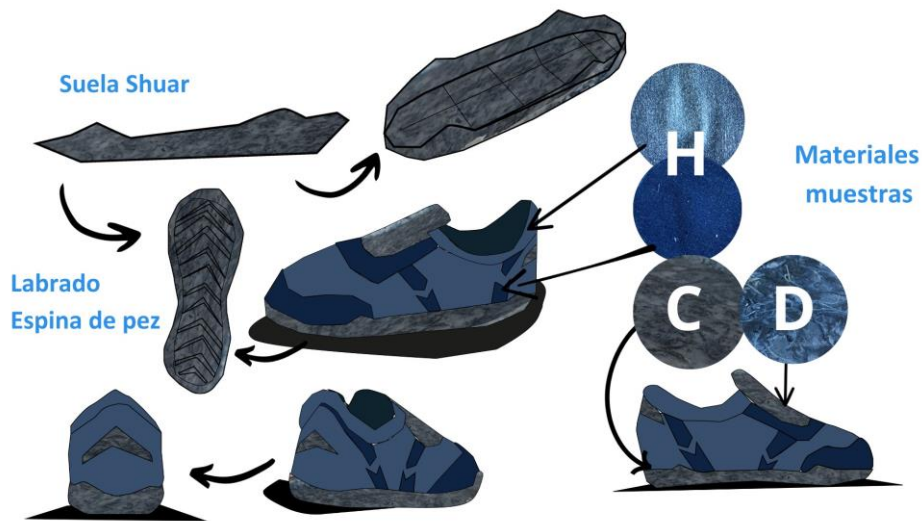
Concepto 1

Este diseño se inspira en la armonía y simplicidad, que se buscando la perfecta combinación entre funcionalidad y estética. El uso de colores neutros refuerza su versatilidad, para que se adapte al usuario en diferentes situaciones, se toma como inspiración un elemento grafico de la cultura Shuar de

conexión con la naturaleza que sea alineada con los valores del usuario. además, las líneas de diseño se inspiran en el icónico símbolo de reciclaje, refleja el compromiso con la sostenibilidad.

Figura 17

Características de la propuesta 1



Concepto 2

El diseño se encuentra inspirado en la simplicidad y elegancia, con el objetivo de crear un calzado minimalista y funcional para el usuario. Se ha tomado como referencia arte minimalista, incorporando patrones y repetición de líneas. Además, se utilizan los perfiles generados por un atardecer como elementos fundamentales en el diseño.

Figura 18

Características de la propuesta 2



Concepto 3

En este concepto de diseño, se fusionan dos fuentes de inspiración: las líneas dinámicas de un electrocardiograma, simbolizando movimiento, vitalidad y energía en la vida diaria del usuario, y las formas generadas por las raíces de los árboles, representando la conexión del usuario con la naturaleza. Esto se logra mediante la utilización de materiales resistentes y duraderos.

Figura 19

Características de la propuesta 3



Valoración de conceptos

A partir de la presentación de las propuestas, se procedió a realizar una evaluación con el usuario para determinar cuál se ajustaba mejor a sus preferencias y necesidades. Durante dicho proceso, se observó que el concepto número tres fue el seleccionado. Esta elección se debió a que su diseño versátil y elegante fue percibido como un elemento duradero y novedoso por parte del usuario.

Además, se evaluaron los requisitos más importantes de los vectores de la forma para determinar cuál de las propuestas cumplía con la mayoría de dichos requisitos. La evaluación se efectuó mediante una escala en la cual 1 indicaba que no cumplía y 5 indicaba que cumplía completamente, según se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 13

Evaluación de las propuestas

| Requerimientos | Descripción | Propuestas | | |
|-------------------|--|------------|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Sensorial | Estilo acorde con el usuario | 2 | 3 | 5 |
| Visibilidad | Visualización del material reciclado | 3 | 5 | 5 |
| Antideslizante | El dibujo de la suela debe ser antideslizante | 5 | 5 | 5 |
| Versatilidad | El diseño debe ser versátil para que se adapte a diferentes situaciones | 2 | 4 | 4 |
| Armonía | Las líneas de diseño y las combinaciones de colores deben estar en armonía | 5 | 5 | 5 |
| Resultados | | 17 | 22 | 24 |

