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

PROYECTO DE DESARROLLO DE UNA COLECCIÓN DE TEJIDOS

Documento:
Memoria

Autor/Autora:
Laura Pons Luque

Director/Directora - Codirector/Codirectora:
Heura Ventura Casellas

Titulación:
Grado en Ingeniería de Tecnología y Diseño Textil

Convocatoria:
Primavera, 2024.

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Resumen

El proyecto de desarrollo de una colección de tejidos ha sido el título y tema de este trabajo. Esta colección ha surgido de una motivación por adaptar tejidos antiguos y de diferentes culturas a una industria y moda actuales, teniendo en cuenta aspectos estéticos y físicos a la vez que técnicos, y sobre todo la sostenibilidad. Para ello, se ha llevado a cabo una amplia investigación sobre las diferentes culturas del mundo y sus tejidos, seleccionando África e India como inspiración. Se han valorado diferentes técnicas y considerado las más aptas para su adaptación al sector textil actual de Europa occidental. Para el diseño de los tejidos se ha llevado a cabo una metodología a nivel estético, en la que se ha incluido la definición de los colores, la materia prima, los hilos y sus características principales, una selección de las operaciones de acabados, a la vez que se han tenido en cuenta criterios de ecodiseño. También se ha elaborado un apartado más técnico, en el que se incluyen los cálculos necesarios para una producción y una estimación de tiempos de entrega. A nivel ambiental, se ha realizado un análisis del impacto que genera la colección, en caso de que se produjeran los tejidos a nivel industrial. Para este análisis se ha realizado un Análisis de Ciclo de Vida (ACV), el cual calcula el impacto de manera cuantitativa, junto con la ayuda de la matriz de la sostenibilidad (tabla orientativa para el análisis cualitativo del impacto social, económico y ambiental de un TFG y su ejecución). Finalmente, se ha llevado a cabo un presupuesto de lo que supondría la producción y comercialización de los tejidos diseñados en esta colección contando con el coste de las materias primas y de gastos de una empresa textil (telares, sueldos, etc.), a la vez que se ha calculado el beneficio que se obtendría de dicha producción. En conclusión, se ha cumplido con el objetivo de diseñar una colección inspirada en culturas antiguas y adaptar sus técnicas a la Europa occidental actual teniendo en cuenta aspectos sostenibilistas.

Abstract

The project to develop a collection of fabrics has been the title and theme of this project. This collection has emerged from a motivation to adapt ancient fabrics and different cultures to a current industry and fashion, taking into account aesthetic and physical aspects as well as technical, and above all sustainability. To this end, extensive research has been carried out on the different cultures of the world and their fabrics, selecting Africa and India as inspiration. Different techniques have been valued and considered the most suitable for adaption to the current textile sector in Western Europe. For the design of the fabrics, an aesthetic methodology has been carried out, including the definition of colors, raw material, threads and their main characteristics, a selection of finishing operations, while ecodesign criteria have been taken into account. A more technical section has also been drawn up, which includes the calculations that are needed for a production and an estimate of delivery time. At an environmental level, an analysis of the impact generated by the collection has been carried out, if textiles were produced at an industrial level. For this analysis, a *Life Cycle Assessment* (LCA) has been carried out, which calculates the impact quantitatively, together with the help of the Sustainability Matrix (indicative table for the qualitative analysis of the social, economic and environmental impact of the TFG and its execution). Finally, a budget has been carried out of what the production and marketing of the fabrics designed in the collection would mean, counting on the cost of raw materials and expenses of a textile company (looms, salaries, etc.), while the benefit that would be obtained from this production has been calculated. In conclusion, the aim of designing a collection inspired by ancient cultures and adapting its techniques to present-day Western Europe has been met, taking into account aspects of sustainability.

Sumario

RESUMEN **1**

ABSTRACT **1**

SUMARIO **2**

ÍNDICE DE TABLAS **4**

ÍNDICE DE FIGURAS **5**

1. INTRODUCCIÓN **6**

1.1 OBJETO 6
1.2 ALCANCE 6
1.3 REQUISITOS 7
1.4 JUSTIFICACIÓN 7

2 ANTECEDENTES **9**

3 METODOLOGÍA **15**

3.1 DESARROLLO DE LA COLECCIÓN 15
3.1.1 Investigación *15*
3.1.2 Inspiración *15*
3.1.3 Diseño de los tejidos *15*
3.1.4 Desarrollo técnico *16*
3.2 EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LA COLECCIÓN 16

4 DESARROLLO DE LA COLECCIÓN DE TEJIDOS DE CALADA PARA MODA **18**

4.1 INVESTIGACIÓN 18
4.1.1 Las técnicas tradicionales de África *19*
4.1.2 Las técnicas tradicionales de India *23*
4.1.3 Valoración del potencial industrial *27*
4.2 INSPIRACIÓN 33
4.2.1 Moodboard *33*
4.2.2 Carta de colores *36*
4.3 DISEÑO DE LOS TEJIDOS 37
4.3.1 Selección de materia *37*
4.3.2 Diseño de hilos *38*
4.3.2.1 Carta de hilos 42
4.3.3 Selección de características de los tejidos *42*
4.3.3.1 Fichas técnicas 43
4.3.3.2 Carta de tejidos 44
4.3.4 Selección de acabados y/o aprestos *45*
4.4 DESARROLLO TÉCNICO 47
4.4.1 Definición del proceso de transformación *47*
4.4.2 Cálculos de producción *47*

5 ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA **51**

6 ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LAS IMPLICACIONES AMBIENTALES Y SOCIALES **54**

6.1 MATRIZ DE LA SOSTENIBILIDAD 54
6.2 ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV) 55
6.2.1 Objetivo y alcance *55*
6.2.2 Life Cycle Inventories *58*
6.2.3 Evaluación ambiental *58*
6.2.4 Interpretación *59*

6.2.5 Conclusiones 62

7 CONCLUSIONES 63

8 AGRADECIMIENTOS 65

9 REFERENCIAS 66

Índice de tablas

Tabla 1 Modelo de la Matriz de Sostenibilidad adaptada para un TFG 17
Tabla 2 Datos de calidad de hilos con título 15 Nm 39
Tabla 3 Datos de calidad de hilos con título 80 Nm 39
Tabla 4 Datos de calidad de hilos con título 4 Nm 39
Tabla 5 Datos de calidad de hilos con título 20 Nm 39
Tabla 6 Datos de calidad de hilos con título 36 Nm 40
Tabla 7 Datos de calidad de hilos con título 5 Nm 40
Tabla 8 Datos de calidad de hilos con título 2 Nm 40
Tabla 9 Datos de calidad de hilos con título 8 Nm 40
Tabla 10 Datos de calidad de hilos con título 6 Nm 41
Tabla 11 Valores límite de defectos parte 1 41
Tabla 12 Valores límite de defectos parte 2 41
Tabla 13 Resumen de los costes del desarrollo de diseño del trabajo de final de grado. 51
Tabla 14 Resumen del presupuesto. 51
Tabla 15 Resultados del impacto ambiental de la colección de tejidos 59
Tabla 16 Resultados del impacto en 4 diferentes categorías de unos jeans Levis. 61

