

DISEÑA: ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO APLICADAS AL DISEÑO DE
CALZADO

Stephanie Espinosa Cruz

Trabajo de grado para optar al título de
Diseñadora Industrial

Tutores de proyecto:

Jully Andrea Herrera Jaramillo

Gonzalo Renato Amaya Preciado



FACULTAD DE ARTES Y DISEÑO
PROGRAMA DE DISEÑO INDUSTRIAL

BOGOTÁ

2021

Declaración de autenticidad

“Declaro bajo gravedad de juramento, que he escrito el presente trabajo de grado por mi propia cuenta y que, por lo tanto, su contenido es original. Declaro que he indicado clara y precisamente todas las fuentes directas e indirectas de información y que este trabajo de grado no ha sido entregado a otra institución con fines de calificación”

Firma:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Stephanie Espinosa Cruz', written in a cursive style.

Nombre: Stephanie Espinosa Cruz

Fecha: 14/05/2021

Agradecimientos

En primer lugar quiero agradecer a mis tutores de proyecto de grado, Renato Amaya Preciado y Jully Andrea Herrera, que con su apoyo y conocimientos me guiaron a terminar esta etapa del proyecto para alcanzar los resultados que buscaba.

Quiero agradecer a la Universidad Jorge Tadeo Lozano en especial al programa de Diseño Industrial por brindarme todos los recursos y herramientas que fueron necesarios para llevar a cabo el proceso de formación personal durante mi carrera.

También quiero agradecer a Francesca Lozano y a Calzado caprino ya que, sin su apoyo, paciencia y colaboración, este proyecto no sería una realidad.

Quiero agradecer a mis padres Luz Marina Cruz y Diego Espinosa, por brindarme su amor y apoyo durante toda mi vida.

En especial, quiero agradecer a mi hermano Diego Andres Espinosa, ya que, con su apoyo, sus consejos y su amor, es que hoy estoy presentando este proyecto de grado. ¡Sin ti no lo hubiera logrado, Hermanito!

¡Muchas gracias a cada una de las personas que me ayudaron a culminar esta carrera, a cada uno que me colaboro en la realización de mis proyectos!

¡Gracias, Gracias, Gracias!

Resumen

El cambio climático, la contaminación son temas reales que afectan a la población mundial y nos hace ser conscientes de las necesidades que debemos afrontar y las acciones urgentes que se necesitan abordar para salvar el planeta. Hoy en día, estos temas son cada vez más discutidos por comunidades de industriales, políticos y científicos. Las dualidades entre el desarrollo y expansión de la industria frente a las agresiones ambientales son bien conocidas, pero esta mentalidad está cambiando y muchas empresas e industrias han visto la gestión medioambiental como una oportunidad de crecimiento, ya que pueden obtener beneficios económicos y de gestión al incorporar el factor ambiental en su desarrollo.

La fuerte preocupación por los cambios ambientales ha llevado a que muchas empresas industriales apliquen políticas medioambientales dentro de su gestión. Sin embargo, sectores industriales como el de calzado, presentan altos índices de impacto principalmente en la etapa de extracción de materias primas y fabricación del producto (Cheah et al., 2013).

Por esta razón en el siguiente trabajo de grado se investigan metodologías y estrategias con las cuales se formulan propuestas de calzado desde una metodología de ecodiseño como un enfoque estratégico que dirige el diseño y desarrollo de productos orientados hacia la disminución del impacto medioambiental en todo su ciclo de vida, sin comprometer criterios tales como la funcionalidad, la calidad, procesos de producción y el costo (Pigosso, et. al 2010).

Además, se contemplan estrategias, con el fin de integrar al usuario como actor principal en el ciclo de vida del producto, incentivando su participación en estrategias de personalización, reconfiguración y de fin de uso del producto.

Palabras claves: Sostenibilidad, Ciclo de vida, Calzado, Ecodiseño.

Abstract

Climate change, pollution are real issues that affect the world population and make us aware of the needs to be faced and the urgent actions they need to take to save the planet. Today, these issues are increasingly discussed by communities of industry leaders, politicians and scientists. The dualities between the development and expansion of the industry in the face of environmental aggressions are well known, but this mentality is changing and many companies and industries have seen environmental management as an opportunity for growth, since they can obtain economic and management benefits by incorporate the environmental factor in its development.

The strong concern for environmental changes has led many industrial companies to apply environmental policies within their management. However, industrial sectors such as footwear have high impact rates, mainly in the stage of extraction of raw materials and manufacture of the product (Cheah et al., 2013).

For this reason, in the following Degree project, methodologies and strategies are investigated with which footwear proposals are formulated from an eco-design methodology as a strategic approach that directs the design and development of products aimed at reducing environmental impact throughout their cycle. of life, without compromising criteria such as functionality, quality, production processes and cost (Pigosso, et. al 2010).

In addition, strategies are contemplated in order to integrate the user as the main actor in the product life cycle, encouraging their participation in customization, reconfiguration and end-of-use strategies for the product.

Keywords: Sustainability, Life cycle, Footwear, Ecodesign.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
1. Introducción	10
2. Fundamentación del problema	12
2.1 Antecedentes	14
2.2 Justificación	16
2.3 Estado del arte	17
2.3.1 Adidas x Parley	18
2.3.2 Plant shoe	19
2.3.3 Pazca	20
3. Objetivos	21
5.1 General	21
5.2 Específicos	21
4. Marco de referencia	22
4.1 Marco teórico	23
4.1.1 Ecodiseño	34
4.1.2 Diseño circular	36
4.1.3 Diseño para el desensamble	39
4.2 Categorías de análisis y variables del proyecto	41
4.2.1 Apego emocional	41
4.2.2 Personalización	42

5. Marco Metodológico	44
5.1 Metodología	44
5.2 Herramientas metodológicas	46
5.3 Estructura general del proyecto	48
6. Proceso de diseño	49
6.1 Definición estratégica	50
6.2 Diseño de concepto	53
6.3 Diseño de sistemas	54
6.4 Propuestas	58
6.5 Prototipado	60
6.7 Costos	63
7. Conclusiones	64
8. Bibliografía	65

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1: Curtiembre Villapinzón	15
Fig. 2: Villapinzón - Contaminación río Bogotá	16
Fig.3: Adidas x Parley	19
Fig.4: Plant shoes	19
Fig.5: Botas Piquiá	20
Fig.6: Ciclo de vida de un producto	24
Fig.7: Etapas del ciclo de vida del producto	31
Fig.8: Las fases de un ACV según la ISO 14040:2006	33
Fig. 9: Proceso de Ecodiseño	34
Fig. 10: Guía de la economía circular.....	37
Fig. 11: Ruta del diseño para el desmontaje	41
Fig. 12: Ruta de materiales	47
Fig. 13: Esquema general de proyecto	48
Fig. 14: Proceso de diseño proyecto Diseña	49
Fig. 15: Requerimientos y determinantes	51
Fig. 16: Paso a paso del ecodiseño	52
Fig. 17: Generación de conceptos	53
Fig. 18: Estructura general de calzado	57
Fig. 19: Combinaciones sistema de producto.....	57

Fig. 20: Propuestas 1.....	58
Fig. 21: Propuestas 2.....	58
Fig. 22: Moodboards	59
Fig. 23: Modelo 1	60
Fig. 24: Modelo 2	60
Fig. 25: Materia prima, insumos y maquinaria	61
Fig. 26: Propuesta ruta de proceso	61
Fig. 27: Prototipos	62
Fig. 28: Costos	63

1. INTRODUCCIÓN

La evolución del mercado nacional y mundial, así como de la legislación y reglamentación medioambiental y demandas de los consumidores finales muestra una clara tendencia hacia la integración del factor ambiental, como un componente empresarial más en el diseño de productos industriales y podemos determinar que el diseño determina entre el 40 y el 60% del impacto de un producto industrial durante todo su ciclo de vida, desde que se obtienen las materias primas hasta que el consumidor se deshace de él.

El consumo, la contaminación, la explotación de recursos o la superpoblación son fenómenos cuya repercusión en el medio ambiente manifiestan la necesidad de incluir el ecodiseño y la sostenibilidad en el desarrollo de producto. Las principales estrategias del ecodiseño se reflejan en preocupaciones ambientales durante el diseño y desarrollo de productos. Esto significa tener en cuenta los impactos ambientales en todas las etapas del ciclo de vida del producto, comenzando por el diseño y fases de desarrollo y fin de vida de un producto. El objetivo es crear soluciones sostenibles que satisfagan las necesidades y deseos humanos.

Desde una visión analítica y transformativa se pretende indagar acerca del estado actual del sector del calzado en diferentes escenarios nacionales e internacionales, desde el diseño mismo, la fabricación y finalmente el consumidor que también juega un papel muy importante dentro de la manera cómo percibe e interactúa con el producto, utilizando el ecodiseño, la sostenibilidad, el diseño circular y el diseño para el desensamblaje como instrumentos estratégicos que pueden aportar no solo desde los aspectos técnicos sino también en la implementación de nuevas formas de percepción y de uso del calzado. Por esta razón, este trabajo busca lograr

construir alternativas que permitan orientar nuevos caminos para la industria del calzado, nuevas dinámicas de culturales en torno a su uso, para llegar a generar propuestas aplicables a nivel nacional y/o global. Por ende, las posibilidades de desarrollo primordialmente estarían encaminadas al sector nacional donde se percibe una oportunidad para efectuar los resultados de esta investigación.

El presente trabajo “Diseña: Estrategias de ecodiseño aplicadas al diseño de calzado” tiene como principales objetivos, en primer lugar, plantear alternativas de diseño de un producto industrial de acuerdo a los conocimientos adquiridos lo largo de la carrera como estudiante de diseño industrial, en segundo lugar, analizar exponer cómo se pueden integrar los criterios del ecodiseño y de desarrollo sostenible en el desarrollo de un producto industrial. Para ello es necesario definir un marco de trabajo a partir del cual los diseñadores industriales puedan realizar una selección de procesos, componentes y materiales en los cuales se tengan en cuenta criterios medioambiental. Y en tercer lugar se pretende aplicar este marco teórico a un caso real de estudio y rediseño de componentes de calzado.

2.FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA

Se sabe que en torno a un 40% de los impactos medioambientales del calzado proviene de la manipulación de los diferentes materiales que lo componen y su disposición luego de su uso. Un estudio de INESCOP (Centro de innovación y tecnología) analizó el ciclo de vida (desde la recopilación de materia prima hasta su reciclaje) de 36 diferentes modelos de zapatos provenientes de 16 empresas de 4 países España, Italia, Polonia y Portugal, utilizando la herramienta CO2Shoe.

Con solo introducir la cantidad de los materiales y el consumo de recursos (agua, energía y recursos naturales) utilizados en cada par de zapatos, la aplicación arrojaba un resultado cuantificado en forma de dióxido de carbono (CO₂). Aunque este resultado puede variar de acuerdo al tipo de zapato, las cifras van desde 1,3 a 25,3 Kg de CO₂. Siendo más específicos, del total del dióxido de carbono producido, el 58% corresponden a la fabricación de los componentes (lengüeta, capellada, plantilla, suela, etc.), el 16% al envasado de fabricación, el 11% al montaje y acabado y solo el 6% a la distribución del producto final.

En Colombia, si bien el sector de producción de cuero ha utilizado prácticas y técnicas para curtir que han estado ligadas a la informalidad y a la falta de conocimiento sobre el impacto ambiental que genera la producción, una parte importante de las industrias más tradicionales están trabajando actualmente para reducir su impacto ambiental y hacer cumplir el fallo emitido por el Consejo de Estado en el 2014. Según datos de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR, cerca de 30 unidades productivas cumplen con todos los



Fig. 1: Curtiembre Villapinzón - Fuente: Semana sostenible

estándares ambientales en la región (Clúster de cuero y marroquinería de Bogotá [CCB], 2019, p. 5). Una de las zonas más importantes para el país para el sector de marroquinería y calzado, es Villapinzón municipio del departamento de Cundinamarca. En este municipio existen 74 pequeñas y medianas empresas que desempeñan este oficio industrial y artesanal, contribuyendo al aporte importante que realiza este sector a la economía representado en un 0.27% del PIB Nacional y un 2.17% en el PIB Manufacturero, según cifras del DANE.