Conclusiones de la validación de propuestas

Luego de evaluar las propuestas y sus respectivas características, se llega a la conclusión de que el concepto 3 resulta ser el ganador. Este diseño se ajusta a las necesidades y al estilo del usuario fashionista verde. El objetivo de esta propuesta es proporcionar un diseño novedoso y versátil para diversas situaciones, manteniendo a la vez un estilo elegante y sencillo.

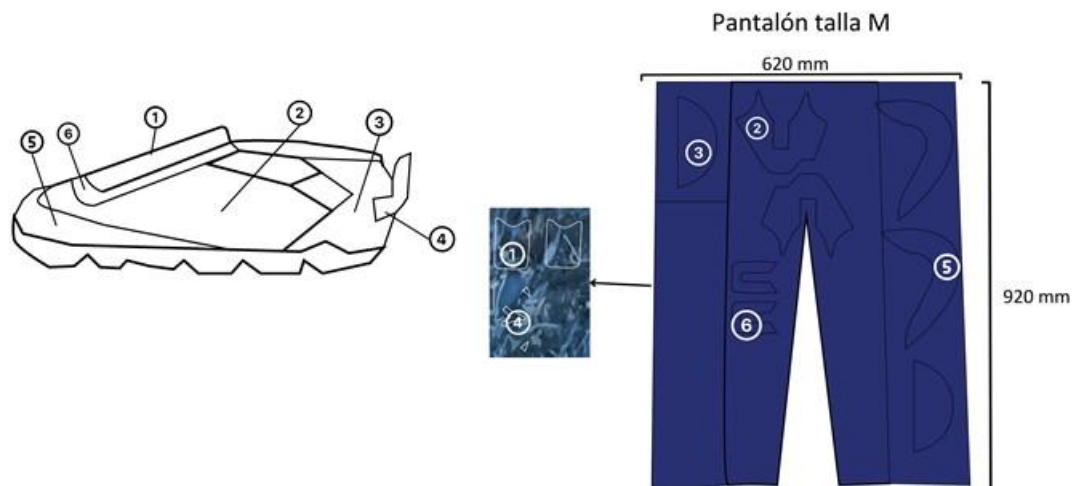
Desarrollo de propuesta final

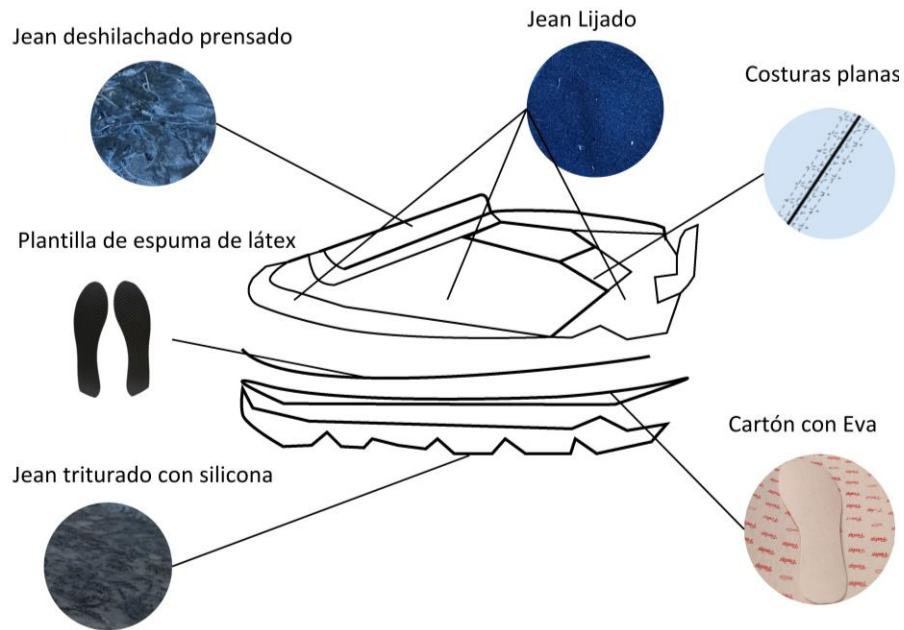
En relación con el concepto seleccionado, se realizaron modificaciones para optimizar tanto los materiales como los procesos. Se simplificó el diseño y se eliminaron los cordones, lo que resultó en un calzado más versátil, permitiendo diversas combinaciones de estilos. Además, se incorporaron detalles sutiles que destacan el uso de materiales reciclados.