Índice de figuras

Fig. 1 Gráfica estadística de las prendas sostenibles consumidas entre los años 2013 y 2026 10
Fig. 2 Importancia del consumo de prendas sostenibles en diferentes zonas del mundo 12
Fig. 3 Ejemplo diagrama de flujo de referencia para ACV 14
Fig. 4 Mapa de la ruta de la seda 18
Fig. 5 Moodboard de África 21
Fig. 6 Referencia de elementos del moodboard de África 22
Fig. 7 Moodboard de India 25
Fig. 8 Referencia de elementos del moodboard de India 26
Fig. 9 Moodboard Actual 28
Fig. 10 Referencia de elementos del moodboard de la moda actual 29
Fig. 11 Tejido con técnica de las tiras típico de África 31
Fig. 12 Tejido con técnica de las tiras típico de África 31
Fig. 13 Ejemplo de tejido actual creando el efecto de las cuentas(izquierda) y detalle del mismo (derecha) 32
Fig. 14 Moodboard de la colección 34
Fig. 15 Explicación moodboard general 35
Fig. 16 Carta de colores 36
Fig. 17 Carta de hilos, colores de África. Extracto de la carta disponible en el **Anexo 3** 42
Fig. 18 Carta de hilos, colores de la India. Extracto de la carta disponible en el **Anexo 3** 42
Fig. 19 Ficha técnica del tejido ARGUWA. Extracto de las fichas técnicas disponibles en el **Anexo 4** 43
Fig. 20 Información de la carta de tejidos del artículo ARGUWA. Extracto de la carta disponible en el **Anexo 5** 44
Fig. 21 Muestras de las variaciones de colore del tejido ARGUWA. Extracto de la carta disponible en el **Anexo 5** 45
Fig. 22 Esquema del sistema que representa el procedimiento y las etapas del estudio 56
Fig. 23 Modelización del sistema de estudio en el software GaBi Education 59

1. Introducción

1.1 Objeto

El objetivo principal del proyecto es el desarrollo de una colección de tejidos de calada para moda, definida bajo criterios de sostenibilidad, a la vez que empleando el concepto de "culturas del mundo" como inspiración.

Con este proyecto se pretende hacer una adaptación industrial de algunas de las antiguas técnicas de las diferentes culturas del mundo, con el fin de fusionar lo moderno y actual con esa esencia artesanal y ancestral.

Para cumplir con el propósito establecido se fijan 4 objetivos secundarios:

- Investigar dichas técnicas y su adaptación industria
- Diseñar estéticamente de la colección
- Desarrollar técnicamente la producción de la colección (estimación de tiempo y materias primas necesarias para la tejeduría)
- Valorar la sostenibilidad de los tejidos creados

1.2 Alcance

El proyecto incluye:

- Realización de moodboard: área compuesta por imágenes u otros elementos (en el caso de textil: hilos, texto, tejidos, formas, texturas, colores, etc.) que han servido de inspiración y que sirven para visualizar varios aspectos en un mismo espacio. Además, se incluye una explicación de cada uno de estos elementos y el motivo de su elección.
- Diseño de los tejidos de la colección, incluyendo:
  - Selección de las materias textiles (naturales o sintéticas y cuales) que constituirán los elementos de la colección.
  - Selección de hilos o cintas y de los ligamentos de cada uno de los tejidos.
  - Elección de los acabados y/o aprestos que se le realizarán a los diferentes artículos diseñados.
- La definición del proceso de industrialización y transformación de las técnicas de las diferentes culturas del mundo a la moda de hoy en día. Explicación de la conexión que se ha encontrado entre las técnicas ancestrales y las actuales, y de qué manera se pueden adaptar las unas a las otras con el sistema textil actual.
- El cálculo de producción de los tejidos, únicamente los de tejeduría ya que se hace una selección de los hilos y los acabados, pero no se diseña el procedimiento de estos.
- Estimación de los costes finales de los tejidos (ya conociendo los costes de las demás operaciones a realizar).
- Realización de la matriz de sostenibilidad del proyecto y valoración de los posibles impactos que puedan producir los tejidos diseñados.

El proyecto no incluye:

- El diseño de los hilos o cintas y por ello tampoco los cálculos que esta producción comporta. Únicamente se seleccionan y se conoce el coste final de estas materias

ya que el proyecto se basa en el diseño del tejido y el proceso de tejeduría, no en el de hilatura.

- No se incluye todo aquello relacionado con los acabados y/o aprestos, excepto la elección de ellos. En el proyecto únicamente se eligen los procesos que se quieren llevar a cabo para obtener el tejido deseado y se conocen sus costes finales. Por ello, no se realizan los cálculos de producción ni tampoco se examinará el desarrollo de estos.

1.3 Requisitos

El proyecto no implica la necesidad de ningún requisito que requiera de ninguna normativa. Las exigencias para cumplir son conceptuales y de concordancia con la realidad.

A pesar de ello, a nivel de concordancia, en la parte estética de la colección, se deben cumplir algunos aspectos. Se deben seguir las tendencias del mundo actuales, a la vez que las técnicas antiguas del mundo previamente investigadas y seleccionadas. La colección debe presentar una concordancia entre ambos "mundos" y entre los tejidos y técnicas, tanto a nivel de diseño como de procedimiento (se deben adaptar las técnicas antiguas a la moda actual además de a la maquinaria y procesos textiles presentes).

Otro aspecto que se debe cumplir es llevar a cabo unos cálculos de producción basados en unos precios actuales, obteniendo una estimación de costes lo más ajustados a la realidad.

1.4 Justificación

La creciente preocupación por las implicaciones medioambientales del sector textil, concretamente en el ámbito de la moda, está llevando a las empresas textiles a replantear sus productos bajo criterios de sostenibilidad. Dicho sector se encuentra en una situación en la que las cantidades de consumo y producción de prendas son desorbitadas. Por consiguiente, se pretende elaborar una colección que lucha contra ese consumismo.

De este modo, a fin de ayudar en este cambio global, se pretende volver al origen del textil, conectando con las culturas ancestrales del mundo y sus mentalidades. Esto implica el uso de materias y técnicas más naturales que se acercan nuevamente a métodos usados en la antigüedad a lo largo y ancho del planeta, como por ejemplo la tintura con colorantes naturales o la creación de tejidos artesanalmente.

En este sentido, las diferentes culturas del mundo han desarrollado, a lo largo de la historia, combinaciones de técnicas y estéticas propias y características que hoy en día pueden resultar de interés como inspiración para nuevos tejidos y prendas, sin dejar de transmitir la esencia que tanto las caracteriza a cada una de ellas. Se pretenden tomar como referencia dichas técnicas adaptándolas a la moda actual, concretamente a la de Europa occidental, tanto a nivel de diseño como de proceso y con un fin de mejora.

Para intentar plasmar ese carácter, se pretenden industrializar algunas de las técnicas antiguas, con el fin de obtener productos más naturales y menos contaminantes, ajustando

el ritmo de la productividad y generando un producto de mayor valor añadido que permita obtener menos residuo y desperdicio de prendas, aunque sin eliminar la eficiencia de los procesos y sin dejar atrás la fabricación moderna e innovadora.

En este contexto, este proyecto plantea el desarrollo de una colección de tejidos sostenibilistas de calada para moda, en la que se definen 4 fases: una primera fase de investigación sobre las técnicas textiles empleadas en diferentes culturas del mundo y su potencial para ser adaptadas en los procesos productivos actuales; una fase de diseño en la que se definen los aspectos estéticos y las características de los tejidos de la colección; una fase técnica en la que se define el proceso de transformación de las materias hasta llegar a los tejidos finales, incluyendo la definición de los hilos, los aprestos y acabados y los cálculos necesarios para el proceso de tejeduría; y una última fase en la que se pretende valorar la sostenibilidad de la colección.

2 Antecedentes

El sector textil está agrupado en tres grandes bloques: textiles para la indumentaria, textiles para el hogar y textiles técnicos (automoción, salud, seguridad, etc.). Todos los textiles están caracterizados por una serie de parámetros técnicos que los definen, pero los textiles para indumentaria tienen en cuenta, además, características estéticas ya que resultan altamente dependientes de modas y tendencias que varían en el tiempo. Por ello, estos tejidos destacan por la infinidad de variaciones posibles en cuanto a colores, texturas, estampados y estructuras, entre otras. En cuanto a tipo de estructura, en el sector de la moda, los más habituales son los tejidos de punto y los de calada. Los tejidos de calada, en concreto, son más antiguos y tradicionales. Técnicamente, el diseño de un tejido de calada implica la definición y combinación de diferentes factores como, por ejemplo, el ligamento, los hilos y su composición, las densidades de los hilos de trama y urdimbre, etc.