Fig. 2: Villapinzón - Contaminación río Bogotá - Fuente: Semana sostenible

Por otra parte, de acuerdo con la Asociación Colombiana de la Industria del Cuero y sus Manufacturas, Acicam, algunos de los problemas que presenta esta industria se relacionan con el aumento del contrabando de cuero proveniente de países como China, Venezuela y otros países, el cambio en tendencias de moda a nivel mundial y la competencia desleal por parte de empresas curtidoras que no están legalizadas ambientalmente.

Si bien en el transcurso del año anterior (2020), la industria del cuero ha crecido 0.9%, aún hay muchos retos que deben ser enfrentados tanto en la esfera internacional como en la nacional, si la industria quiere crecer (Cluster de cuero y marroquinería de Bogotá [CCB], 2019, p. 7).

Frente al impacto medioambiental que tiene la industria del cuero en Colombia, es bien sabido que este sector por muchos años ha sido un fuerte contaminante del río Bogotá, debido al crecimiento desordenado de la industria alrededor de la cuenca alta del río, el bajo nivel de conocimiento sobre el impacto ambiental que genera los vertimientos y la producción empírica por encima de la técnica.

Diana Aguilar de la CAEM (Corporación Ambiental Empresarial), resalta un ejemplo de los cambios que pueden propiciarse en la industria si las empresas comienzan a implementar acciones de sostenibilidad: “con la implementación de nuevos equipos, tecnologías limpias y buenas prácticas operativas, así como el cálculo de la huella hídrica; Italcure ha reducido en casi un 99% su impacto ambiental sobre el río Bogotá, reutilizado entre el 70 al 80% del agua y ha disminuido el consumo de esta en un 50%, pasando de consumir 1.100 litros de agua por piel a 550” (Aguilar, 2019).

2.1 Antecedentes

En los últimos años han surgido en el mercado diversos conceptos asociados a materiales y productos, a saber, “más respetuosos con el medio ambiente o sostenible”. Sin embargo, estos conceptos no son completamente claros para los consumidores y en muchos casos para diseñadores, fabricantes o comerciantes.

Es frecuente encontrar en el mercado productos que tienen características / propiedades asociadas a lo “ecológico” o “sostenible”, como venta argumento, que no son los más adecuados para ese caso. También es común encontrar productos que están nominados como biodegradables, naturales o reciclables, entre otros, sin mostrar ninguna prueba o prueba de pruebas. Distinguir el “más ecológico” o “sostenible” es supremamente difícil y confuso para el consumidor, sin embargo, el aumento de la conciencia enmarcada en la necesidad de honrar la tierra en todas áreas, incluida la fabricación de ropa y calzado, ha estimulado una alta demanda de los consumidores de calzado que sea ecológicos en materiales, proceso de fabricación y empaque.

La parte ecológica pesa cada vez más en la industria del calzado y de la producción de productos de consumo masivo en todo el mundo, y ya hay muchas empresas que se centran en materiales reciclables, especialmente para las suelas. “Más del 60% de las suelas que se utilizan hoy en día parecen ser de caucho fabricado con materiales termoplásticos y reciclables. Incluso cuando el uso de caucho intenta siempre ser también reciclado”, Según INESCOP.

Además, los clientes que buscan calzado ecológico ahora tienen una amplia gama de opciones: calzado reciclado (la mayoría están hechos de neumáticos viejos), zapatos de cáñamo, zapatos veganos (no productos animales están involucrados en el proceso o envasado), y más. Una búsqueda rápida en Internet revela muchas soluciones creativas, innovadoras y ecológicas que diferentes fabricantes ofrecen, estas empresas centran sus esfuerzos en el comercio justo y justo. prácticas laborales de fábrica. Además, algunas cercan las prácticas creativas de los fabricantes de calzado con ayuda para ecologizar el proceso de principio a fin, haciendo del calzado una industria más sostenible para la tierra.

2.2 Justificación

Finalmente, tras analizar la información recopilada, son varias las conclusiones que podemos obtener. Sin lugar a dudas una de las primeras es que la gran estructura del consumo masivo dificulta la introducción del concepto de diseño ecológico, ya sea por razones económicas, de producción, sociales.

Si bien es necesario el cambio, son muy pocos los productos o la injerencia que puede tener un diseñador industrial a la hora de diseñar un producto de consumo masivo. Sólo algunos diseñadores ya consagrados o de renombre pueden atreverse a realizar un producto con este concepto. Esto lo hacen para concientizar, para dar a conocer sus intenciones o pensamientos respecto al tema de la contaminación y no buscando un objetivo de consumo masivo. Ya que lo hacen como algo exclusivo o de poco alcance al público.

Al comenzar esta investigación me centré en la exclusividad del diseñador en implementar este concepto para la preservación del medio ambiente. Pero al ir trabajando sobre los puntos de la investigación evidencié que, si bien el diseñador trabaja en un sistema que no le permite implementar este concepto, es él, antes de ser un diseñador, una persona que vive el día a día como cualquier otra en una sociedad de consumo. Y son precisamente las personas en general las que deben tomar conciencia de los productos con un pensamiento ecológico. El ser una persona consciente de este pensamiento mejorará el presente y el futuro del planeta y de la sociedad.

El ser consciente o no, no está relacionado al diseño en sí, sino a la persona, a sus vivencias y creencias. Por eso pretendo que la concientización del pensamiento ecológico no sea solamente para los diseñadores sino más bien un punto a estudiar desde la formación primaria y secundaria de las personas. Y posteriormente incluirse en la formación universitaria como el estudio de nuevos procesos o materiales que sean de menor impacto ambiental.

Para finalizar, según mi opinión en el diseño industrial todavía está muy incipiente la posibilidad de poder incluir o difundir el pensamiento ecológico para poder hablar desde un principio de diseño ecológico, ya que desde la escuela de no tenemos una formación centrada en el ciclo de vida y el impacto ambiental de los productos que producimos. Por todo lo anteriormente mencionado es muy fuerte la presión por parte de la industria y del consumo el requerimiento de los bienes a un bajo costo y que satisfagan correctamente todas las necesidades. Aunque hoy en día no es una exigencia excluyente, el futuro profesional debe tener como objetivo apuntar cada vez más a incluir el concepto de pensamiento ecológico tanto en el ámbito personal como en el profesional. Para esto debe estar continuamente preparándose y conociendo los nuevos materiales, nuevas tecnologías de fabricación, métodos de reciclado y muchas otras cosas para poder manejar y estar preparado para implementar este nuevo pensamiento.

Es nuestra responsabilidad formarnos y formar a las sociedades respecto a este tema ya que en muy pocos años hemos destruido y contaminado gran parte de nuestro planeta y las acciones para recuperar los recursos son muy aisladas comparándolas con la gran cantidad de contaminación que producimos. Por eso a medida que cada parte de la cadena de consumo comprenda la importancia de este tema, cada vez estaremos más cerca de poder preservar nuestro planeta en las mejores condiciones.

2.3 Estado del arte

El estado del arte proviene originalmente del campo de la investigación técnica, científica e industrial y significa, en pocas palabras, la situación de una determinada tecnología. Lo más innovador o reciente con respecto a un arte específico. Esta noción ha pasado a los estudios de investigación académica como “el estado o situación de un tema en la actualidad”. Es una forma de aludir a lo que se sabe sobre un asunto, lo que se ha dicho hasta el momento que ha sido más relevante.

La investigación del estado del arte se realizó a través de un proceso cualitativo e interpretativo, de tipo documental, el cual determinó el procedimiento de selección, acceso y registro de la muestra documental. El objetivo de esta sección es analizar y mostrar el el estado del arte de calzado nacional e internacional sostenible en la actualidad, para lo cual fue fundamental contestar la siguiente pregunta:

¿Qué hace que una marca sea sostenible o ética?

¿Según el enfoque de Ecodiseño? Menos desperdicio y contaminación, sin crueldad animal, transparencia en la cadena de suministro y trabajo justo. Las marcas éticas son reflexivas y responsables de los productos que crean. La fabricación consciente, intencionada y responsable es importante. Enfocadas en el medio ambiente, los derechos humanos, bajas o nulas emisiones de carbono, libres de crueldad animal y de origen sostenible. (Holland, 2017)

2.3.1 Adidas x Parley

Desde 2015, Adidas se ha asociado con Parley for the Oceans, una organización ambiental y una red de colaboración global. Como miembro fundador, adidas apoya a Parley for the Oceans en sus esfuerzos de educación y comunicación y se compromete con la estrategia Parley AIR (evitar, interceptar, rediseñar). Su objetivo es evitar el uso de plástico en sus propias operaciones, están trabajando para evitar que el plástico ingrese a los océanos y están usando Parley Ocean Plastic como un reemplazo ecoinnovador para el plástico virgen. Están impulsando la ecoinnovación en torno a materiales y productos, y nuevas formas de usarlos, con el objetivo final de reinventar el plástico actual y, en su lugar, transformarlo en calzado deportiva de alto rendimiento.



Fig.3: Adidas x Parley – Fuente: www.adidas.com

2.3.2 Plant shoes

La firma canadiense Native Shoes ha creado las zapatillas Plant Shoe. Se trata de un calzado 100% biodegradable creado exclusivamente con componentes vegetales.

El Plant Shoe está hecho singularmente a partir de componentes de origen vegetal y un diseño totalmente libre de materiales de origen animal. La zapatilla se compone de todas las partes derivadas de plantas: una hoja de piña y parte superior de algodón, costuras de cáñamo y aceite de oliva, entresuela / entresuela de kenaf y maíz strobil y suela de látex natural, todos sus componentes integrados para brindar un estilo atemporal y un final sostenible.



Fig.4: Plant shoes – Fuente: www.nativeshoes.com

2.3.3 Pazca

Pazca es una marca colombiana cuyo propósito es contribuir positivamente a nuestro planeta. Fabrican zapatos amigables con el medio ambiente usando telas hechas a partir del reciclaje de botellas plásticas y de la reutilización de retal de confección. Adicionalmente sus suelas están hechas de caucho natural con cascarilla de arroz para hacerlas más biodegradables. Además, sus empaques están hechos 100% cartón reciclable y biodegradable.



Fig.5: Botas Piquiá – Pazca Fuente: www.pazca.com

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Diseñar un producto de calzado, cuyo propósito está dirigido a la remanufacturación y el desensamble, utilizando como metodología el ecodiseño con herramientas de análisis de ciclo de vida, selección de materiales de bajo impacto y optimización del sistema de fin de vida del producto, para reducir el impacto ambiental del producto durante su ciclo de vida, asegurando a su vez la obtención de un beneficio para los actores involucrados y el usuario final.

3.2 Objetivo específicos

1. Diseñar tres propuestas de calzado que responda al mercado actual femenino, siendo viable y factible en su producción y teniendo en cuenta las expectativas del consumidor y del mercado nacional.
2. Diseñar productos de calzado que posean características de componentes intercambiables para facilitar su desensamble y remanufacturación sin perder la condición de uso.
3. Demostrar los beneficios del ecodiseño aplicados al diseño de calzado, con el análisis del ciclo de vida del producto, estrategias de remanufacturación y diseño para el desensamble.
4. Integrar al usuario como actor principal en el ciclo de vida del producto, incentivando su participación en estrategias de personalización, reconfiguración y transformación del producto.

4. MARCO DE REFERENCIA

La industria mundial del calzado se centra cada vez más en la integración de los elementos medioambientales, de sostenibilidad y de economía circular en el desarrollo de sus procesos y productos.