En la figura siguiente se proporciona un desglosa detallado de los materiales utilizados y cantidades empleadas en la fabricación del calzado.

Figura 20

Detalles de la propuesta final





En la figura 17, se explica el proceso de creación del prototipo, donde se emplea un pantalón de talla M reciclado y los patrones de corte utilizados para la fabricación del calzado. Este último se complementa con materiales adicionales para lograr la completa confección del calzado. En el apéndice E y F se detallan los planos técnicos de producción y los costos asociados a la fabricación de este calzado específico.

Figura 21

Fotos del prototipo



Validación

Entrevista con el usuario

Para validar el calzado, se plantea una interacción con el usuario fashionista verde a lo largo de 24 horas, durante las cuales seguirá su rutina diaria. Esto permitirá al usuario evaluar la comodidad y la adecuación del calzado a sus necesidades. Además, se busca obtener percepciones sobre si la estética del calzado se ajusta al estilo del usuario objetivo. Después, se entrevistará con detalle, según el apéndice G, donde el usuario dará retroalimentación específica sobre su experiencia con el calzado.

Figura 22

Fotos de validación con el usuario



El usuario expresó que el calzado se ajusta a sus necesidades diarias y resulta cómodo durante el uso regular. No obstante, señala cierta incomodidad al quitarse el calzado, además de experimentar falta de transpirabilidad cuando estuvo expuesto al sol. Asimismo, destaca que el calzado se adapta a su estilo, aunque su versatilidad se limita a ciertas combinaciones de ropa. Para mejoras, se sugiere enfocarse en el desarrollo de materiales que proporcionen una mayor transpirabilidad y ventilación, en especial en situaciones de exposición directa al sol. Además, se recomienda realizar más experimentaciones con la paleta de colores del calzado para ofrecer opciones más amplias. También se sugiere explorar nuevas formas de facilitar el proceso de quitarse el calzado.