Para diseñar un artículo textil (tejido) se debe tener presente qué se quiere realizar y a qué va destinado (pantalón, traje, vestido, etc.). Para ello, primero se elabora un "moodboard" o panel de inspiración. En este se añaden imágenes, tejidos, texturas, colores y todo aquel elemento que sirva de inspiración para el posterior diseño. A continuación, se combinan todas estas ideas e inspiraciones para definir un breve concepto inicial y elaborar un pre-diseño de lo que se quiere realizar, en el que se incluirá el aspecto estético del tejido, el tacto o mano, posibles combinaciones de colores, etc. Este concepto debe evolucionar progresivamente hasta desarrollar el diseño definitivo. De este modo, tras la obtención del concepto se debe definir la materia con la que se quiere componer la pieza de tejido y, por tanto, los hilos a utilizar, el ligamento, otros aspectos como el ancho y las densidades, y los acabados a realizar para obtener las propiedades finales deseadas.

Para los hilos se debe tener en cuenta el tipo de hilo y de tecnología de fabricación del mismo, el título, si se debe teñir o añadir encolante, y también algunas condiciones del hilo, para asegurar que se cumpla con la calidad que se desea aportar al tejido. Para definir el ligamento, es decir el patrón de entrecruzamiento de los hilos de urdimbre y de trama, este se diseña en una cuadrícula que puede traducirse posteriormente a órdenes en la maquinaria. Esta información, junto a otros datos técnicos del tejido, como el ancho, el gramaje o las densidades se introducen en una ficha técnica para los tejedores, que son las personas encargadas de introducir los datos en el programa del equipo correspondiente (en este caso el telar) con el fin de tejer el producto diseñado. Para tejer una pieza de tejido también es relevante conocer el telar que se utilizará, pues, dependiendo de la velocidad de este, de su resistencia y de muchos otros aspectos, se deberá adaptar la ficha técnica. También se deben decidir qué procedimientos de acabado y/o apresto se realizarán en el tejido, que pueden implicar variaciones en el diseño inicial, por lo que deben tenerse en cuenta en la conceptualización del diseño.

Otra manera de reproducir un tejido de calada, aunque también se puede aplicar y adaptar a otro tipo de tejido, es la de destejer un tejido ya existente. A este procedimiento se le conoce como ingeniería inversa, es decir, en lugar de hacer el tejido, se deshace y se analiza. Con ello se consiguen los datos necesarios para "replicarlo" o bien para conocer algunas de las singularidades de este y poderlas aplicar en el nuevo diseño.

Por otra parte, la creciente preocupación por los problemas ambientales está favoreciendo que muchas empresas traten de corregir y mejorar los aspectos de diseño y producción para obtener tejidos con el menor impacto posible. De hecho, las estadísticas muestran,

que el consumo de prendas más sostenibles va en aumento. La ***Fig. 1***, procedente de un estudio sobre el consumo de prendas sostenibles en el mundo entre los años 2013 y 2026 (*Ventas de Ropa Sostenible A Nivel Mundial 2013-2026* | *Statista, 2024*), muestra como con el paso de los años el número de ventas de prendas sostenibles ha aumentado. Estos resultados se consideran positivos y de gran progreso, pues a pesar de que los productos textiles siguen generando un importante impacto ambiental y una gran cantidad de residuos, se observa un progresivo conocimiento de ello por parte de los consumidores del mundo. Aun así, dichos resultados son aún mejorables.

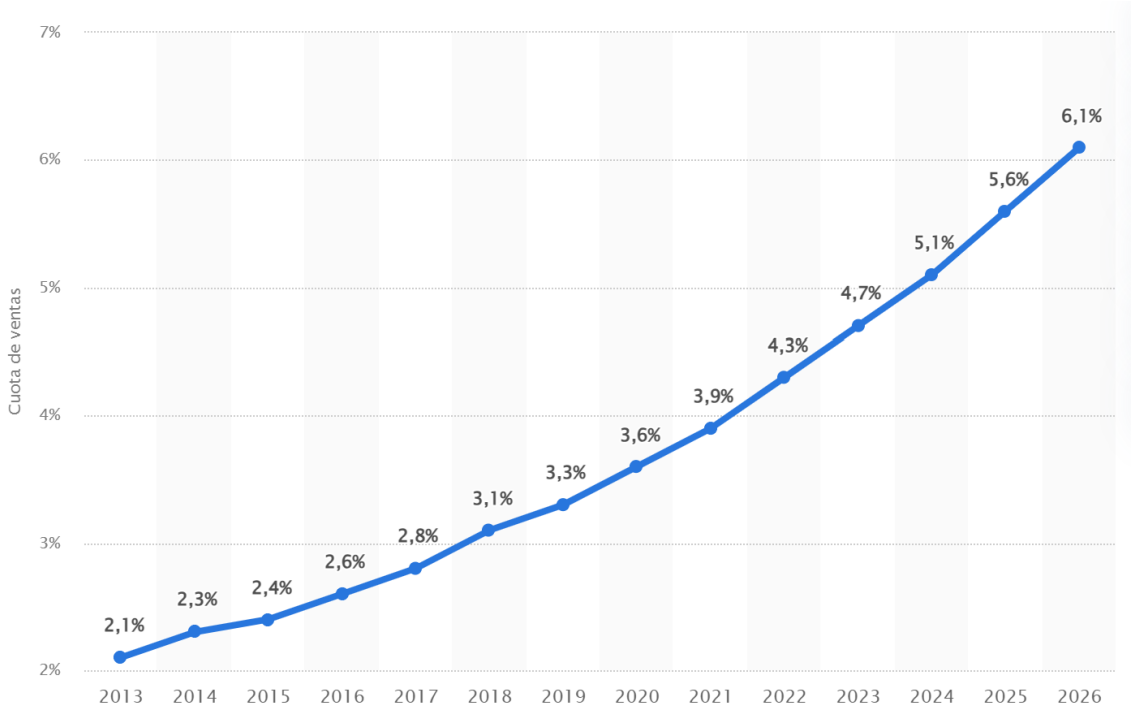


Fig. 1 Gráfica estadística de las prendas sostenibles consumidas entre los años 2013 y 2026 (*Ventas de Ropa Sostenible A Nivel Mundial 2013-2026* | *Statista, 2024.*)

Por este motivo, en el proceso de diseño de tejidos, además de seguir todos los pasos antes mencionados, resulta necesario incorporar también la sostenibilidad como un criterio más. Sin embargo, este concepto de ecodiseño aún no se ha implementado de forma extensiva en dicho proceso.

De hecho, en la actualidad, el sector de la moda se encuentra en un momento transitorio entre el consumismo y la sostenibilidad. El consumo de prendas de ropa por persona ha incrementado exponencialmente pasando de los 14 kg por habitante en el año 2000, hasta los 18 kg por habitante en el año 2023. Estos datos se deben al abaratamiento de la materia prima y del proceso de producción de algunas zonas como China y Asia en general. Este hecho, por un lado ha generado una crisis del sector textil, puesto que localmente se han tenido que reubicar empresas y fábricas a la vez que se han cerrado algunos negocios, además de poner en riesgo al medio ambiente. Por otro lado, este aumento en la producción y fabricación del textil ha generado un crecimiento del beneficio económico del sector, beneficiando, de esta manera, a algunas zonas (Asia, generalmente). Por el momento, las grandes empresas no pretenden frenar este crecimiento, sinó que tratan de

reducir el consumo de los recursos que se utilizan para producir los artículos textiles. (*Sanchis, 2023*)