El desarrollo de calzado verdaderamente sostenible comienza en el proceso de diseño. En esta etapa, es fundamental considerar toda la cadena de valor del calzado y todos los aspectos ambientales, desde la selección de materias primas (fabricación, envasado, transporte y distribución, uso y mantenimiento) hasta el producto al final de su vida útil. El ecodiseño se define como la “integración de los aspectos ambientales en el diseño y desarrollo del producto con el objetivo de reducir los impactos ambientales adversos a lo largo del ciclo de vida del producto”. Sin embargo, los requisitos técnicos, la calidad y el rendimiento del producto, los riesgos para el negocio y los aspectos económicos no pueden pasarse por alto.

Para respaldar el ecodiseño, las empresas tienen a su disposición una serie de herramientas, que incluyen, por ejemplo, la evaluación del ciclo de vida (ECV) y listas de estrategias o verificación, respectivamente. Estas herramientas tienen como objetivos fundamentales el análisis y evaluación del producto y proceso, la selección y definición de prioridades y oportunidades de mejora y el apoyo a la generación de ideas y decisiones de diseño. Las empresas pueden adoptar un conjunto de estrategias de diseño para reducir el impacto ambiental y desarrollar productos de calzado ecológico, que incluyen:

1. Mejorar la eficiencia de los materiales, es decir, con materiales renovables, materiales reciclados y reciclables.
2. Mejorar la eficiencia energética de los procesos, reduciendo las etapas de producción, utilizando una mayor eficiencia energética y enfocándose en fuentes energéticas de menor impacto.
3. Diseño para una producción más limpia y técnicas más limpias.
4. Diseño para durabilidad con un enfoque en la longevidad y mantenimiento del producto (posibilidad de reparación).
5. Diseño para optimizar la funcionalidad: múltiples funciones, optimización funcional, modularidad del producto.
6. Diseño para reutilización y reciclaje: fácil desmontaje, simplificación de materiales, uso de materiales reciclables.
7. Evite sustancias y materiales potencialmente peligrosos.
8. Reducir el impacto ambiental en la fase de uso mediante técnicas de reparación de productos más limpias y eficientes, mayor vida útil del producto, posibilidad de reemplazar piezas.
9. Distribución ambientalmente eficiente.

4.1 Marco teórico

4.1.1 Ecodiseño

El ecodiseño, es una técnica que tiene en cuenta la afección ambiental de los productos desde su concepción con el fin de que a lo largo de su ciclo de vida sean menos lesivos para el medio ambiente. Cabe señalar que más de la mitad de los impactos que se producen en un sistema producto pueden prevenirse desde el

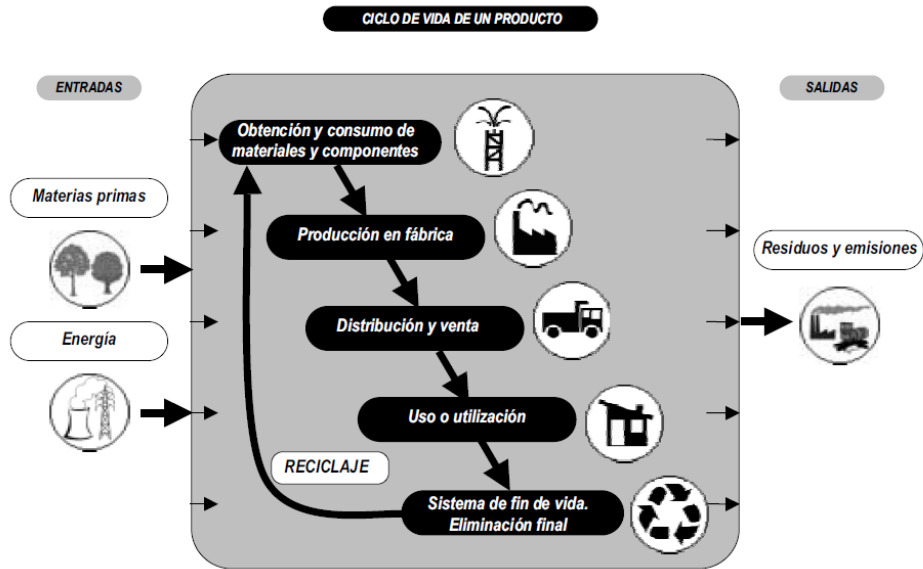


Fig.6: Ciclo de vida de un producto – Fuente: Manual de Ecodiseño INESCOP

proceso de diseño. La metodología del ecodiseño no busca una ruptura con las fases del diseño industrial tradicional, sino que las toma como base para enriquecerlas con su compromiso ambiental.

Como puede observarse, la producción en fábrica es sólo una de las etapas y este nuevo enfoque tiene importancia porque en muchos casos, los principales impactos ambientales no se producen en la propia fábrica, y el productor tiene capacidad para influir también sobre el resto de etapas, mejorando con ello las características ambientales de su producto.

Las distintas opciones de mejora ambiental que se pueden plantear, entre otras, para reducir el impacto ambiental de los productos y enriquecer las fases del diseño industrial se muestran en las estrategias del ecodiseño resumidas en:

A. Desarrollo de nuevos conceptos - En esta estrategia se desarrollan nuevas soluciones para cubrir necesidades específicas. El foco no está en un producto físico, sino en la función de un sistema producto y en la forma en que se satisface una necesidad. Las opciones de mejora propuestas son las siguientes:

- Desmaterialización.
- Diseño ventajoso respecto al anterior.
- Uso compartido del producto.
- Integración de funciones, multifuncionalidad.
- Optimización funcional y componentes del producto.

B. Optimización física - Esta estrategia intenta actuar sobre el diseño físico del producto con el objetivo de optimizar y reducir la aparición de fallos en el montaje (DFMA: diseño para fabricación y ensamblaje). Las opciones de mejora propuestas se detallan a continuación:

- Optimización de las geometrías (formas y dimensiones).
- Facilidad de ensamblaje.
- Ergonomía.
- Reducción en peso.
- Reducción en volumen.
- Reducción del número de piezas.

C. Optimización de materiales - Esta estrategia intenta actuar sobre los materiales empleados en la fabricación del producto, con el objetivo de seleccionar el material que ofrezca un menor impacto ambiental e intentar la reducción en el uso de los mismos. Las opciones de mejora propuestas son las siguientes:

- Materiales reciclados.
- Materiales reciclables.

- Materiales renovables.
- Materiales con un menor contenido energético.
- Unificación de materiales.
- Reducir tóxicos.

D. Optimización de la producción - Los procesos de fabricación han de generar un bajo el impacto ambiental. Se debe minimizar el uso de materiales auxiliares y energía, y generar el menor número de residuos posible. Las opciones de mejora propuestas se detallan a continuación:

- Nuevas técnicas de producción.
- Menor cantidad de procesos en su producción.
- Layout de la planta.
- Uso de energías renovables.
- Optimización del consumo de recursos.

E. Optimización de la distribución - Esta estrategia busca realizar la distribución de los productos de la manera más eficiente posible. Las opciones de mejora propuestas son las siguientes:

- Envases y embalajes reutilizables, más ligeros...
- Modo de transporte energéticamente eficiente.
- Logística eficiente.
- Uso de combustibles de menor impacto ambiental.

F. Reducción del impacto en el uso - Reducción uso: Las ideas que aquí se proponen están encaminadas hacia las tareas de mantenimiento y las posibilidades de funcionamiento, así como hacer el producto lo más duradero posible para satisfacer las necesidades del usuario durante el mayor tiempo posible. Las opciones de mejora propuestas son:

- Mejora en la eficiencia energética.
- Fuente de energía más limpia.
- Menor uso de consumibles.
- Consumibles de bajo impacto ambiental.
- No uso de consumibles.
- Fiabilidad y durabilidad.
- Reducción de las tareas de mantenimiento.
- Estructura modular de producto.
- Eliminación de recambios.
- Fuerte relación con el Usuario.

G. Optimización del Fin de Vida - El sistema de Fin de Vida de un producto se refiere a lo que sucede a ese producto una vez transcurrida su vida útil. Entre las opciones de mejora propuestas destacan:

- Reutilización.
- Re fabricación o restauración.
- Reciclable.
- Fácil desmontaje.
- Recogida.
- Eliminación.

Valor estratégico del ecodiseño

El ecodiseño puede implicar grandes beneficios a nivel corporativo y empresarial. En primer lugar, el ecodiseño puede reducir el impacto medioambiental de sus productos ya que consigue una menor contaminación del agua y el suelo, un mayor control de los residuos y una mejor gestión de los recursos naturales. Es decir,

a través del ecodiseño la empresa aumenta su compromiso con relación a reducir los daños en todas las categorías de impacto que amenazan el medioambiente. No obstante, los beneficios no son sólo medioambientales, sino que el ecodiseño también puede contribuir a: la reducción de costes, la mejora de imagen de la empresa, la mejora de la comunicación, la motivación del personal, etc.

Sin embargo, más que saber las ventajas de poner en práctica el diseño para el medioambiente (éstas se citan en numerosos artículos), es interesante conocer el valor estratégico que tiene el ecodiseño para las empresas. Existen varios factores que motivan a las empresas a emplear el ecodiseño en el desarrollo de producto según su origen interno o externo.

Entre los factores externos cabe destacar:

- La demanda de los clientes. El ecodiseño ayuda a los clientes a cumplir con la legislación medioambiental vigente, así como con otros reglamentos o compromisos suscritos por éstos.
- Las regulaciones gubernamentales. A través de reales decretos, normas y leyes el gobierno puede modificar las exigencias a fabricantes sobre procesos, productos y servicios. Según estos agentes implicados se adapten a las nuevas condiciones, podrán ser sancionados o premiados de acuerdo a las acciones.
- Las iniciativas promovidas desde el mismo sector industrial. La globalización y las cada vez mayores expectativas del consumidor obligan a las empresas a la introducir nuevas prácticas con el fin de no perder el margen competitivo respecto a otras empresas del mismo sector.

Los factores internos que más estimulan el ecodiseño son:

- La oportunidad de innovar. El ecodiseño es un motor de innovación, preparando y motivando a la empresa a innovar con el fin de mejorar su relación con el medio ambiente.

- El aumento de la calidad del producto. Incremento del valor de los productos debido a considerar el factor medioambiental en su etapa de diseño y desarrollo.

Al identificar opciones para minimizar la cantidad y el tipo de materiales utilizados, se facilita la introducción de innovaciones que resultan en una mejor calidad de los productos o de su presentación.

- Los nuevos nichos de mercado. Al cumplir las regulaciones ambientales aplicables, se mejora la gestión ambiental de una organización, se abren las oportunidades de hacer negocios “verdes” y mejorar la imagen ambiental de la organización con los clientes y la comunidad.

Por tanto, las mejoras que parten del ecodiseño sólo cuentan con la aprobación de las empresas si también implican otros beneficios más allá de los medioambientales. Además, de entre beneficios extra medioambientales, los factores internos tienen mayor peso que los factores externos, es decir, aquellos relacionados con la calidad y con copar un nicho de mercado nuevo promueven más el ecodiseño que las decisiones de clientes, gobiernos y sectores. En cualquier caso, los factores decisivos en la toma de decisiones respecto al ecodiseño son: que supongan una mejora medioambiental, que se considere una responsabilidad del fabricante y que exista una alternativa de diseño.

Análisis de ciclo de vida

El objetivo de este apartado es explicar aquellas herramientas existentes que ayudan al diseñador industrial a integrar el ecodiseño en el proceso de diseño y desarrollo de un proyecto. En primer lugar se explicará el análisis de ciclo de vida (ACV) y posteriormente se expondrán las herramientas prácticas.

El ACV (Análisis de Ciclo de Vida) es una herramienta que se utiliza para medir el impacto del funcionamiento y desarrollo de un producto industrial sobre el medio ambiente. Más específicamente, se utiliza para medir variables como el consumo

bruto de energía en la fabricación de un producto, la energía requerida para la extracción de las materias primas a partir de las cuales se crean los materiales, las fuentes de energía utilizadas, los gases de invernadero emitidos y la cantidad de gases emitidos a la capa de ozono, entre otros parámetros (DeBenedetti, B. et al., 2007).