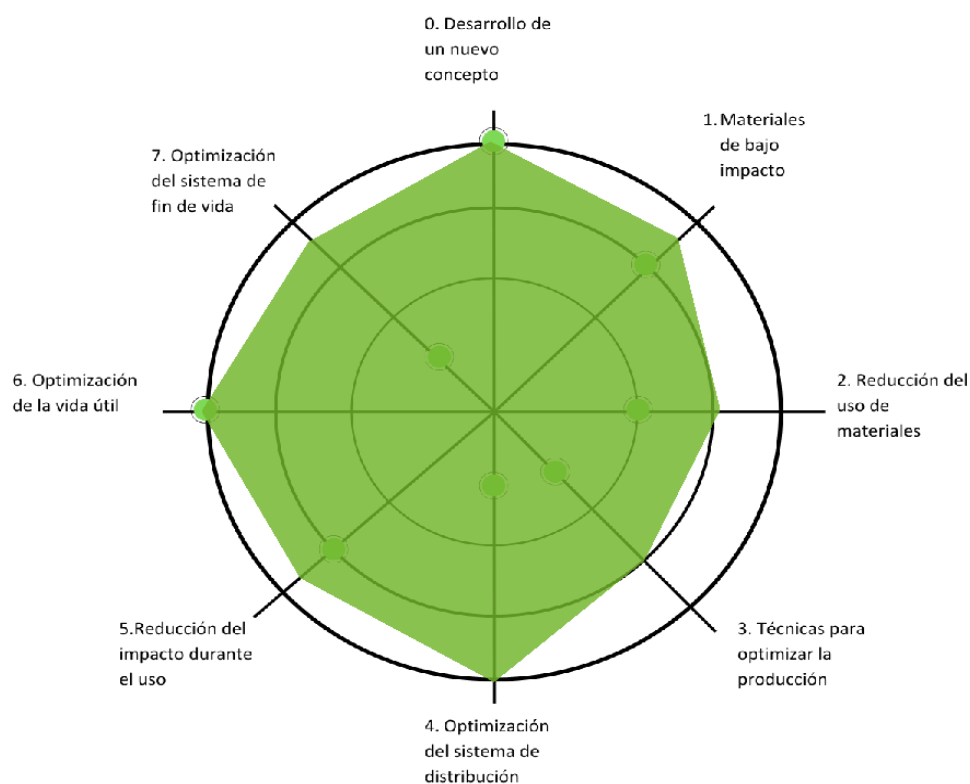
Rueda estratégica del ecodiseño

Además, se procede a la validación mediante el análisis del impacto del ciclo de vida del calzado, considerando desde su producción hasta el fin de su vida útil. Con este propósito, se utiliza la herramienta de la rueda estratégica del ecodiseño, evaluando si el calzado se posiciona como un

producto de moda sostenible. Este enfoque integral permite verificar la sostenibilidad del calzado en cada etapa, desde su origen hasta su disposición final.

Figura 23

Rueda estratégica del ecodiseño del perfil ambiental del calzado



Las conclusiones derivadas del análisis de la Rueda Estratégica de Ecodiseño revelan aspectos significativos sobre el perfil ambiental del calzado. En el desarrollo de un nuevo concepto, se destaca por recibir una calificación elevada, respaldada por la durabilidad del material, la innovación en el reúso de residuos de denim y su versatilidad. En el eje de materiales de bajo impacto, obtuvo una puntuación media-alta, gracias al uso principal de denim reciclado y caucho de silicona, aunque se incluyen

materiales sintéticos en complemento, lo cual afecta la puntuación en reducción de materiales al considerar el uso de químicos adicionales en los procesos de pegado.

En cuanto a la optimización de la producción, el denim recibe una calificación media-alta debido a la generación mínima de contaminación en su fabricación. Sin embargo, en el eje de optimización del sistema de distribución, no aplica al no estar dentro de los alcances del proyecto. Respecto a la reducción del impacto durante el uso, el calzado obtiene una calificación alta gracias a la facilidad de limpieza del jean y la suela. En la optimización de la vida útil, el calzado obtiene una puntuación elevada debido a su material durable y resistente. En la optimización del sistema de fin de vida, el denim recibe una puntuación alta, ya que se puede reutilizar y la suela puede triturarse para generar una nueva.

En conclusión, el calzado se posiciona como un producto de moda sostenible al exhibir un bajo impacto ambiental a lo largo de sus diversas etapas. Además, una vez concluida su vida útil, puede ser triturado para su posterior reutilización. No obstante, se sugiere simplificar los procesos de creación del calzado para lograr una mayor eficiencia, a pesar de su destacada durabilidad y resistencia.