Otro hecho que destacar es que a raíz de la pandemia COVID-19, el 70% de las empresas textiles europeas pasaron a industrializarse en el sector de la salud. Por lo que, la mayoría de las empresas textiles europeas dejaron de dedicarse a la moda, además del incremento en los costes de las materias primas, fomentó las importaciones de tejidos de otros lugares del mundo. En estos lugares (Asia y Pakistán, por ejemplo) la materia prima y la mano de obra es inferior a la europea y se abaratan los costes de producción de los tejidos. Todo ello fomenta, también, la baja calidad en los tejidos, ya que se pretende producir mucha cantidad de prendas en un periodo de tiempo corto. Todo esto, se comprende en el concepto de "Fast fashion", que quiere decir "moda rápida": masivas y voluminosas producciones de prendas y artículos de moda que crean un incremento excesivo de las colecciones de ropa de muchas marcas, las cuales siguen unas tendencias prácticamente volátiles. A consecuencia, los artículos que se comercializan son de baja calidad y por ello menos duraderos, lo que provoca un incremento del impacto ambiental. Es por esta baja durabilidad que se producen más prendas de las necesarias y son reemplazadas con mayor frecuencia, provocando también dificultad para el reciclaje de los residuos textiles. A su vez, en Europa es difícil la producción de tejidos debido al constante incremento de los costes asociados a las materias primas y a la mano de obra, por lo que muchas de las empresas textiles optan por fabricar sus productos en países con precios más asequibles como por ejemplo China o Pakistán. Estas largas distancias que se recorren para importar los textiles son otro de los motivos por los cuales el impacto ambiental está en un constante crecimiento. Todo este conjunto de hechos fomenta la *fast fashion*. Por todo esto, surge el movimiento de la *slow fashion*, que intenta volver a una moda más tradicional, un "prêt-à-porter" con ciclos más largos.

En conclusión, estos datos reafirman la etapa de transición del sector textil, pues por un lado el consumo de una parte de la población potencia cada vez más el fast fashion con las problemáticas ambientales y de gestión de residuos que esto conlleva, y por el otro, otra parte de la población se enfoca en erradicar este tipo de consumo y volver a nuestros orígenes, solicitando tejidos y prendas más duraderas y de mayor calidad, con el principal objetivo de generar un menor impacto ambiental en el planeta.

Esta segunda tendencia, sin embargo, se presenta de forma desigual alrededor del mundo. Un reciente estudio sobre la sostenibilidad en el sector textil de la moda (*Camus, 2023*) muestra la importancia que tiene el consumo de prendas sostenibles para las personas de diferentes partes del mundo. Tal y como se observa en la ***Fig. 2***, dos de las zonas más influyentes del mundo (Estados Unidos y Reino Unido) son a las que menos les importa que la prenda sea sostenible o no. En cambio, en zonas asiáticas, que se trata de países menos desarrollados e influyentes, sí que lo tienen en cuenta. Se podría deducir que estos resultados son debido a las tecnologías y los aparatos electrónicos y lo que conllevan, pues las zonas mejor desarrolladas son las que más abusan de los recursos naturales. La facilidad de compra gracias a internet y su fácil acceso, además de la influencia de otras personas en redes sociales potencian el consumismo en la sociedad y son las principales causas de los resultados analizados.

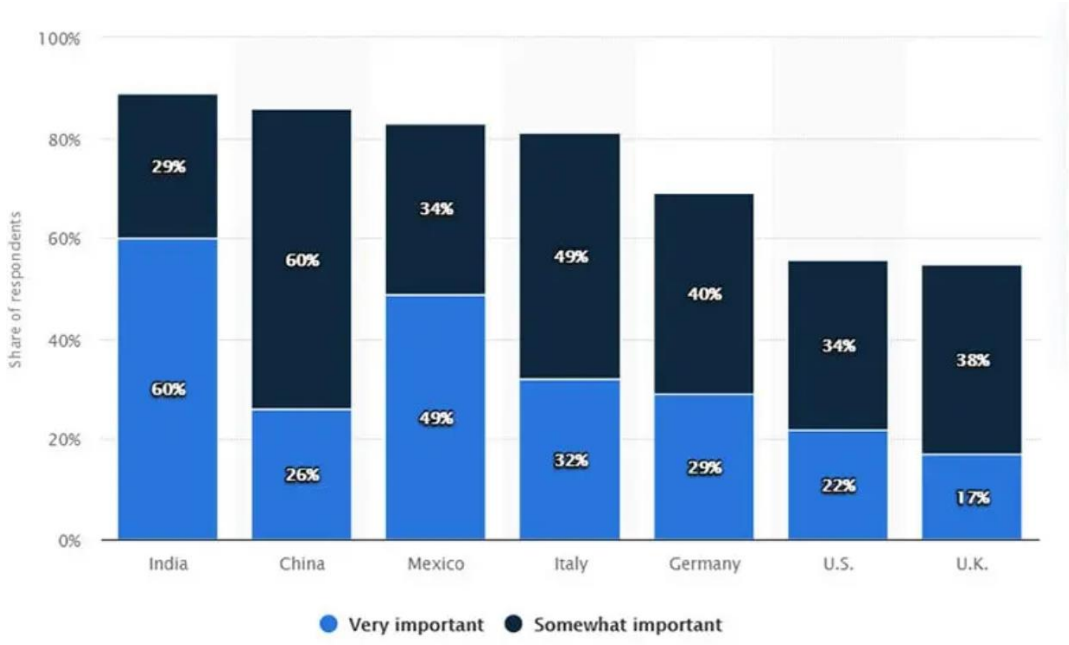


Fig. 2 Importancia del consumo de prendas sostenibles en diferentes zonas del mundo (*Perinelli, 2020*)

En este contexto de dualidad se pueden encontrar algunos datos relevantes (a la vez que preocupantes) que hacen reflexionar sobre el estado en el que se encuentra la moda textil:

- El 20% de la contaminación de agua potable a nivel mundial proviene del sector textil. (*Moda sostenible, 2023*)
- El 9% de las microfibras sintéticas, es decir, los micro plásticos que se encuentran en los océanos provienen del sector textil. (*Moda sostenible, 2023*)
- Menos del 1% de la ropa recolectada es reciclada para hacer nuevos hilos o fibras. Según la fundación Ellen MacArthur, menos del 1% de la ropa que se produce se recicla, y el resto se convierte en microplásticos, se incinera o acaba en vertederos. (*Moda sostenible, 2023*)
- El 73% de los materiales que se utilizan en la industria textil acaban siendo incinerados o en vertederos y el 87% de la ropa que se produce acaba en vertederos o incinerada. (*Retema, 2023*)

Estos datos resultan algo alarmantes, pues revelan que el impacto ambiental que genera el sector textil es inmenso. Frente a esta situación, la industria textil está trabajando para disminuir el impacto del sector, mejorando la forma en la que se diseñan los productos, proponiendo nuevos procesos más eficientes y sostenibles, y mejorando y desarrollando el sistema de reciclaje de los productos textiles. Con este fin, se proponen diversas ecoestrategias (estrategias y propuestas para mejorar la sostenibilidad y reducir el impacto ambiental) que puedan aplicarse durante el diseño, fabricación y gestión final de los productos textiles.

En este sentido, el ecodiseño se basa en diseñar artículos, en este caso textiles, teniendo en cuenta la sostenibilidad y el impacto que pueda provocar el producto a lo largo de su ciclo de vida. El ecodiseño, por tanto, busca principalmente reducir el impacto ambiental

de los productos a lo largo de su vida útil. Según ecoLAN (*Ecodiseño, s.f.*), existen 4 niveles de ecodiseño:

1. **Mejorar el producto** → Se trata de mejorar en el ámbito sostenibilista un producto que previamente ya existe.
2. **Rediseñar un producto** → Se trata de repensar un producto ya existente a fin de obtener una versión ambientalmente mejorada de este. Todo aquello nuevo que se implemente será teniendo en consideración el impacto ambiental.
3. **Nuevo producto en concepto y definición** → Se trata de una innovación radical del producto, sin considerar ningún otro como base.
4. **Definición de un nuevo sistema** → Se trata de una innovación radical del sistema (algo más grande que involucra más elementos y agentes, ya no sólo el producto en sí).