De acuerdo con la ISO 14040:2006 el ACV es “una técnica para evaluar los aspectos medioambientales y los potenciales impactos asociados con un producto, proceso, o actividad mediante: la recolección de un inventario de las entradas y salidas relevantes de un sistema; la evaluación de los potenciales impactos medioambientales asociados con esas entradas y salidas; y la interpretación de los resultados de las fases de análisis y evaluación de impacto de acuerdo con los objetivos del estudio”.

Etapas del ciclo de vida y categorías de impacto

Un buen uso de esta herramienta implica tener un conocimiento exhaustivo sobre cuáles el impacto medioambiental en el desarrollo de cada una de las etapas o fases de vida de un producto, por lo que el ACV se enmarca dentro de una estrategia de gestión en la cual se ha de tomar decisiones importantes que afectarán a cómo se crea el producto (desarrollo), cómo se utiliza (uso) y cómo se desharán de él los consumidores (fin de vida). Las etapas fundamentales del ciclo de vida de todo producto son las siguientes:

- Etapa 1. Extracción de materias primas
- Etapa 2. Transformación de los materiales
- Etapa 3. Producción y ensamblaje
- Etapa 4. Distribución
- Etapa 5. Uso
- Etapa 6. Fin de vida del producto

Se estima que el 80% del impacto del ciclo de vida entero del producto se decide en la fase de diseño (Agencia Federal Medio Ambiente Alemana, 2000), o, dicho en otras palabras, aplicar criterios de ecodiseño puede reducir hasta en un 80% el impacto ambiental del producto. Puesto que en cada etapa hay un consumo de energía y materia prima y se producen una serie de residuos (vertidos tóxicos, emisiones, contaminación del agua) el objetivo del uso del ACV es ser consciente de las áreas de actuación con mayor posibilidad de mejora y comparar mediante indicadores el progreso respecto a etapas anteriores.



Fig.7: Etapas del ciclo de vida del producto – Fuente: Declaración Ambiental de Productos de Construcción

Metodología del ACV

De acuerdo a la ISO 14040:2006 todo estudio de ACV puede contener las siguientes fases: Definición de alcance y objetivos del estudio, análisis del inventario, evaluación del impacto e interpretación.

Definición de objetivos: Establecimiento de objetivos, alcance y definición de la unidad funcional. En esta fase se define el tema de estudio y se incluyen los motivos que llevan a realizarlo. Es importante establecer adecuadamente en esta

fase la unidad funcional, es decir, la función principal del sistema analizado. Un ACV no sirve para comparar productos, sino cantidades de productos que cumplan la misma función.

Análisis de inventario: identificación y evaluación de las entradas (materia prima y energía) y salidas (emisiones gaseosas, líquidas y residuos sólidos) de cada una de las etapas del ciclo de vida del producto. La segunda fase requiere la obtención de datos y los procedimientos de cálculos para identificar y cuantificar la “carga ambiental” a la unidad funcional. Es decir, la salida o entrada de materia o energía que causa un impacto ambiental negativo, incluyendo gases contaminantes, residuos sólidos, ruidos, radiaciones, olores, entre otros.

Análisis del impacto: clasificación, caracterización, normalización y valoración de los impactos ambientales identificados en la etapa de análisis de inventario. Según la ISO 14042, los elementos obligatorios de esta fase son los siguientes:

Selección de categorías de impacto, indicadores de categoría y modelos. Clasificación en categorías de impacto de los datos del inventario. Caracterización. Se trata de una modelización de los datos del inventario para cada una de las categorías de impacto creadas en la fase previa.

Entre los elementos opcionales se encuentran:

1. La normalización de las magnitudes en una determinada categoría de impacto en referencia a un valor.
2. La agrupación de los indicadores.
3. La ponderación. Se establecen unos factores que determinan el peso relativo de cada categoría de impacto para luego hacer el sumatorio y obtener un único índice ambiental ponderado.

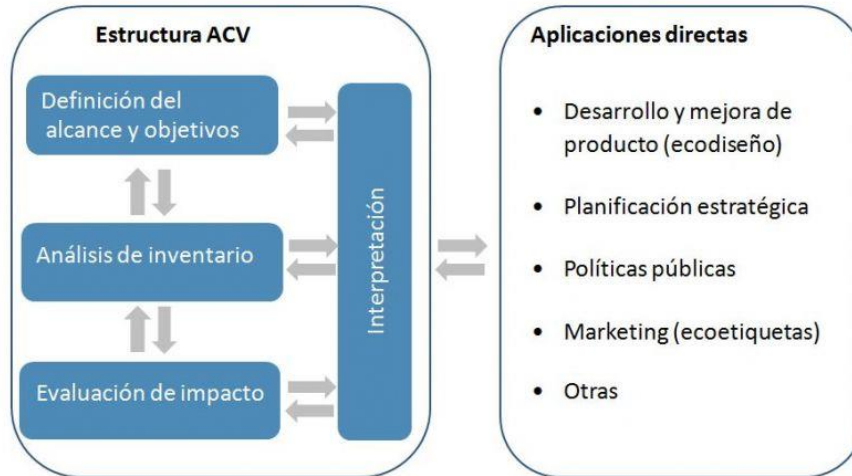


Fig.8: Las fases de un ACV según la ISO 14040:2006 –
Fuente: manual de ecodiseño INESCOP

4. Análisis de calidad de los datos. Este elemento es obligatorio en análisis comparativos. Además, se deberá interpretar los resultados obtenidos en el análisis del inventario y la evaluación del impacto bien por medio de conclusiones o recomendaciones para la toma de decisiones.

5. Evaluación de mejoras: propuesta de ventajas medioambientales al ciclo de vida actual del producto.

Metodología del ecodiseño

Las etapas principales del proceso de ecodiseño ((RIERADEVALL, 2009) como planeamiento de objetivos, evaluación ambiental del producto, ecobriefing, escenarios de mejora, valoración del ecoproducto y documento final se describen en la figura siguiente.



Fig. 9: Proceso de Ecodiseño – Fuente: Manual de ecodiseño PRODINTEC

4.1.2 Diseño circular

Comenzando con el contexto más amplio, el principal impulsor de la transición a una economía circular es la necesidad de un mundo más sostenible. Nos enfrentamos a un número de problemas globales urgentes que se resumen en los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. El diseño ofrece grandes oportunidades para mejorar el comportamiento medioambiental de los productos. Esta ha sido el foco del diseño para la sostenibilidad durante los últimos 25 años. (Fundación Ellen Macarthur, 2020).

En la práctica la atención se ha centrado principalmente en optimizar el uso de materiales y la energía consumo de productos, y en aumentar la cantidad de reciclado materiales. Esto ha llevado a mejoras considerables en el diseño. de productos, en parte también estimulado por regulaciones que han hecho cumplir empresas a seguir un enfoque de diseño ecológico. Sin embargo, los resultados son solo implementado a un ritmo incremental, y como nuestros desafíos han surgido más nuevas tecnologías.

En lugar de intentar resolver problemas medioambientales, debemos dar un paso adelante para prevenirlos. Es el momento para un siguiente paso en el diseño para la sostenibilidad, y es hora de aumentar el impacto de lo que hacen los diseñadores. Aquí es donde el diseño circular entra en juego. En lugar de ahorrar solo materiales, podemos ahorrar funcionalidad y valor.

Para lograr esto, el circuito debe estar cerrado al nivel del usuario, el nivel del proveedor de servicios o el nivel del fabricante. Esto solo funcionará cuando no solo los impactos ambientales, pero también se tienen en cuenta los aspectos comerciales y de los usuarios. Esto significa un enfoque más complejo, que se promueve fuertemente en el diseño para la economía circular.

El diseño para una economía circular enfatiza la importancia de recuperación de productos y materiales, si es posible, mediante el mantenimiento del rendimiento y el valor de un producto durante ciclos de uso múltiple. Las operaciones de recuperación preferidas son la reutilización, reparación, reacondicionamiento, refabricación y recolección de piezas, ya que estos procesos mantienen o restauran la funcionalidad de productos y repuestos. Además, permitir el reciclaje de materiales es un paso esencial, aunque también un último recurso. En diseño esto trae consigo la necesidad de pensamiento estratégico y un horizonte a largo plazo con una atención cada vez mayor a los negocios modelos.

El proceso del diseño circular

El proceso de diseño circular consta de cuatro etapas y se basa en enfoques como el pensamiento de diseño y el diseño centrado en el ser humano.

- Comprender: conocer al usuario y al sistema
 - Flujos circulares
 - Pensamientos regenerativos
 - Cambio de servicio
 - De adentro hacia afuera

Inspiración: Sistemas

Aprender de la naturaleza

- Definir: poner en palabras el desafío del diseño y su intención como diseñador.
- Hacer: idear, diseñar y crear prototipos de tantas iteraciones y versiones como sea posible
- Lanzamiento: lance su diseño a la naturaleza y construya su narrativa: cree lealtad en los clientes y profundice la inversión de las partes interesadas al contar una historia convincente

Diseñar es un proceso iterativo que nunca termina. Debe probar y perfeccionar constantemente a medida que comprende cómo interactúan sus usuarios con su diseño y cómo encaja dentro del sistema más amplio.

Estrategias de diseño circular

No existe una forma única de diseñar un producto o servicio que no genere desperdicios ni contaminación o un modelo comercial que mantenga los productos en uso durante años y años. Los tres principios de la economía circular no dictan los métodos mediante los cuales deben lograrse, sino que dejan la puerta abierta a innumerables estrategias e innovaciones.

Dicho esto, el análisis de casos prácticos exitosos de diseño circular en la práctica arroja luz sobre ciertas estrategias que parecen tener más éxito que otras. Las siguientes secciones describen seis de estas estrategias.

1. Diseño para lazos internos

Priorizar las oportunidades de mayor valor. En el diagrama del sistema de economía circular, enfoques como la reutilización, el intercambio, la refabricación y la renovación se ubican más cerca del centro de los múltiples bucles de materiales,

mientras que el reciclaje se encuentra más lejos. Como regla general, cuanto más cerca esté el bucle del centro del diagrama, más valioso será el enfoque.

No es de extrañar entonces que muchos de los ejemplos más exitosos de diseño circular sean aquellos que priorizan estos circuitos internos de la economía circular. Al diseñar productos para que se puedan reparar o refabricar fácilmente, o al crear nuevos modelos comerciales para facilitar el intercambio, estas empresas están desbloqueando un nuevo valor para sí mismas y sus clientes.

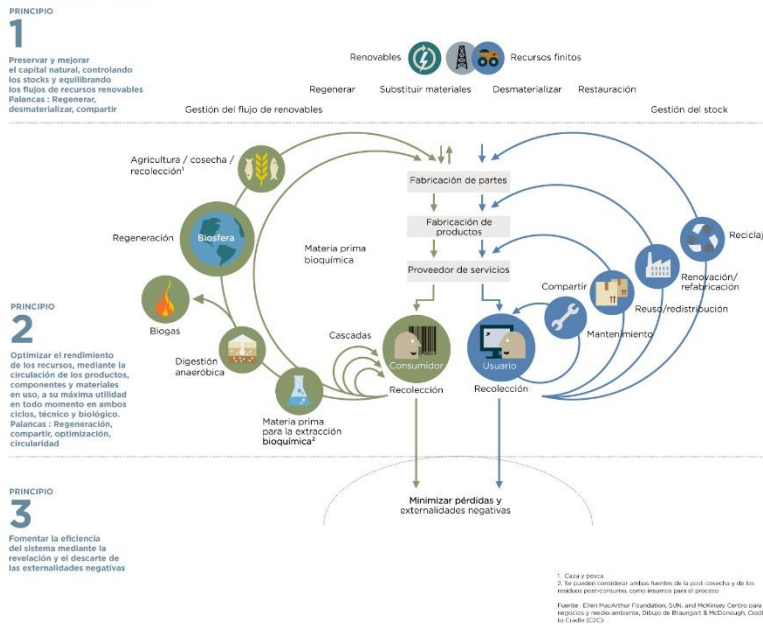


Fig. 10: Guía de la economía circular – Fuente: Fundación Ellen MacArthur

2. Pasar de productos a servicios

¿Es realmente necesaria la propiedad? El concepto de economía circular es fundamental para pasar de la propiedad al acceso; entendiendo que los clientes a menudo solo requieren acceso a un producto durante un período corto de tiempo, después del cual pueden devolverlo al proveedor de servicios o pasárselo a un nuevo usuario.