Validación con requerimientos

Tabla 14

Evaluación del calzado

| Factor específico | Requerimiento | Descripción | Cumple SI/ NO | |
|-------------------|--|--|---------------|----|
| | | | SI | NO |
| Ergonomía Física | Medidas Antropométricas población mexicana 50% (18-24 años) Tamaño del pie | Longitud: 262mm | X | |
| | | Anchura: 98mm Anchura del talón :68mm | X | |
| | Medidas Antropométricas | Altura: 72 mm | X | |

| | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|
| | población mexicana: altura del tobillo 50% (19-24 años) | | | |
| | Confort | <ul style="list-style-type: none"> • El calzado debe tener un soporte de arco plantar • Debe tener un drop de 6mm • Talón acolchado • Amortiguación • Flexibilidad • Refuerzo en el talón • Transpirabilidad | | |
| Ergonomía Cognitiva | Usabilidad | Indicadores intuitivos que indiquen el uso del calzado | X | |
| | Sensorial | Desarrollo de un estilo acorde con el usuario | X | |
| | Visibilidad | Visualización del material reciclado | X | |
| Material | Resistencia y durabilidad | Soportar las actividades del uso diario, ser durable y soportar la abrasión | X | |
| | Elasticidad y flexibilidad | <ul style="list-style-type: none"> • El calzado debe acoplarse al movimiento del pie al caminar • Acoplarse a la forma del pie | | |
| | Antideslizante | El dibujo de la suela debe ser antideslizante además del material y soportar sobre una superficie resbalosa | X | |
| | Transpirabilidad | El calzado debe ser fresco para el pie | | x |
| | Peso | Debe tener un peso ligero y no pesar más 300 gramos | | X |
| | Reciclable | El material se debe poder reciclar | X | |
| Mecanismos de unión | Seguridad | Las uniones se deben hacer con costuras planas | X | |
| | | El hilo debe ser de calidad para ser durable | X | |
| | Mantenimiento | Debe ser posible desarmar el calzado para su mantenimiento | X | |
| Procesos | Construcción | Cortes y ensamble de piezas que permita hacer más hormas | X | |

| | | | | |
|--------------------------|----------------------------|--|---|--|
| | Acabados | La tela debe tener un acabado firme y uniforme | X | |
| Perceptual | Sensorial | Percepción de un calzado de calidad, cómodo y durable | X | |
| | Diferenciación de la forma | Cualidades formales del calzado basado en el estilo del usuario | X | |
| | Material | Su material represente características del material reciclado | X | |
| Simbólico | Naturaleza | Posea elementos de conexión con la naturaleza | X | |
| | Casual | Su estilo se integre al entorno casual de calzado | X | |
| Experiencial | Comodidad | Debe brindar una experiencia de comodidad en la rutina de un día | X | |
| Expectativas del usuario | Conservación | Reducción de residuos | X | |
| | Usabilidad | Experiencia del usuario en la vida real | X | |
| | Estética | Vinculación del estilo de calzado-usuario. | X | |






El calzado satisface casi con todos los requerimientos establecidos; no obstante, se identifican áreas de mejora. Específicamente se observa la necesidad de mejoras en la ventilación y la transpirabilidad del calzado. Además, se destaca que el peso del calzado supera la estimación prevista, sobre todo por el peso de la suela. Estas áreas ofrecen oportunidades para optimizar aún más la calidad y el rendimiento del calzado.

Validación con las normas ISO

Se evalúa el calzado, centrándose en comparar con un calzado casual deportivo del mercado. Estas comparaciones se realizarán mediante pruebas conforme las normas ISO detalladas en el apéndice A. El objetivo es verificar si el calzado cumple con los parámetros y estándares establecidos para calzado del mercado. Esta metodología de evaluación permitirá identificar posibles falencias o áreas de mejora en el diseño y desempeño del calzado en comparación con los productos existentes en el mercado. En la siguiente figura se detalla la evaluación.