Para poner en práctica cualquiera de estos 4 tipos de ecodiseño, se deben aplicar las eco-estrategias de diseño. Existen varias como, por ejemplo: (*Ecodiseño, s.f.*)

- La selección de materiales de bajo impacto ambiental.
  Una forma de fomentar el concepto de sostenibilidad en la moda es el uso de fibras sintéticas 100% biodegradables. Tras varias investigaciones, se han conseguido elaborar fibras de celulosa a partir de materias primas alternativas como, por ejemplo, la madera, las algas marinas o la piña. (*Moda sostenible, 2023*)
- La reducción de la cantidad de material utilizado en los productos.
  Una manera de reducir material textil, concretamente en prendas para moda, sería haciendo estos artículos más estrechos y evitando la moda de "*oversize"* (prendas anchas). (*H. Ventura & M. Ardanuy, 2023*)
- La selección de técnicas de distribución eficientes a nivel ambiental.
  Con el fin de reducir el transporte de material, se propone hacer distancias más cortas y para ello se deberían de tener presentes proveedores y clientes de cercanías. También se cumpliría con esta ecoestrategia si se optimiza el empaquetado, pues cuanto más material se pueda transportar en un mismo transporte, un menor impacto tendrá este aspecto. (*H. Ventura & M. Ardanuy, 2023*)

Existen varios métodos y procedimientos para evaluar la sostenibilidad de los productos textiles, ya sea la fibra, el hilo, el tejido o la prenda. De todos ellos, la herramienta que presenta mayor aceptación y potencial es el Análisis de Ciclo de Vida, comúnmente conocido como ACV o LCA (de sus siglas en inglés, Life Cycle Assessment). Se trata de una herramienta que permite el estudio de los principales impactos ambientales como, por ejemplo, vertidos, residuos o emisiones en la atmósfera, a lo largo del ciclo de vida de un producto. La ventaja de este método es que, si los datos están bien introducidos y el esquema de las operaciones y elementos que intervienen están bien organizados, realiza un cálculo del impacto ambiental, generando unos resultados muy avanzados. A pesar de que es una herramienta muy potente, tiene sus inconvenientes como, por ejemplo, la búsqueda de datos y realización del sistema a evaluar, que se puede convertir en una tarea muy laboriosa e incluso complicada. Además, los softwares que se ofrecen a estudiantes, y que no son de pago, no son tan extensos en cuanto a resultados, pues el procedimiento se acota ya que no permite llegar al máximo del rendimiento del sistema. Este incluye desde los procesos principales de fabricación de un producto hasta los proveedores de cada fase y distribución de materia prima y también la gestión y comercialización del producto. No todos los análisis son de este estilo, pueden acortar operaciones y fases, dependiendo de cuál sea el objetivo para evaluar. Según Sphera, "*La Organización Internacional de Normalización proporciona directrices y requisitos para realizar una evaluación del ciclo de vida según ISO 14040 y 14044*". Esto quiere decir, que se requiere

de una normativa específica y concreta para poder hacer un ACV válido. (*Sphera Editorial Team, 2024*)

1. Definición de objetivos y alcance → en este primer paso se define el objetivo por el que se quiere analizar el impacto ambiental de un producto determinado, con qué fin se realiza el análisis. También se determina el alcance del análisis, es decir, dónde se establecen los límites del sistema (cradle to cradle, cradle to gate, cradle to grave, etc.). (*Prisma, 2024*)
2. Inventario del ciclo de vida → en este paso se recopila y cuantifica la información sobre los inputs y outputs de un LCA, es decir, los recursos que entran en cada una de las fases del producto y también los recursos o emisiones que salen. Además, se hace un diagrama de flujo de referencia (***Fig. 3***), en orden jerárquico, en el cual se unen todas las etapas con dichas entradas y salidas de cada sustancia o proceso. (*Prisma, 2024*)
3. Cálculos → en este paso se establecen los impactos equivalentes para las categorías definidas. Es decir, se clasifican los recursos y las emisiones y se cuantifican, para que el software utilizado pueda realizar el cálculo. (*Sphera Editorial Team, 2024*)
4. Interpretación de los resultados → en este apartado se analizan los resultados del análisis de ciclo de vida y se interpretan según los objetivos establecidos previamente. Se pueden comparar los resultados con otros informes y proyectos, para encontrarle un sentido real a las soluciones. (*Addtex learning, s.f.*)

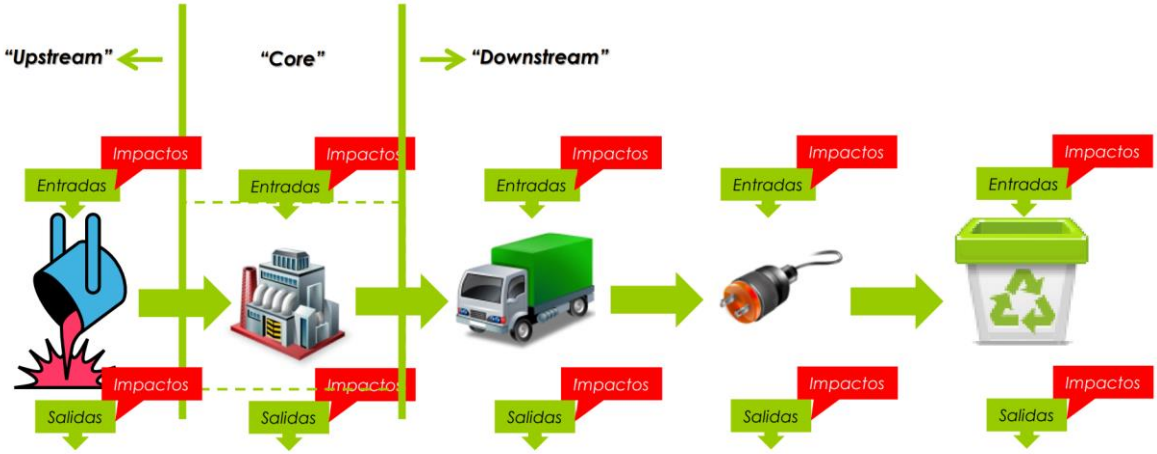


Fig. 3 Ejemplo diagrama de flujo de referencia para ACV (*Degreen, 2019*)

Otra herramienta para la evaluación de las tres dimensiones de la sostenibilidad es la matriz de la sostenibilidad. Esta guía de preguntas, que resulta una herramienta más cualitativa que cuantitativa pero notablemente más holística, consta de una tabla con tres secciones, en las que en cada una de ellas se estudia el impacto desde un punto de vista diferente: el social, el económico, y el ambiental. Estas secciones se parten, a su vez, en tres apartados correspondientes a la fase de desarrollo de un proyecto, a su ejecución y a los riesgos y limitaciones del mismo. Con esta guía se puede llegar a obtener una amplia reflexión del impacto que comporta un proyecto o producto, y de lo que implica en un momento de materializarse.

3 Metodología

3.1 Desarrollo de la colección

En este proyecto, para la conceptualización del diseño y el desarrollo técnico de los tejidos, se han seguido los pasos que se describen a continuación.

3.1.1 Investigación

Para la fase de investigación, que es clave para adquirir fundamentos y conceptos, a la vez que información, se han consultado los libros sobre las culturas africana e india: *Indian textiles* (*Gillow & Barnard, 1991*), *Tejidos del mundo* (*Gillow & Sentance, 2000*) y *African textiles* (*Gillow, 2003*), a la vez que libros de tendencia de Alberto Roy (*Roy, 2020*) correspondientes a las temporadas de invierno y verano de los años 2018 y 2020. También se han consultado pasarelas de moda y desfiles de la talla de Thom Browne y Tommy Hilfiger (*Nast, 2024*) de las temporadas más próximas (años 2023 y 2024). Otro procedimiento que se ha llevado a cabo en la investigación de este proyecto es destejer tejidos de archivo que, por alguna razón, han resultado influyentes en este concepto de colección, de los que se han podido extraer datos como densidades, gramaje, hilados, entre otros. También se han realizado búsquedas de información en páginas web.

3.1.2 Inspiración

Moodboard

A partir del análisis de esa información, se ha realizado un panel de inspiración, más conocido como moodboard. En este se plasma todo tipo de idea, referencia, muestra, etc. que resulte inspiradora para la posterior conceptualización de la colección y del diseño de tejidos, en este caso.