Una serie de nuevas empresas, basadas en esta noción, han surgido en los últimos años ofreciendo todo tipo de productos a sus clientes a corto plazo (mediante alquiler, suscripción, intercambio o arrendamiento) en lugar de vendérselos para siempre.

3. Extensión de la vida útil del producto

Diseño de productos duraderos. Extender la vida útil de un producto permite que permanezca en uso durante el mayor tiempo posible, uno de los tres principios básicos de la economía circular. Esto puede implicar el diseño de productos para que sean tanto física como emocionalmente duraderos o puede requerir enfoques innovadores que permitan que el producto se adapte a las necesidades cambiantes del usuario a medida que pasa el tiempo, como es el caso de los dos ejemplos siguientes.

Los productos que resisten el daño y el desgaste, o conservan su atractivo emocional, pueden ser utilizados y reutilizados varias veces, potencialmente por muchos usuarios diferentes. En algunos casos, los objetos pueden volverse incluso más valiosos a través de la reparación, como es el caso del arte japonés de Kintsugi.

4. Opciones de material seguro y circular

¿Qué materiales debemos utilizar para crear cosas? No todos los materiales son aptos para una economía circular. Algunos contienen productos químicos que son peligrosos para los seres humanos o el medio ambiente. Los aditivos se utilizan a menudo de forma no intencionada o por motivos de rendimiento, como mejorar la flexibilidad o la durabilidad, pero hay formas de diseñarlos. Al elegir materiales que sean seguros y circulares, puede crear una mejor oferta para sus usuarios, al tiempo que garantiza que los productos y servicios que crea encajen dentro de una economía circular. La guía de diseño circular (The Circular design guide) contiene una serie de métodos y herramientas para ayudar a los diseñadores a elegir materiales circulares y seguros.

5. Desmaterialización

Reducir los requisitos de recursos del diseño, Esta estrategia se trata de encontrar soluciones para brindar utilidad utilizando la mínima cantidad de material posible. Esto podría significar encontrar formas de virtualizar su oferta, creando un producto digital en lugar de físico.

6. Modularidad

Diseño para actualización y fácil reparación. El diseño modular es una estrategia útil para hacer que los productos sean más fáciles de reparar, refabricar y actualizar. Al facilitar la extracción de solo una parte de un producto, facilita el desmontaje, lo que reduce el costo y el esfuerzo de cambiar los componentes cuando están dañados.

Además, los sistemas modulares son más fáciles de personalizar y, por lo tanto, se adaptan a las necesidades variables y permanentes de los usuarios, evitando que los productos queden obsoletos y asegurando que se mantengan en uso durante largos períodos de tiempo.

4.1.3 Diseño para el desensamble (DFD - Design for Disassembly)

El desensamble del producto es obligatorio no sólo para los fines del fin de la vida útil, sino también para el servicio y mantenimiento del producto durante su vida útil. El desensamble del producto puede definirse como un método sistemático para separar un producto en sus partes constituyentes, componentes, subconjuntos u otros grupos. (Azab, 2011).

El proceso de desensamble tiene dos aspectos principales: Primero, es determinar a qué nivel se debe realizar el desensamble. El nivel de desensamble suele basarse en los beneficios económicos y ambientales óptimos del desensamble del producto.

DFD (Design for disassembly) es una metodología de diseño de objetivos bien conocida que permite la fácil separación de los componentes en los productos

industriales. Implica la selección y el uso de materiales apropiados, el diseño de componentes y la arquitectura del producto y la selección y el uso de juntas, conectores y fijaciones que puedan desmontarse fácilmente.

DFD hace que el plan de desensamblaje de los componentes sea simple y eficiente, y debe ser considerado, en particular, para los componentes de alta calidad/valor. Una investigación analiza los tipos de conexiones entre los componentes, la disposición de los componentes (arquitectura del producto), las direcciones de extracción y el primer componente a desmontar para minimizar el tiempo.

DFD es un tipo de fabricación ecológica, es el término que se utiliza para describir las prácticas ambientalmente racionales de producción de productos, o la producción de productos ambientalmente racionales. Cuando el producto está diseñado originalmente para ser desmontado, de modo que pueda ser utilizado en generaciones posteriores de productos DFD es el primer paso en el diseño de un producto para su reutilización, re-manufacturación y reciclaje o eliminación de productos al final de su vida útil (Mule, 2012).

Hay tres factores importantes que deben ser considerados por un diseñador que utilice esta técnica (Mule, 2012):

1. Selección del material
2. Fijaciones y conexiones
3. Estructura del producto y diseño de los componentes

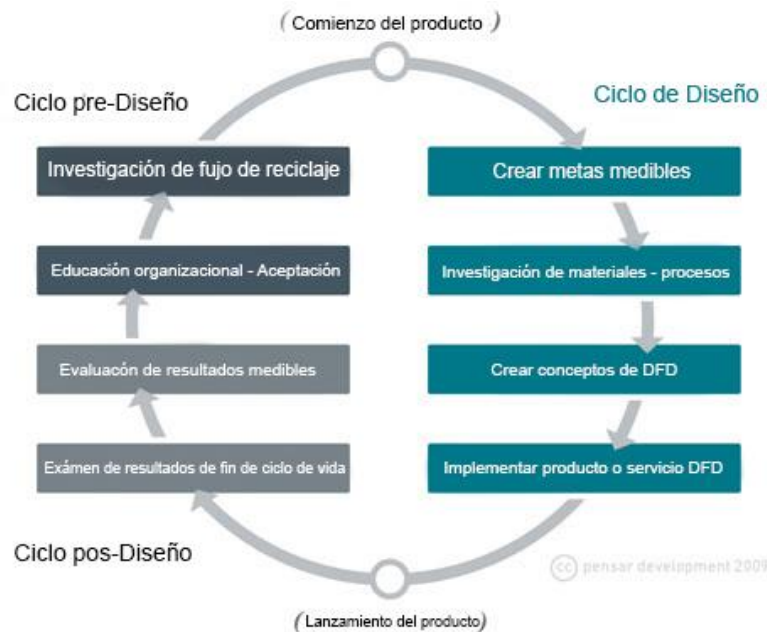


Fig. 11: Ruta del diseño para el desmontaje –
Fuente: Pensar Development

4.2 Categorías de análisis y variables del proyecto

4.2.1 Apego emocional

El enfoque emocional en el campo del diseño de productos ha planteado sostenidamente que los consumidores cada vez más buscan productos que no sólo cumplan con su función primaria, sino que además estimulen emociones y disfrute creando de este modo prácticas positivas y significativas. El disfrute de los productos se deriva en mayor medida de la interacción entre éstos y el usuario y, de acuerdo con Ruth Mugge, (profesora de Diseño para un comportamiento sostenible del consumidor, Universidad Tecnológica de Delft – Geciteerd) puede ocurrir en los ámbitos físico, cognitivo, sensorial o en varios de ellos. La autora plantea, de forma adicional, la presencia de una vinculación emocional persona-producto que está estimulada por la obtención del placer en la interacción y que puede llevar a la aparición de un apego a los productos, lo cual puede modificarse con el tiempo como resultado de una interacción recurrente.

Desde este aspecto, la importancia que el apego emocional a los productos, en particular, y el diseño basado en aspectos afectivos y emocionales, en general, pueden adquirir en el contexto actual de mercado es cada vez más significativa.

Más allá de simplemente aportar 'valor agregado' al diseño de algunos objetos, su incidencia, además, resultaría clave en los hábitos de consumo de las personas. Es posible contribuir, por ejemplo, a que éstas deseen conservar sus productos por más tiempo; esta conducta se conformaría como la base de posibles estrategias de consumo responsable, lo que ha sido planteado por diversos autores y constituye la idea principal del concepto del diseño emocionalmente duradero.

4.2.2 Personalización

Las nuevas soluciones tecnológicas impulsadas dentro de la Industria deberían contribuir a incrementar la producción y comportamiento medioambiental de los productos a lo largo de su ciclo de vida. También está relacionado a la creciente demanda de productos inteligentes y tecnologías de producción inteligentes. En un mercado sustentable, los consumidores deben tomar decisiones informadas al comprar productos "respetuosos con el medio ambiente", es decir, aquellos que son reciclados, reparados, renovables, compartidos, etc.

Hoy en día, los clientes esperan productos adaptados a sus preferencias, gustos, necesidades y estilo de vida. Quieren influir en la configuración de los productos manufacturados y recibir buenos productos. Por lo tanto, existe la necesidad de un enfoque completamente nuevo, más moderno e innovador a la producción y la gestión empresarial, lo que aumentará significativamente la flexibilidad, la eficiencia y orientación al cliente. El paradigma de la producción en masa se ha cambiado a favor de la personalizada, adaptada a las necesidades de los clientes individuales (por ejemplo, productos personalizados).

La personalización permite que el cliente se sienta el destinatario exclusivo o preferido del producto o servicio. La personalización masiva tiene como objetivo la

personalización de productos y servicios para clientes individuales a precio de producción en masa. Personalizando algunas características de un producto o servicio significa que el consumidor del producto disfruta de más conveniencia, genera mayor apego emocional, o algún otro beneficio. Esto lo inicia el diseñador, reconociendo las necesidades de los consumidores individuales en función del análisis de uso y sobre sus preferencias de compra.

La personalización hace que el consumidor haga parte del proceso de diseño y se genere una relación de cocreación la cual puede contribuir a la longevidad del producto:

1. Diseñando para las necesidades y deseos específicos del usuario.
2. Creando un sentido de propiedad del usuario sobre el producto. Los usuarios están menos dispuestos a partir con productos en los que se han dedicado a desarrollar.

5. MARCO METODOLÓGICO

5.1 Metodología

A partir de la investigación realizada en la asignatura de IPG S2 – 2020 y CPG S1 - 2021, se determinó que era necesario diseñar una propuesta que no solo abordará la sostenibilidad ambiental desde los materiales, también el uso y el fin de ciclo de vida, además de la integración del consumidor como protagonista de las estrategias de uso y disposición del producto como bases fundamentales dentro de la propuesta del proyecto.

De esa forma se definieron estrategias relacionadas con los conceptos anteriormente nombrados con el objetivo de mitigar los impactos a lo largo de la cadena productiva, llevando el ecodiseño más allá del proceso de diseño para pasar a establecer un sistema a partir de ciclos con la posibilidad de reutilizar, desensamblar, personalizar y finalmente reciclar.

Tal y como se ve en el grafico se puede evidenciar como cada una de las estrategias y conceptos se integran para la estructuración y desarrollo del proyecto.

Etapas del proyecto

Etapas del proyecto

Etapa 0.- INTRODUCCIÓN

Dar una visión general e información básica sobre lo que es Ecodiseño y su beneficio para el desarrollo del proyecto.

Etapa 1.- PREPARACIÓN DEL PROYECTO

- Organización del proyecto:
- Selección del equipo de trabajo.
- Selección del producto a ecodiseñar.
- Investigación de los Factores Motivantes para hacer Ecodiseño.

Etapa 2.- ASPECTOS AMBIENTALES

- Análisis de los principales aspectos ambientales del producto en todo su ciclo de vida.

Etapa 3.- IDEAS DE MEJORA

- Generar y priorizar ideas de mejora para el producto.

Etapa 4.- DESARROLLO DE CONCEPTOS

- Desarrollo de un pliego de condiciones técnico - ambiental y generación de alternativas conceptuales del producto en base a dicho pliego de condiciones.