Tabla 15

Detalles de la evaluación del calzado

| Prueba | Procedimiento | Calzado mercado | Prototipo final | Evidencia |
|---------------------------------|--|--|--|---|
| Resistencia al movimiento | Se propone someter los calzados a una superficie resbaladiza con el objetivo de evaluar y comparar la distancia recorrida desde un punto específico. | Desde el punto fijo, tuvo un recorrido de 180 mm | Desde el punto fijo, tuvo un recorrido de 195 mm |  |
| Persistencia a la flexión | Se sugiere llevar a cabo 100 repeticiones de doblado en las suelas de los calzados para evaluar su resistencia y verificar la presencia de posibles roturas. | No sufrió ninguna rotura | No sufrió ninguna rotura |  |
| Resistencia a la abrasión | Se plantea someter la suela a un desgaste continuo mediante el uso de una lija durante un minuto, con el objetivo de evaluar el nivel de desgaste experimentado por la suela | Sufrió un desbaste de 3 mm | Sufrió un desbaste de 1 mm |  |
| Condiciones de ajuste y confort | Se evaluará la experiencia de comodidad y ajuste del calzado durante la actividad del usuario utilizando una escala del 1 pésimo al 5 excelente | Prototipo final | |  |
| | | 4 | | |
| Propiedades ergonómicas | Se evaluará el confort del usuario con el calzado mediante una escala del 1 pésimo al 5 excelente | 5 | |  |

Se puede concluir que el material utilizado en el diseño cumple con los parámetros necesarios para ser comparado con el calzado disponible en el mercado. En relación con la resistencia al movimiento, se observa que el calzado del mercado obtuvo una calificación superior. A pesar de esta diferencia, se puede afirmar que el calzado diseñado es utilizable y adaptable a las necesidades y demandas del usuario objetivo. Es importante destacar que, a pesar de la leve discrepancia en la calificación de resistencia, el calzado diseñado ofrece un rendimiento adecuado y cumplirá con las expectativas de quienes lo utilicen.

Costos del proyecto

Esta tabla indica de manera detallada los costos que se generaron para el desarrollo del prototipo final.

Tabla 16

Costos del proyecto

| COSTO DE MATERIA PRIMA (CALZADO) | | | | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------|-----------------|------------------|-----------|--|--------------|---------|-------------|
| Item | Material | Cantidad kg | Unidad | Valor Unt | | Cantidad usa | Costo | Valor total |
| 1 | Caucho de silicon | 1kg | kg | \$26,00 | | 0,75 kg | 19,50\$ | \$253,32 |
| | | | | | | | Costo 1 | \$19,50 |
| COSTOS FIJOS | | | | | | | | |
| Item | Descripcion | Valor Utilizado | Horas Trabajadas | | | | Costo | |
| 1 | Corte de jean | \$7,64 | 0,5 | | | | \$3,82 | |
| 2 | Lijado de jean | \$7,64 | 0,5 | | | | \$3,82 | |
| 3 | Triturado del jean | \$7,64 | 0,5 | | | | \$3,82 | |
| 4 | prensado del jean | \$7,64 | 0,5 | | | | \$3,82 | |
| 5 | Modelado 3D | \$7,64 | 1 | | | | \$7,64 | |
| 6 | Patronaje del calzado | \$10,00 | 1 | | | | \$10,00 | |
| 7 | Armado del calzado | \$25,00 | 1 | | | | \$25,00 | |
| | | | | | | | Costo 4 | \$57,92 |
| COSTOS FIJOS | | | | | | | | |

Conclusiones

El presente proyecto se enfoca en la concepción y desarrollo de un calzado de moda sostenible, utilizando la experimentación con desechos de tela denim como base. La investigación se orientó hacia la identificación de propiedades clave, destacando la durabilidad y elasticidad, aplicadas en la creación del material. Para reforzarlo, se integró caucho de silicona, reconocido por su resistencia, elasticidad y tolerancia a temperaturas extremas. El resultado fue un material robusto, flexible y duradero, dando origen a un prototipo de calzado confeccionado íntegramente a partir de denim reciclado, adaptado a las necesidades del usuario objetivo.

El proceso de desarrollo se guio por una red de metodologías, principalmente basadas en las fases propuestas por Paul Rodger y Alex Milton. Enfocados en la calidad del producto y la sostenibilidad, se incorporó la metodología del ecodiseño para garantizar el uso eficiente de recursos y una producción sostenible.