Definición de la carta de colores

A partir de los colores típicos de los paisajes de África e India se ha elaborado una carta de colores bastante amplia en la que se incluyen tanto colores neutros (blanco, negro, gris y marrón) como colores vivos (naranja, rojo, rosa, lila, azul y verde) en diferentes tonalidades. Estos colores se han obtenido de varias referencias e imágenes inspiradoras.

3.1.3 Diseño de los tejidos

Selección de materias primas

En la fase de diseño, teniendo en cuenta que este proyecto pretende crear una colección de tejidos, se requiere también seleccionar los hilos a emplear para la obtención de los tejidos deseados. En este caso se han definido sus características principales, pero no se ha desarrollado técnicamente su producción, ya que el proyecto se centra en los tejidos, quedando fuera del alcance del proyecto los hilos. Sin embargo, se han definido los parámetros que estos deberían tener para cumplir con las especificaciones de diseño del tejido: materia, título y parámetros de calidad.

Definición de parámetros de tejeduría

Para el diseño de los tejidos, junto con los hilos y colores, es necesario también jugar con los ligamentos, que son la representación gráfica del orden en el que se entrecruzan los hilos de urdimbre y de trama. En este caso, los ligamentos se han definido de acuerdo con las necesidades de cada artículo, tomando como referencia diversos tejidos de archivo y libros en algunos casos.

Además, para poder crear el diseño, también hay otros aspectos a tener en cuenta como son las densidades, es decir, los hilos que hay por cada centímetro (en el caso de la urdimbre) o las pasadas que hay por centímetro (en el caso de la trama). Para ello, se ha tenido en cuenta los títulos seleccionados y el gramaje (peso del tejido por cada metro cuadrado) que se desea obtener en el tejido final. Por lo que se refiere al ancho del tejido se debe considerar el ancho de púa a la vez que el número de hilos que pasan por cada púa.

Preparación de las fichas técnicas

Toda esta información de colores, hilos, ligamentos, parámetros de tejeduría, etc. se ha alimentado en un programa de diseño de tejidos, *Penelope Dobby*.

Una vez diseñado cada tejido y obtenida su correspondiente ficha técnica, se han seleccionado los acabados y/o aprestos que deberían aplicarse al tejido después del proceso de tejeduría. Estos acabados dependen del tejido y del efecto que se desea obtener.

3.1.4 Desarrollo técnico

Estas fichas técnicas aportan los datos necesarios para realizar algunos cálculos de producción para la fabricación de los tejidos. Los cálculos que se estiman en este proyecto son el tiempo de entrega y los costes de producción de los tejidos de la colección. Para ello han calculado las pasadas y los hilos por cada metro, los metros totales a producir (con la contracción incluida), la cantidad en metros y kilos de cada tipo de hilo y algunos datos relacionados con los plegadores y la urdimbre. Además, se ha tenido en cuenta otros costes que requiere una empresa (salarios, luz, coste de los telares, etc.) para saber el precio real de cada metro de los diferentes tejidos.

3.2 Evaluación de la sostenibilidad de la colección

La sostenibilidad se basa en tres pilares: el económico, el ambiental y el social. Para evaluar la sostenibilidad de la colección desarrollada en este proyecto, se han realizado, por una parte, un análisis holístico de la sostenibilidad empleando una matriz de sostenibilidad, y por otro, elaborando un análisis de ciclo de vida (ACV) del procedimiento de producción de los tejidos de esta colección (en este caso un cradle to gate).

Análisis holístico de la sostenibilidad

Para analizar los posibles impactos tanto económicos como sociales y ambientales que genera esta colección de tejidos, se ha empleado una matriz de sostenibilidad (herramienta de preguntas guía para el análisis) que se resume n una matriz como la que se muestra en la ***Tabla 1***:

Tabla 1 Modelo de la Matriz de Sostenibilidad adaptada para un TFG

	DESARROLLO DEL TFG	**EJECUCIÓN DEL PROYECTO**	**RIESGOS Y LIMITACIONES**
PUNTO DE VISTA AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	RIESGOS Y LIMITACIONES AMBIENTALES
PUNTO DE VISTA ECONÓMICO	FACTURA	PLAN DE VIABILIDAD	RIESGOS Y LIMITACIONES ECONÓMICAS
PUNTO DE VISTA SOCIAL	IMPACTO PERSONAL	IMPACTO SOCIAL	RIESGOS Y LIMITACIONES SOCIALES

Análisis de ciclo de vida de la colección

El Análisis de Ciclo de Vida se basa en examinar el impacto ambiental del producto a lo largo de su ciclo de vida (o de la parte de este que queda definida dentro de los límites del sistema). Para ello, se recopilan las entradas y las salidas de recursos y/o emisiones que tiene cada uno de los procesos del sistema, es decir, todos los elementos que se necesitan para ejecutar cada proceso (recogida de la materia, hilatura, tejeduría, etc.) y todos los que salen de dichos pasos. Para ello, se debe realizar un diagrama de flujo de referencia por tal de ordenar jerárquicamente las etapas del proceso y facilitar así la contabilidad de las entradas y salidas de estos. Con este análisis y esquema, y gracias al software *GaBi*, se realiza un cálculo del impacto que generaría la ejecución del proyecto, es decir, la producción de un tejido. Este análisis se basa en 4 fases:

- Definición de los objetivos y límites de este estudio.
- Recolección de la información para elaborar los inventarios, es decir, la preparación del proceso y datos a analizar con sus referencias.
- Evaluación ambiental, es decir, el cálculo del impacto ambiental que genera el proceso estudiado.
- Interpretación de los resultados.

GaBi es el software que se ha utilizado en este trabajo como herramienta para realizar el Análisis de Ciclo de Vida del producto. Más adelante se presentan los detalles del procedimiento así como los resultados.

4 Desarrollo de la colección de tejidos de calada para moda

Este proyecto se basa en el diseño una colección de tejidos de calada para moda teniendo en cuenta la sostenibilidad y el impacto que puede generar, por ello los siguientes apartados son la explicación de los diferentes procedimientos que se han llevado a cabo para el diseño de dichos tejidos: una investigación, un estudio de las influencia e ideas, el diseño estético y el técnico.

4.1 Investigación

En la actualidad existen pocas regiones en las que aún puedan encontrarse técnicas textiles tradicionales en uso. Generalmente son regiones rurales y remotas, en las que la industrialización no ha llegado aún a desarrollarse, como puede ser el caso de algunas zonas de África o de la India.

Este proyecto toma como principal fuente de inspiración las técnicas tradicionales de estas zonas. Sus culturas, religiones y costumbres, así como sus técnicas textiles y sistemas de tejeduría, son las que aportan sentido y creatividad a este proyecto, tanto en el ámbito artístico (geometría y colores) como en la técnica de tejer (ligamentos, hilado, y un largo etc.).

Las técnicas tradicionales no siempre han podido progresar ni difundirse. En la antigüedad el transporte era muy limitado y por ese motivo, los tejidos eran muy característicos de cada zona del mundo, con unos rasgos propios que aportaban la exclusividad y el carácter de cada territorio. Para avanzar en el sector textil y en su comercio se buscaron diferentes rutas, como la ruta de la seda, con el fin de poder llevar las materias textiles de un lugar a otro. Esta conectaba Asia con Europa permitiendo, no sólo intercambio de mercancía, sino también de culturas, religiones, ideas y tecnología. Este hecho favoreció la difusión y adaptación de algunas técnicas textiles de África e India por el mundo, concretamente por Europa, llegando su influencia hasta hoy en día (***Fig. 4***).