Etapa 5.- PRODUCTO EN DETALLE

- Definición del producto en detalle.

Etapa 6.- PLAN DE ACCIÓN

- Establecer un plan de acción para todas las medidas de mejora ambiental pendientes para el producto a medio y largo plazo.
- Integrar definitivamente el Ecodiseño en las herramientas de diseño, así como en las herramientas de gestión.

Etapa 7.- EVALUACIÓN

- Evaluar los resultados del proyecto para sacar conclusiones y aprender a transmitir los resultados interna y externamente de manera periódica.

5.2 Herramientas metodológicas

1. inventario de ciclo de vida (ICV)

El análisis de Inventario del Ciclo de Vida (ICV), comprende la obtención de datos y los procedimientos de cálculo para cuantificar las entradas y salidas relevantes de un sistema, tomando como referencia la Unidad Funcional. Esas entradas y salidas pueden incluir el uso de recursos y las emisiones al aire, agua y suelo asociadas con el sistema a lo largo del ciclo de vida, es decir, desde la extracción de las materias primas hasta la disposición final. Las interpretaciones pueden sacarse de esos datos, dependiendo de los objetivos y alcance del ACV. Esos datos también constituyen las entradas para la evaluación de impacto de ciclo de vida (ISO, 2006).

2. Valoración de la estrategia ambiental de producto (VEA)

Se trata de una herramienta cualitativa en la que se valoran las distintas opciones de mejora dentro de cada una de las estrategias del Ecodiseño (optimización de materiales, optimización de producción, optimización de distribución, optimización de vida útil...). Existen numerosos tipos de representar gráficamente esta herramienta, pero la más utilizada es un diagrama en forma de tela de araña en el cual el producto o servicio recibe una puntuación sobre cada una de las estrategias en función del grado en que se están introduciendo mejoras ambientales. Cuanto más al exterior se encuentre la valoración mayor es ésta y mejor comportamiento ambiental ha obtenido.

En general, se utiliza para comprobar que las opciones de mejora ambiental seleccionadas son las adecuadas, se puede, además, comparar varias opciones dentro del mismo producto y estudiar la evolución de un producto o servicio tras el rediseño o aplicación de nuevas estrategias.

3. Product journey map

El cual tiene como objetivo definir los flujos de materiales de un producto o servicio con el fin de identificar el sistema bajo el cual opera y las oportunidades de aplicación de los principios de diseño circular.

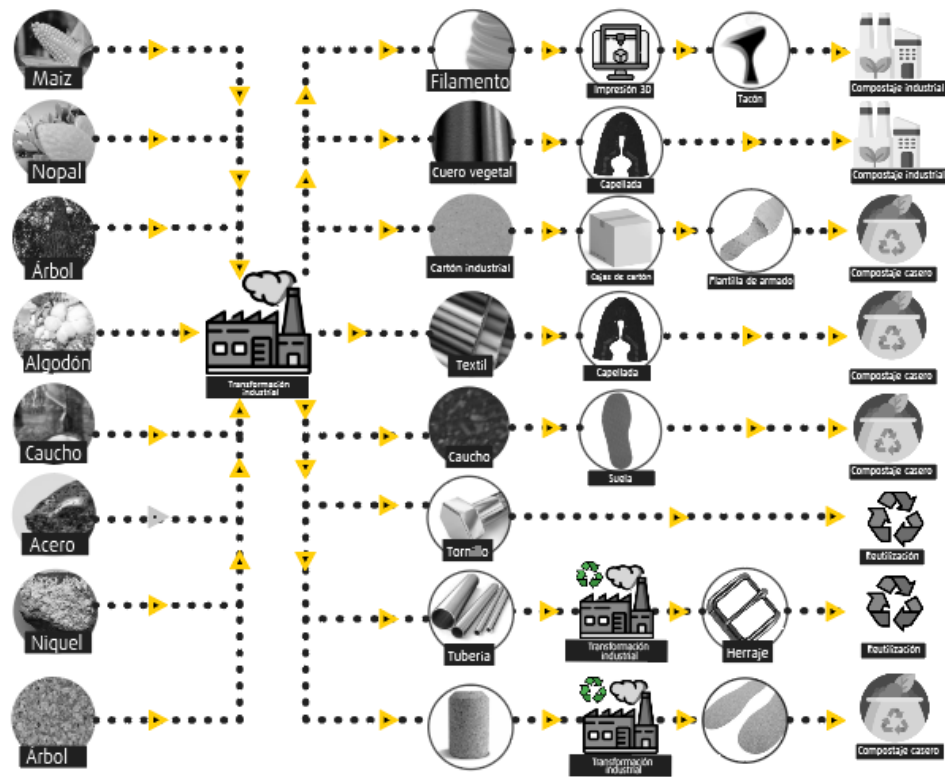


Fig. 12: Ruta de materiales – Fuente: Realización propia

5.3 Estructura general del proyecto

La estructura general del proyecto simplifica como las diferentes estrategias se agrupan para llevarse a cabo y como se relacionan.

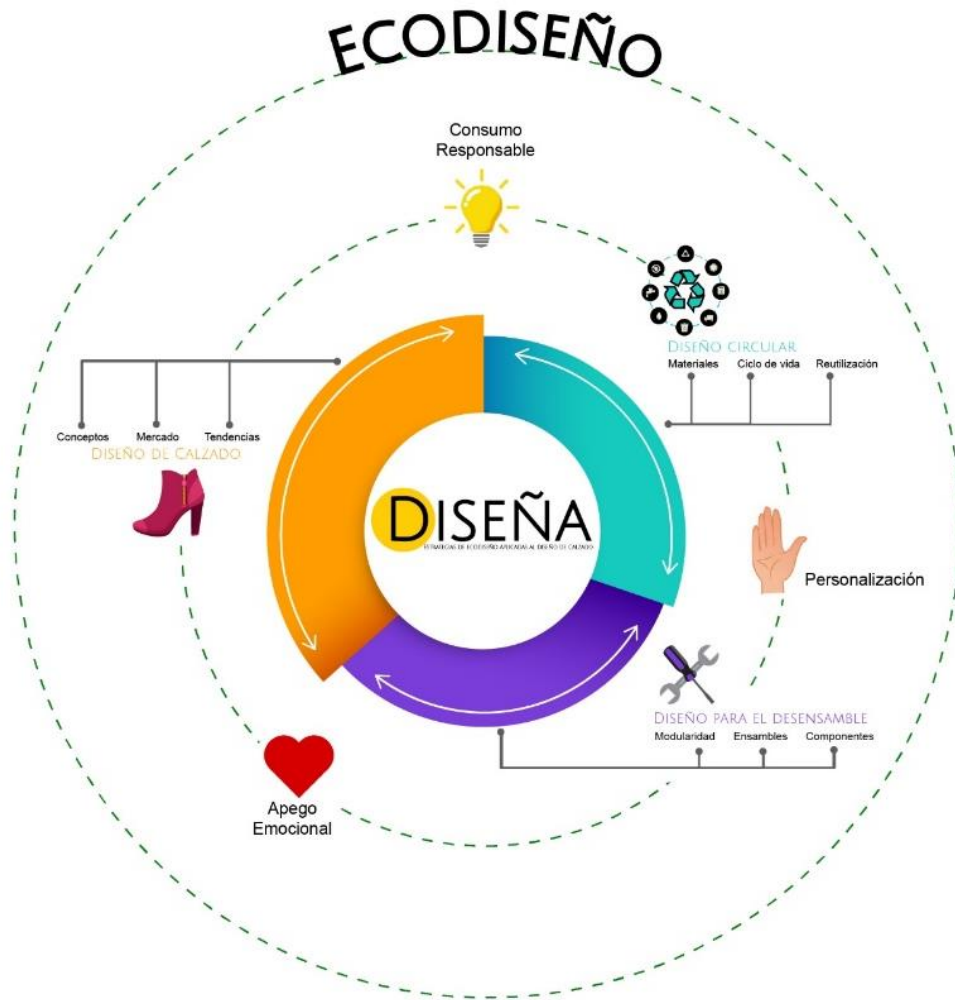


Fig. 13: Esquema general de proyecto –
Fuente: Realización propia

6. PROCESO DE DISEÑO

A partir del análisis de las estrategias más adecuadas para el desarrollo del proyecto, tomando en cuenta los objetivos y la obtención de resultados medibles se desarrolló un proceso de diseño tomando procesos de los conceptos antes nombrados. El proceso de diseño se desarrolló por fases como se muestra en la siguiente figura:



Fig. 14: Proceso de diseño proyecto Diseña
Fuente: Realización propia

6.1 Definición estratégica

1. Diseño para función

- Optimización funcional del producto
- Varias funciones
- Modularidad

2. Diseño para durabilidad y reparabilidad

- Consideración de la longevidad, la capacidad de reparación y el mantenimiento del producto.
- Consideración las mejoras ambientales debido a las nuevas tecnologías.
- Productos confiables
- Productos personalizables por el usuario.

3. Diseño para reciclaje, reutilización y recuperación

- Consideración de un desmontaje y subconjuntos sencillos
- Reducir la complejidad del material
- Incrementar la cantidad de materiales reciclados y reciclables
- Uso de materiales y componentes en otros productos futuros

4. Seleccione material de bajo impacto

- Materiales renovables
- Materiales reciclados y / o reciclables
- Materiales recuperados y / o recuperables
- Materiales biodegradables
- Materiales que suponen un menor consumo energético

5. Reducir el uso de materiales

Reducir la variedad de materiales en un mismo producto

Determinantes y requerimientos

Teniendo en cuenta que los determinantes son las pautas identificadas para el desarrollo del proyecto y los requerimientos son las características que se exige que posea el producto

Se definieron los siguientes,

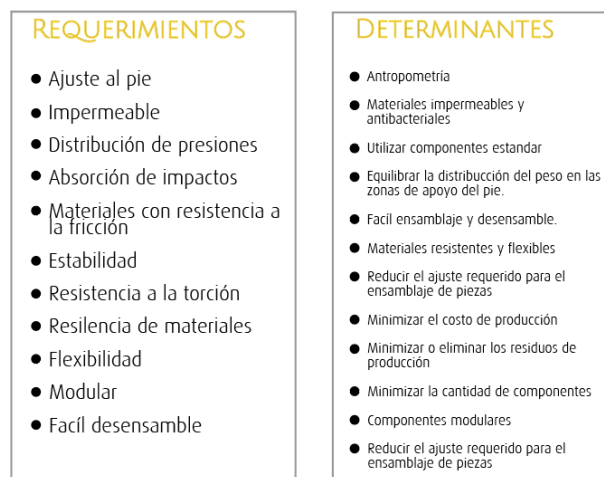


Fig. 15: Requerimientos y determinantes
Fuente: Realización propia

1. Requerimientos:

De uso-

Practicidad: Funcionalidad relación usuario – producto

Mantenimiento: Minimización de reparación y mantenimiento de componentes

Percepción: Captación del producto y sus componentes por parte de usuario

De Función-

Mecanismos: Principios que darán funcionalidad al objeto

Resistencia: Esfuerzos que soporta el producto

De Estructura-

Número de componentes: minimizar la cantidad de elementos esenciales.

Funciones de cada componente: Estructurabilidad de elementos, modulación.

Técnico – productivos-

Materias primas: Características y especificaciones de los materiales.

Estandarización: Modulación y simplificación de partes para ampliar su versatilidad.

Estéticos-

Estilo: Apariencia general que manifiesta el producto por el tratamiento que se le ha dado a sus componentes formales

Unidad y ritmo: Simplicidad en la forma, relación entre sus partes componentes (proporción, equilibrio y repetición de elementos).

Etapas

En la siguiente figura podemos evidenciar el desarrollo por etapas del proceso de diseño para el proyecto Diseña.