En el eje relacionado con la elección de materiales y producción, se implementó la metodología de Diseño de un Material. Esta se enfocó en descubrir y valorar los atributos del material, considerándolos como productos finales en el proceso de diseño conceptual. La fase de experimentación adoptó la metodología de diseño de material, evaluando a fondo las propiedades del denim, su impacto ambiental y las características necesarias del material diseñado.

La investigación incluyó el análisis del usuario de moda sostenible mediante la revisión de literatura, la creación de un perfil de usuario y entrevistas con individuos afines a dicho perfil. Se definió al fashionista verde, un consumidor que busca alternativas sostenibles y rechaza la moda rápida. También se exploraron las características ergonómicas necesarias para el calzado, estableciendo requisitos que apuntan a la comodidad y adaptabilidad a las necesidades diarias del usuario.

La experimentación del denim se llevó a cabo, dividiendo los materiales en características y procesos específicos. Dos materiales resultaron ideales para la suela, uno fusionando el denim deshilachado con caucho y el otro triturando el denim para prensarlo en un molde. La fase de ideación incorporó la analogía por modelo, inspirándose en elementos relacionados con el usuario. El concepto final se basó en líneas extraídas de un electrocardiograma, simbolizando la conexión entre el usuario y el deporte, así como la simplificación de líneas que representan los atardeceres.

La culminación del proyecto fue la realización de un prototipo, validado inicialmente para realizar mejoras en un segundo prototipo. La validación final incluyó la evaluación del usuario,

cumpliendo con los requisitos establecidos y las normas ISO. En conclusión, el calzado desarrollado se adapta a las necesidades del usuario, cumpliendo con los estándares esenciales para su uso diario.

El calzado de moda sostenible, creado a partir de la experimentación con desechos de tela denim y reforzado con caucho de silicona, ha demostrado ser una alternativa viable y sostenible en comparación con el calzado convencional del mercado. El proceso de desarrollo, guiado por metodologías centradas en la calidad y la sostenibilidad, ha resultado en un producto final que cumple con los estándares ergonómicos, de durabilidad y flexibilidad requeridos.

La investigación detallada del usuario de moda sostenible, la cuidadosa selección de materiales y la aplicación de metodologías específicas durante todas las fases del proyecto han contribuido al éxito del diseño. El calzado no solo cumple con las necesidades del fashionista verde, sino que también establece un vínculo emocional a través de su estética inspirada en elementos como el deporte y los atardeceres.

Al final, el prototipo final se ha validado satisfactoriamente, confirmando que el calzado se adapta a las exigencias del usuario objetivo y que cumple con los estándares esenciales para su uso en la vida diaria. Este proyecto destaca la posibilidad de crear moda sostenible que no solo sea estéticamente atractiva, sino también funcional y respetuosa con el medio ambiente.

Recomendaciones

A partir de las conclusiones del proyecto, se sugiere ampliar la reutilización de residuos de denim explorando nuevas aplicaciones más allá del calzado. En la producción de suelas, se recomienda ajustar los moldes para permitir una integración más eficiente del jean y emplear maquinaria especializada para obtener partículas más finas en la trituration. Además, se aconseja diseñar moldes con orificios para mejorar la transpirabilidad del material deshilachado. Se insta a continuar el estudio con el fin de desarrollar un modelo de negocio sostenible que abarque desde la recolección de la

materia prima hasta la disposición final. Se propone considerar otros residuos de denim, no solo los utilizados en el proyecto, para enriquecer la propuesta sostenible. Estas recomendaciones buscan fortalecer la gestión integral de los residuos del denim y promover un enfoque sostenible y circular en la industria textil.