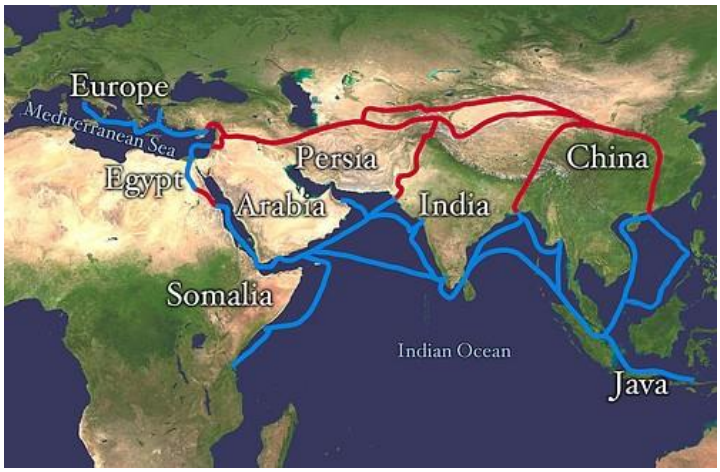


Fig. 4 Mapa de la ruta de la seda (*Mark, 2018*)

Las técnicas de tejeduría tradicionales

Los tejidos más comunes en las zonas africanas y asiáticas en la época en que la ruta de la seda estaba activa eran de calada: *"Tejido formado por una serie de hilos paralelos longitudinales (urdimbre), entrecruzados con otra serie de hilos paralelos transversales (trama)"* (*Marinatextil, 2023*). Estos se crean en unos telares que pueden ser de diferentes tipologías y cuyas características dependen de las necesidades a cubrir y de la zona geográfica en la que se produce el tejido. Por ejemplo, en algunas tribus africanas, todavía a día de hoy, utilizan telares de lizos manuales, hechos de madera y con entre 2 y 4 lizos, que pueden ser o muy ligeros para transportarlos y usarlos en cualquier lugar, o bien robustos para ubicarlos en un lugar fijo. De hecho, los telares han evolucionado en Europa a lo largo de los siglos, en parte gracias a la ruta de la seda y la difusión de ideas que surgieron a través de ella. Estos tejidos, además de con telares, se podían tejer con el cuerpo humano. Actualmente, esta idea ha quedado atrás, a pesar de que existen algunos poblados que siguen manteniéndose en lo antiguo y tradicional.

Las técnicas de tintura tradicionales

Además de la tejeduría, en el comercio de la ruta de la seda también cobraban gran importancia la tintura y la estampación de los tejidos. Por lo general, estos procesos tenían fines conceptuales y artísticos (simbolismo, tradición, prestigio, belleza y religión), no un fin técnico. Dentro del proceso de tintura, también a lo largo de los siglos se han desarrollado múltiples técnicas. Algunas de ellas, que llegaron a lugares más desarrollados del mundo, todavía se conservan en algunos poblados de estas regiones. Un ejemplo sería la técnica de la tintura en reserva mediante nudos. Esta se trata de anudar el tejido siguiendo unos patrones, de manera que el tinte no pueda penetrar en la zona anudada. De este modo, una vez teñido el tejido y deshechos los nudos, queda marcado en el tejido, en el color original de este, el patrón diseñado.
Por otra parte, por lo que se refiere a los materiales usados en estos procesos, los colorantes naturales de diferentes colores predominaban de la misma manera que las especias, y eran altamente valorados en los sectores comerciales de dichas regiones, especialmente en India. Los colorantes predominantes en esta época eran sustancias naturales, las cuales aún siguen en uso en algunos lugares del mundo y que están ganando cada vez mayor interés en la industria actual por temas de sostenibilidad. El más relevante en dichas zonas y época es el colorante índigo. Este colorante es originario de Asia, por eso India y muchos otros países se vieron influenciados y lo incluyeron en sus tinturas. Este permite obtener diferentes tonos y colores, dependiendo del proceso de tintura, aunque el más típico es el azul oscuro y eléctrico que lo caracteriza.

4.1.1 Las técnicas tradicionales de África

El continente africano es de una inmensa extensión, lo que le permite englobar una gran variedad de culturas, religiones y costumbres. Este extenso terreno se divide en diferentes zonas, las cuales difieren en las costumbres, ropas, arquitectura y forma de vida, pero que a la vez se ven influenciadas por las culturas de los territorios adyacentes. De hecho, la parte norte está mayormente influenciada por la cultura asiática en el este, y por la europea en el oeste. Sin embargo, a pesar de estas divisiones territoriales que existen en África, por lo que se refiere a las técnicas textiles, todas ellas comparten muchas de las antiguas características originales de dicho continente. Se conocen muchas técnicas, como técnicas con tejidos de piel o de rafia, entre las que destacan la técnica de las tiras y la de la aplicación de cuentas.

La técnica de fabricación de tejidos a partir de tiras (técnica de las tiras) se basa en la tejeduría de unas tiras de aproximadamente entre 2 y 3 centímetros de ancho y 50 centímetros de largo, que se tejen individualmente y de manera manual en telares de dos lizos, para posteriormente unirlas mediante una costura, obteniendo así una tela de mayores dimensiones. El largo del tejido dependerá del largo de las tiras y el ancho del tejido de la cantidad de tiras que se cosan, así como del ancho de cada una de ellas. Las características, el diseño de las tiras y su combinación juegan un papel fundamental en la estética final de la tela, dando lugar a motivos de rayas u otros tipos de “cenefas” o repeticiones de patrones. Los fines a los que van destinadas estas telas son varios, desde la elaboración de prendas de protección contra el clima, hasta otros fines religiosos y decorativos. Es por este motivo que las materias textiles variarán de acuerdo con la finalidad con la que se haga el tejido. En general se utilizan la lana, el algodón, la seda y, más recientemente, también el rayón.

La otra técnica destacada típica de África es la de la aplicación de bordados y cuentas. Los tejidos africanos tradicionales se solían y se suelen ornamentar con bordados hechos a mano y que suelen representar motivos religiosos u otros. El objetivo de estos adornos es embellecer el tejido y añadirle un valor extra en cuanto a la calidad (y por ello al precio a la hora de comercializar). La técnica de las cuentas presenta los mismos objetivos que los bordados: ornamentar el tejido. A diferencia de los bordados, en los que se usan hilos para generar los motivos, la técnica aplicación de cuentas obtiene los dibujos o patrones mediante cuentas de diferentes tamaños, colores y formas, que se cosen al tejido de forma manual.

Además de técnicas de tejeduría, en África se encuentran muchas otras inspiraciones, como son los alegres colores que caracterizan el lugar. Comenzando con los colores típicos de las pieles africanas, que aportan armonía y neutralidad como color base para los paisajes, y van desde los anaranjados propios de los atardeceres africanos, hasta los rosas, verdes y azules, incluido el índigo.

Como resultado de esta investigación, se ha realizado un moodboard sobre África que se presenta en la ***Fig. 5***. Este recoge los colores más relevantes, así como los paisajes, las diferentes técnicas mencionadas y hasta algunos de los telares manuales típicos del continente africano. Es por eso, que este moodboard es un resumen de la inspiración que ha aportado África y el textil en dicha zona (***Fig. 5***).

Fig. 5 Moodboard de África

El significado de cada uno de los elementos de este moodboard es el siguiente (referencias en la ***Fig. 6***).