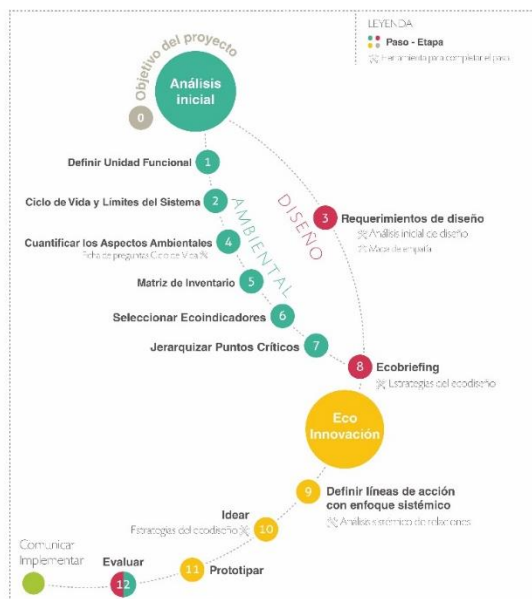


Fig. 16: Paso a paso del ecodiseño – Fuente: Ecodiseño.cl

6.2 Diseño de concepto

El desarrollo de concepto se realiza a partir de las variables y estrategias que serían aplicables para la realización de una colección factible y viable. Como se muestra en la siguiente figura se tuvieron en cuenta etapas de desarrollo de concepto.



Fig. 17: Generación de conceptos
Fuente: Realización propia

6.3 Diseño de sistemas

Se definieron los requerimientos para la exploración de los sistemas y componentes del producto

De uso-

Practicidad: Funcionalidad relación usuario – producto.

Mantenimiento: Minimización de reparación y mantenimiento de componentes.

Percepción: Captación del producto y sus componentes por parte de usuario.

De Función-

Mecanismos: Principios que darán funcionalidad al objeto.

Resistencia: Esfuerzos que soporta el producto.

De Estructura-

Número de componentes: minimizar la cantidad de elementos esenciales.

Funciones de cada componente: Estructurabilidad de elementos, modulación.

Técnico – productivos-

Materias primas: Características y especificaciones de los materiales.

Estandarización: Modulación y simplificación de partes para ampliar su versatilidad.

Estéticos-

Estilo: Apariencia general que manifiesta el producto por el tratamiento que se le ha dado a sus componentes formales.

Unidad y ritmo: Simplicidad en la forma, relación entre sus partes componentes (proporción, equilibrio y repetición de elementos).

Propuesta de diseño de calzado

La propuesta del producto se centra en dar respuesta a tres preguntas que se fijaron durante la etapa de conceptualización:

¿Qué diseñar? Calzado para un mercado casual, que a través de su sistema de montaje con un número mínimo de partes y con el mínimo uso de adhesivos y sin uso de solventes, permita el intercambio de piezas durante la etapa de uso con el fin de alargar la vida útil del mismo, esta capacidad de armado y desarmado posibilita ir modificando el producto según el gusto de la usuaria, las tendencias de la moda y el estado del producto. Además de permitir el desensamble del producto para facilitar la remanufacturación del mismo. Se diseñó con el uso de dos tipos de hormas 1) Horma 65mm de altura punta redonda, 2) Horma 65mm de altura punta cuadrada.

¿Para qué diseñar? Si bien es importante generar un propuesta que responda a los requerimientos funcionales, estéticos, productivos, ergonómicos y ambientales, sea cual sea el caso, es importante integrar al usuario, desde nuevas experiencias de uso e interacción y además dentro de una dinámica de renovación del calzado; donde él mismo (usuario) sea el actor principal de una actividad de consumo responsable desde la compra hasta la disposición final del producto, por ende se diseña para el cambio hacia un comportamiento más consciente de artículos como el calzado.

¿Por qué diseñar? Desde la perspectiva de ciclo de vida de producto es necesario observar aquellas situaciones negativas que desde el diseño pueden ser mejoradas para reducir el consumo de recursos durante toda la cadena de valor, hacer más eficiente el uso de materias primas en el origen hasta su disposición final, desarrollar productos sustentables y pertinentes a la situación actual, por consiguiente es un deber tanto de la empresas como de los diseñadores planificar escenarios desde una etapa temprana del desarrollo que permita evaluar impactos ambientales antes que el producto se encuentre en el mercado.

Después de estas definiciones se comienza con el proceso creativo, partiendo del análisis de algunos referentes de calzado con la misma perspectiva ambiental, con el proceso de ideación y bocetación hasta la evaluación de alternativas, realización de modelos de comprobación y finalmente hasta llegar al prototipo que materializa tanto nuestra visión de calzado y que se integra con la propuesta de sistema producto servicio aquí planteada.

Finalmente se logra concretar un concepto de calzado (fig. 16) la cual se compone de tres elementos estructurales:

1. Estructura base que se compone de plantilla de armado, plantilla, contrafuerte, puntera, suela y eje de tacón.
2. El segundo es una capellada que sirve como soporte y protección del pie, además de adaptarse a la morfología del mismo, la reducción de elementos estructurales en el calzado, han hecho que este tipo de propuestas minimalistas sean una tendencia para para calzado urbano atemporal. Además, brinda y sujeción para que este se mantenga en su lugar.
3. El tercer elemento es el tacón el cual se ajusta a la estructura base y es intercambiable demás partes del zapato y da soporte al talón y permite el uso correcto del calzado.

Estos tres elementos se reúnen es un sistema de 2 partes intercambiables que no necesitan pegamentos para su ensamble y que dan la posibilidad de tener diferentes alternativas de acuerdo a la necesidad de la usuaria (fig.17).

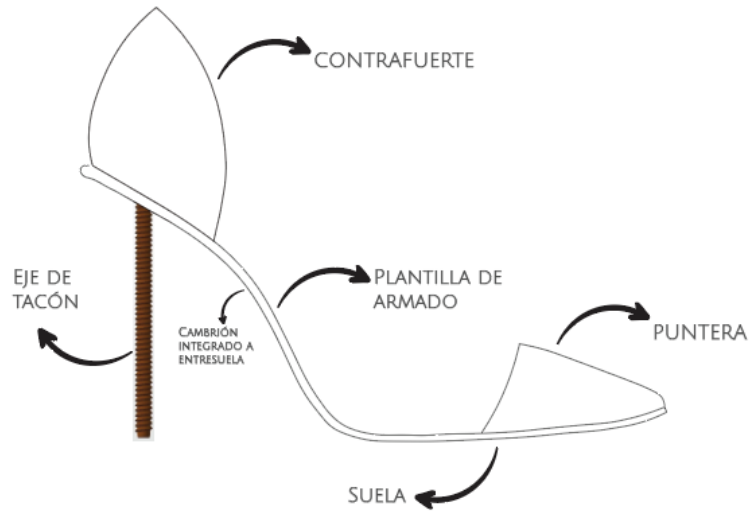


Fig. 18: Estructura general de calzado
Fuente: Realización propia

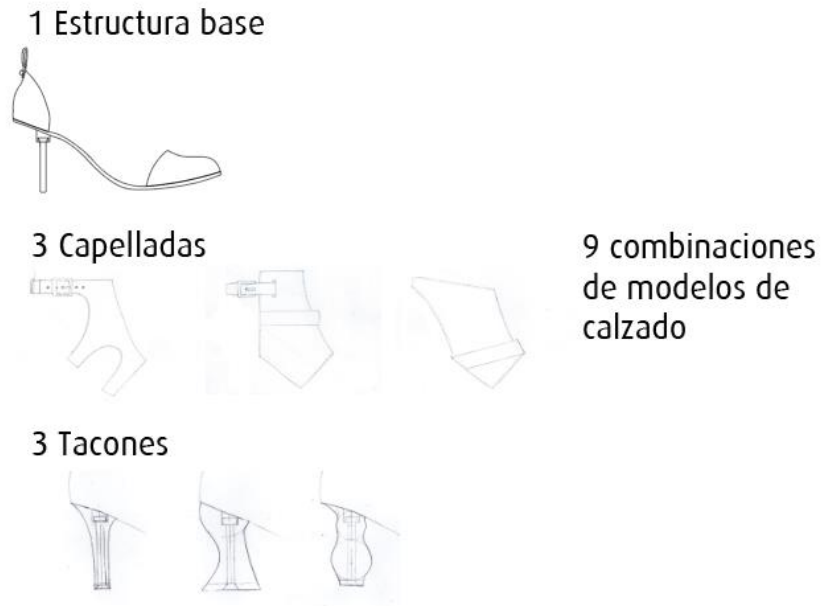


Fig. 19: Combinaciones sistema de producto
Fuente: Realización propia

6.4 Propuestas

Horma A – Horma 65mm de alto punta redonda



Fig. 20: Propuestas 1
Fuente: Realización propia

Horma B – Horma 65mm de alto punta Cuadrada



Fig. 21: Propuestas 2
Fuente: Realización propia

Inspiración:

Colección Euritmia

Del latín eurythmia. Se conoce como euritmia al hecho de moverse de modo armonioso y buscando la belleza. Este movimiento sirve para expresar los estados de ánimo y por ello se transforma en un medio de comunicación.

Tiene como fin la detonación colectiva de ideas que generan todas las mujeres inmersas en Euritmia, donde es muy importante transmitir los sentimientos que las representan y donde buscamos materializar todos los valores e ideales que transmiten estas mujeres tan particulares.

Con esto en mente surgen tres conceptos clave que estructuran esta historia: la “Consciencia”, la “Empatía” y la “Influencia” contarán de manera detallada los fundamentos que tendrá el equipo para diseñar la colección de calzado.

El oso de anteojos o oso andino (*Tremarctos ornatus*) se utilizó como inspiración conceptual al ser una especie en peligro de extinción.

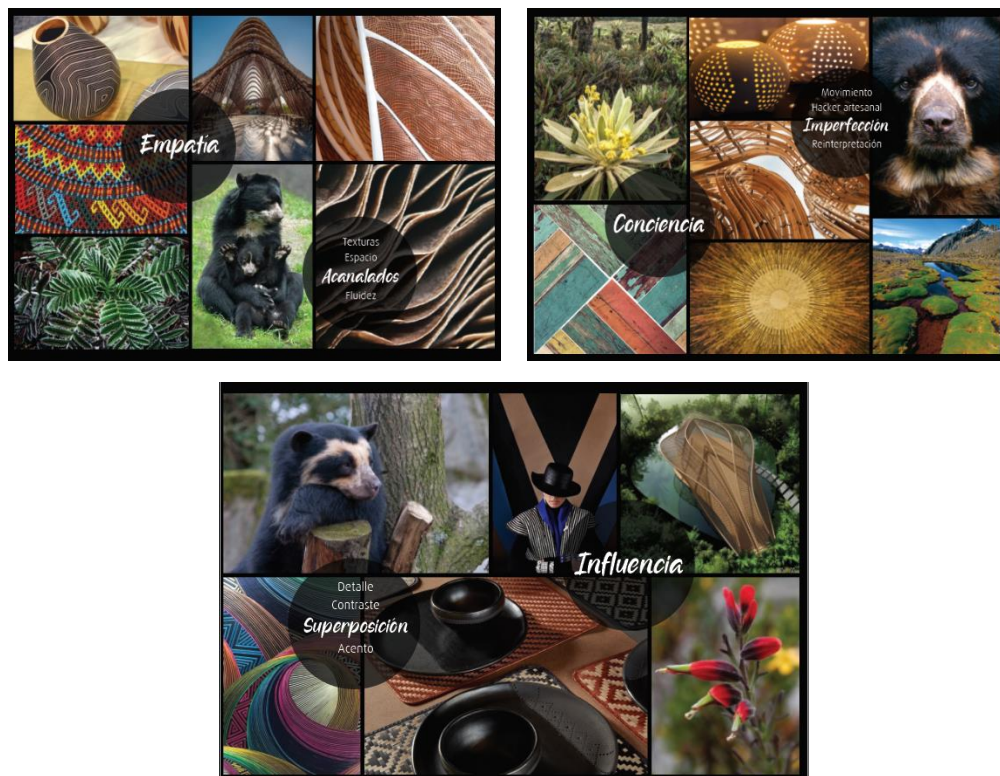


Fig. 22: Moodboards
Fuente: Realización propia

6.5 Prototipado

En el proceso de prototipado se realizaron exploraciones de forma, siempre pensando en la utilización mínima de materiales, simplificación de formas, fácil ensamble y desensamble.