Referencias bibliográficas

Administrator. (n.d.). Ecodiseño - diseño ecológico. <https://www.ecolaningenieria.com/es/ingenieria-ambiental/ecodiseno.html#:~:text=Niveles%20de%20Ecodise%C3%B1o&text=Nivel%201%20%E2%80%93%20Mejora%20del%20producto,Definici%C3%B3n%20de%20un%20nuevo%20sistema.>

Anviconconstrucciones. (2023, February 1). “10 diseños de edificios inusuales e inspiradores de todo el mundo” -. -. <https://anvicaribe.com/index.php/2023/02/01/10-disenos-de-edificios-inusuales-e-inspiradores-de-todo-el-mundo/>

bot47@alejo. (2021, May 4). Evaluación de la comodidad y predicción de calce en hormas - Insumos, Materiales, tendencias para calzado y moda. Insumos, Materiales, Tendencias Para Calzado Y Moda. <https://styleinsumos.com/maquinaria-y-equipo/evaluacion-la-comodidad-prediccion-calce-hormas/>

Derni, M. (2020, March 16). Paneles de denim... PuroDiseño. <https://purodiseno.lat/innovacion/paneles-de-denim/>

Design Thinking 24/7. (2019, April 22). Que es “ECODISEÑO” Temporada 6 Ep 5 [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=023hbrRuA7o>

LEANpio. (2023, October 31). Especialistas en gestión ecoeficiente de residuos | LEANpio. <https://www.leanpio.com/es/blog/las-5r-del-reciclae>

materiales en diseño industrial. (2010). Incofacto.

<https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/7226/Materialies%20en%20el%20dise%C3%B1o%20industrial.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Métodos de investigación para el diseño de producto. (2013, October 9). Issuu.

https://issuu.com/editorialblume/docs/issuu_inv_dis

Morán, M. (2023, September 15). Consumo y producción sostenibles - Desarrollo Sostenible. Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>

Nahir. (2021, September 13). Las 5R del Zero Waste ¿Cómo reducir tus residuos? Esturirafi.

<https://www.esturirafi.com/2020/10/las-5-r-del-movimiento-zero-waste.html>

Next, S. F. (2022, September 8). ¿Qué tipo de cliente de moda sostenible soy? - Slowfashionnext.

Slowfashionnext. <https://slowfashionnext.com/blog/que-tipo-de-cliente-de-moda-sostenible-soy/#:~:text=A%20este%20perfil%20le%20interesa,los%20qu%C3%ADmicos%20en%20la%20ropa.>

Ortoweb, & Ortoweb. (2015, August 18). La importancia de un buen calzado - Blog sobre ortopedia de ortoweb.com. Blog sobre ortopedia de ortoweb.com. <https://www.ortoweb.com/blogortopedia/la-importancia-de-un-buen-calzado/>

Requerimientos de diseño. (2015, March 18). Issuu.

<https://issuu.com/luisamaria05/docs/requerimientos3-121109140021-phpapp>

Riaño, N. C. (2018, August 16). Las razones por las que el jean es una de las prendas más contaminantes.

Diario La República. <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/las-razones-por-las-que-el-jean-es-una-de-las-prendas-mas-contaminantes-2760287>

Rueda estratégica del ecodiseño - Van Hemel - PDF Free Download. (n.d.). *DOCPLAYER*.

<https://docplayer.es/68596994-Rueda-estrategica-del-ecodiseno-van-hemel.html>

Ryan Carney - *The Origin*. (n.d.). <https://ryan-carney.myportfolio.com/the-origin>

UltraTouch™ Denim Insulation « *Bonded logic*. (n.d.).

<https://www.bondedlogic.com/ultratouch-denim-insulation/>

Y2k. (2020, October 17). *Pelileo “La Ciudad Azul”, tierra que viste al Ecuador* - AME. AME.

<https://ame.gob.ec/2020/10/16/pelileo-la-ciudad-azul-tierra-que-viste-al-ecuador/#:~:text=Pelileo%20es%20la%20principal%20productora,Quito%2C%20Guayaquil%20y%20otras%20ciudades.>