1ra exploración



Fig. 23: Modelo 1
Fuente: Realización propia

2da exploración



Fig. 24: Modelo 2
Fuente: Realización propia

Seguido se procedió a la investigación de materias primas, insumos y maquinaria necesaria para la fabricación de prototipos.

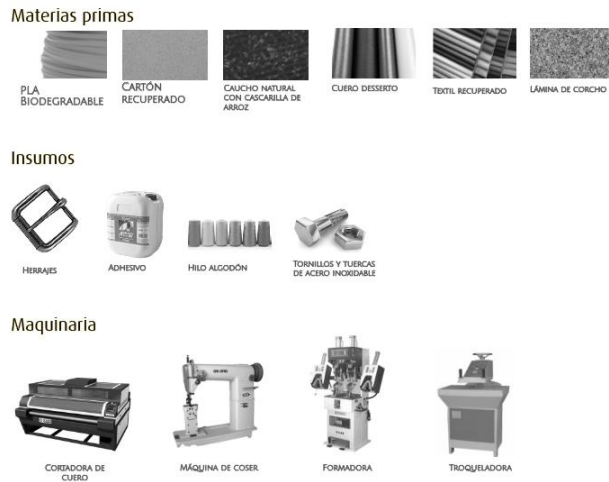


Fig. 25: Materia prima, insumos y maquinaria
Fuente: Realización propia

Se definió la ruta de proceso de la fabricación de los prototipos en donde se evidencia una disminución de generación de residuos y se elimina una etapa del proceso.

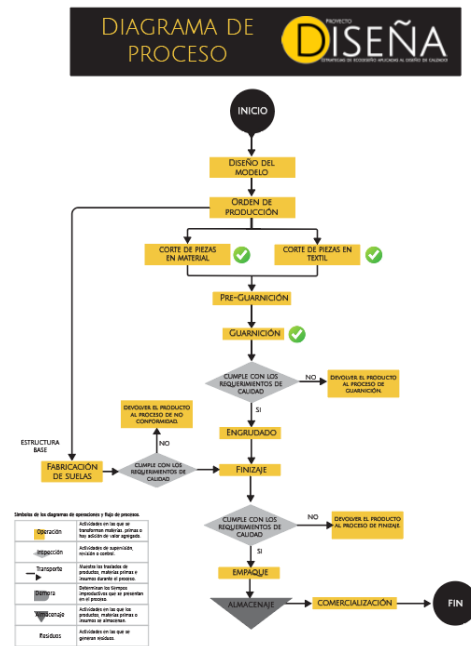


Fig. 26: Propuesta ruta de proceso
Fuente: Realización propia

Prototipos finales



Fig. 27: Prototipos
Fuente: Realización propia

6.6 Costos

Con el desarrollo estos se pueden evidenciar la factibilidad y la viabilidad del proyecto y se demostró que el objetivo de reducir los costos planteado se cumple a cabalidad. También se muestra como el precio del producto se divide por el número de piezas intercambiables y el número de combinaciones posibles para la usuaria.

Modelo	Corte Capellada			Forro			Tacones	Suela	Mano de obra	Otros		Total
	Consumo	VP Material	\$	Consumo	PVP Material	\$	\$	\$	\$	Artículo	\$	
1	35 cm2	0	\$0	35 cm2	0	0	\$13.000	\$2.500	\$50.000	Herraje	\$300	
	20 cm2	\$5.000	\$10.000	20 cm2	\$2.500	\$5.000				Hilo	\$20	
										Puntera	\$1.000	
			\$10.000			\$5.000	\$13.000	\$2.500	\$50.000	Adhesivo	\$50	
							\$13.000	\$2.500	\$50.000	Servicios	\$2.000	
											\$3.370	\$83.870
2	45 cm2	0	\$0	45 cm2	0	\$0	\$13.000	\$2.500	\$50.000	Herraje	\$180	
	20 cm2	\$5.000	\$10.000	20 cm2	\$2.500	\$5.000				Hilo	\$20	
										Puntera	\$1.000	
			\$10.000			\$5.000	\$13.000	\$2.500	\$50.000	Adhesivo	\$50	
							\$13.000	\$2.500	\$50.000	Servicios	\$2.000	
											\$3.250	\$83.750
3	30 cm2	0	\$0	30 cm2	0	\$0	\$13.000	\$2.500	\$50.000	Herraje	\$300	
	20 cm2	\$5.000	\$10.000	20 cm2	\$2.500	\$5.000				Hilo	\$20	
										Puntera	\$1.000	
			\$10.000			5000	\$13.000	\$2.500	\$50.000	Adhesivo	\$50	
							\$13.000	\$2.500	\$50.000	Servicios	\$2.000	
											\$3.370	\$83.870
4	30 cm2	0	\$0	45 cm2	0	\$0	\$13.000	\$2.500	\$50.000	Herraje	\$180	
	20 cm2	\$5.000	\$10.000	20 cm2	\$3.000	\$6.000				Hilo	\$20	
	10 cm2	0	\$0	10 cm2	\$2.500	\$2.500				Puntera	\$1.000	
										Adhesivo	\$50	
			\$10.000			\$8.500	\$13.000	\$2.500	\$50.000	Servicios	\$2.000	
											\$3.250	\$87.250
5	10 cm2	0	\$0	10 cm2	0	\$0	\$13.000	\$2.500	\$50.000	Herraje	\$180	
	10 cm2	\$5.000	\$5.000	20 cm2	\$5.000	\$5.000				Hilo	\$20	
										Puntera	\$1.000	
			\$5.000			\$5.000	\$13.000	\$2.500	\$50.000	Adhesivo	\$50	
							\$13.000	\$2.500	\$50.000	Servicios	\$2.000	
											\$3.250	\$78.750
6	35 cm2	0	\$0	35 cm2	0	0	\$13.000	\$2.500	\$50.000	Herraje	\$180	
	20 cm2	\$5.000	\$10.000	20 cm2	\$2.500	\$5.000				Hilo	\$20	
										Puntera	\$1.000	
			\$10.000			\$2.500	\$13.000	\$2.500	\$50.000	Adhesivo	\$50	
							\$13.000	\$2.500	\$50.000	Servicios	\$2.000	
											\$3.250	\$86.250

Inversión	Margen Neto 1
\$ 83.870	\$ 104.839
\$ 83.750	\$ 104.690
\$ 83.870	\$ 104.841
\$ 87.250	\$ 109.067
\$ 78.750	\$ 98.443
\$ 86.250	\$ 107.819
Total:	\$ 503.740

Inversión	Margen Neto 2
\$ 83.870	\$ 130.000
\$ 83.750	\$ 129.815
\$ 83.870	\$ 130.002
\$ 87.250	\$ 135.242
\$ 78.750	\$ 122.068
\$ 86.250	\$ 219.944
Total:	\$ 503.740

Precios	
Precio + alto	\$ 219.944
Precio + bajo	\$ 122.068
Precio unitario	\$ 24.438
Precio de la competencia	\$ 329.900

Precio de la competencia: Bota Alexandria STIVALI - Producto analizado con el ACV

Fig. 28: Costos
Fuente: Realización propia

7. CONCLUSIONES

1. Es indispensable pensar los productos desde una mirada crítica, entendiendo al diseñador y a la industria como actores vitales en la construcción de un sistema de permita retornar lo impactos ambientales, sociales y económicos de cada uno de los procesos. Para que se pueda lograr una sostenibilidad integral.

2. El trabajo interdisciplinar es necesario para comprender cada una de las etapas de extracción, producción, comercialización de cada uno de los productos que se quieran desarrollar. Esto ya que el proceso de producción y comercialización de calzado involucra a varias personas.

3. Se requiere más tiempo para desarrollar un sistema-producto-servicio integral. Se espera en una segunda etapa del proyecto, se puedan llevar a cabo las comprobaciones ergonómicas y de ciclo de vida pertinentes para la propuesta, verificando los objetivos y la aceptación del mercado.

4. El éxito desde un sistema pensado desde el ciclo de vida depende en gran parte de la consolidación del sector productivo y la creación de alianzas estratégicas.

Todas los eslabones y las partes interesadas deben de estar conectadas entre sí ya que esto permite una mejor eficiencia y asegura el cumplimiento de los objetivos ambientales, sociales y económicos.

8. BIBLIOGRAFÍA

- ACICAM. (2019). ACICAM Cómo va el sector. Bogotá: ACICAM Dirección de Estudios Sectoriales
- Anastasia. (2016, septiembre 6). Moda Zero Waste o Cero Residuos, Recuperado 5 de octubre de 2020, a partir de <http://www.nastasianash.com/moda-zero-waste-o-cero-residuos/>
- Alarcón, L., Caro, J., & González, L. (2016). Prospectiva del Sector de Calzado de Cuero en Colombia, caso Calzado Yullyan. Bogotá: Universidad del Rosario (Administración de Negocios Internacionales).
- Armony, A., & Dussel, E. (2015). Beyond raw materials: who are the actors in the Latin America and Caribbean-China relationship? Buenos Aires: Friedrich-Ebert-Stiftung, Red Académica de América Latina y el Caribe sobre China, Center of Latin American Studies/University of Pittsburg, Fundación Foro Nueva Sociedad.
- Artuz, L., Martínez, m., & Morales, C. (2011). Las industrias curtiembres y su incidencia en la contaminación del Río Bogotá. Revista Isocuanta. 1. 43-53
- Azab A., Ziout A., ElMaraghy W., Modeling and Optimization for Disassembly Planning. Journal of Mechanical and Industrial Engineering 5 (2011) 1
- Cradle to Cradle Products Innovation Institute. (2017). [Sitio web oficial]. Recuperado 5 de octubre de 2020, a partir de <http://www.c2ccertified.org/>
- Ecodiseño: Diseño de Productos-Servicios Sostenibles. (2018). camara de comercio de españa. Recuperado 5 de octubre de 2020 <https://www.camara.es/innovacion-y-competitividad/como-innovar/disenosostenible>
- Fundación Ellen MacArthur. (2015). Hacia una economía circular: motivos económicos para una transición acelerada. Ellen MacArthur Foundation. Recuperado a partir de https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Executive_summary_SP.pdf
- Fundación Ellen MacArthur. (2017a). [Sitio web oficial]. Recuperado 10 de octubre de 2020, a partir de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/economiacircular/concepto>

- Fundación Prodintec. (2005) EcoDiseñas, Proyecto de ecodiseño para Pymes, Guía Metodológica, Fundación Prodintec, Centro Tecnológico para el Diseño y la Producción Industrial de Asturias. Gijón Asturias (España).
- Fiksel, J. (1993). Design for environment: the new quality imperative. Corporate environmental strategy, 1, 3.
- Herva, m., Álvarez, a., & Roca, E. (2011). Sustainable and safe design of footwear integrating ecological footprint and risk criteria. Journal of Hazardous Materials, 192(3), 1876–81. Recuperado 9 de febrero de 2021, a partir de <http://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2011.07.028>
- Lockton, Dan, y otros. Design Intent. 101 Patterns For Influencing Behaviour Through Design. Berkshire, Reino Unido: Equifine, 2010.
- Luximon, A. & Luximon, Y. (2009). Shoe-last design innovation far better shoe fitting. Computers in Industry, 60(8), 621-628.
- Macdonald, e. F., & She, J. (2015). Seven Cognitive Concepts for Successful Eco-design. Journal of Cleaner Production, 92, 23–36. Recuperado 9 de febrero de 2021, a partir de <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.096>
- Mule J., Design for Disassembly Approaches on Product Development. International Journal of Scientific & Engineering Research 3 (2012) 6
- Pacheco, B., Collado, D. & Capuz, S. (2015). Identification of impacts of stages and materials on life cycle of footwear. Dyna, 82(189), 134-141.