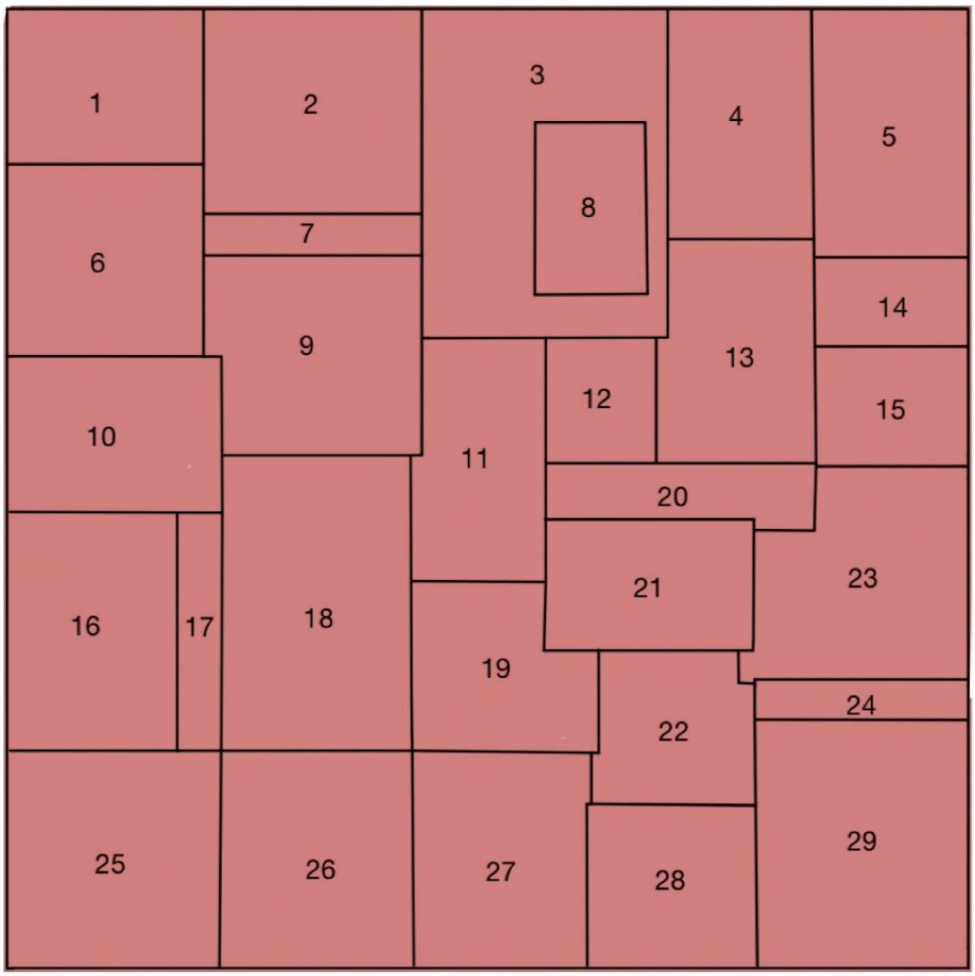


Fig. 6 Referencia de elementos del moodboard de África

1. Tejido de tiras en colores índigo, rojo y crudo. (*Gillow, 2003*)
2. Grupo de personas africanas llevando prendas típicas de la zona, con colores vivos y motivos de rayas. (*Gillow, 2003*)
3. Diferentes tiras de colores variados, ejemplos de tejidos africanos. (*Gillow, 2003*)
4. Tejido color azul índigo combinado con crudo, creado con la técnica de las tiras. (*Gillow, 2003*)
5. Persona trabajando en el proceso de tintura de hilos con colorante índigo. (*Gillow, 2000*)
6. Ejemplos de diferentes tejidos con motivos y colores típicos de África. (*Gillow, 2003*)
7. Paleta de colores africanos reducida, tonos inspirados en los atardeceres, la tierra y el sol. (*PantoneConnect, s.f.*)
8. Personas vistiendo prendas de rayas, típicas de la técnica de las tiras. Imagen inspiradora sobre la técnica. (*Gillow, 2003*)
9. Tejido compuesto por tiras, con una amplia combinación de colores, destacando el azul y los patrones de rayas. (*Gillow, 2003*)
10. Telar africano para tejidos de anchos reducidos, para llevar a cabo la técnica de las tiras. Se está tejiendo en color blanco y azul en este caso. (*Gillow, 2003*)
11. Tejido con motivos y colores típicos de África como son el crudo, el azul índigo, el rojo y el verde. (*Gillow, 2003*)
12. Tejido colorido creado a partir de cuentas cosidas formando un patrón de rayas con otras figuras geométricas. (*Gillow, 2003*)

13. Personas de origen africano. La de la izquierda viste una prenda lisa y a la derecha de rayas en los tonos azul y blanco. (*Gillow, 2003*)
14. Tejido típico, con patrones geométricos y colores característicos de dicho continente. (*Gillow, 2003*)
15. Tejido con patrones de estilo rayas, en tonos azul y crudos. (*Gillow, 2003*)
16. Persona vistiendo en tonos tierra y estampando un tejido manualmente. (*Putri, 2023*)
17. Paleta de colores reducida, tonos inspirados en la naturaleza de la zona como el cielo, la tierra y la sangre. (*PantoneConnect, s.f.*)
18. Hombre tejiendo una tira en telar manual y artesano. Demostración de la producción de los tejidos creados a partir de la técnica de las tiras. (*Gillow, 2003*)
19. Tejido creado con tiras y con colores vivos característicos de África: verde, rojo, naranja y negro. (*Gillow, 2003*)
20. Tejido simulando el efecto de tiras, con cuentas de colores verdes, rojo y blanco. (*Gillow, 2003*)
21. Tejido típico, en tonos terrosos y hecho con la técnica de las tiras, se aprecian las costuras entre las tiras. (*Gillow, 2003*)
22. Tejido hecho con cuentas, con motivos característicos de la zona. (*Gillow, 2003*)
23. Tejido de rayas africano, con colores vivos y el índigo como tono predominante. (*Gillow, 2003*)
24. Paleta reducida de colores típicos de África. Tonos vivos y predominantes en la mayoría de los tejidos y prendas. (*PantoneConnect, s.f.*)
25. Tejido de rayas en tonos azules y crudos. (*Gillow, 2000*)
26. Tiras con diferentes motivos y dibujos, en tonos rojizos. (*Gillow, 2003*)
27. Tejido de cuentas de colores vivos. (*Gillow, 2003*)
28. Tejido característico, inspirado en los tonos tierra de la naturaleza de la zona y en los motivos geométricos predominantes en las prendas de las tribus africanas. (*Gillow, 2003*)
29. Madre e hijo vistiendo prendas estampadas con la técnica *tie-dye* en tonos índigo y blancos. (*Bayrakgil, 2018*)

4.1.2 Las técnicas tradicionales de India

La India, de igual manera que África, también ha supuesto un foco clave de información e inspiración para la colección. Ambos territorios se encuentran conectados por la, ya mencionada, ruta de la seda. Esto permitió el intercambio de técnicas, haciendo así que muchas de las técnicas típicas del territorio africano sean también comunes en la India, al igual que la gran variedad de colores.

En el caso de los textiles tradicionales de la región india, estos se asocian generalmente al uso del color, al igual que el territorio, que se conoce por su ambiente colorido, cubierto de colorantes de distintos tonos. Sin embargo, eso no ha sido siempre así. De hecho, antiguamente, los paisajes de la India lucían serios, aburridos, monótonos y sin color. Para cambiar la imagen del país y crear una imagen distintiva, sus gentes decidieron pintarlos de vida poniéndole color a todo aquello que se pudiera: edificios, prendas, utensilios y otros complementos del día a día.

Los colores que destacan son los tonos rosas (sobre todo el fucsia), sobre todo el fucsia, los tonos turquesas y también tonos anaranjados y rojizos, además de los verdosos, amarillos y muchos otros. Estos últimos mantienen una conexión con los colores característicos de áfrica ya que son típicos de los atardeceres y paisajes de la zona. Los tonos verdes también son característicos en ambas zonas, de igual manera que el amarillo. En general,

tanto la cultura africana como la india tienden a colorear y dar vida a sus prendas y objetos estéticos y personales, aunque India resalta más por ello.

Además de las paletas de colores, otro de los aspectos por los que destaca la cultura textil india es el uso de la seda, a parte del algodón, como una de las principales materias textiles. Para ello, la anteriormente mencionada ruta de la seda, creada principalmente para el transporte de dicho material de un territorio a otro, resultó de gran relevancia. La seda es una materia textil que presenta una elevada resistencia a la vez que permite crear tejidos muy delicados y finos, de bajo gramaje, con un brillo único y excepcional y que aportan lujo y prestigio a la prenda. A pesar de que hoy en día no se utiliza tanto como en épocas antiguas debido a la sustitución por fibras químicas (como el acetato o la viscosa), en la India los tejidos más lujosos y prestigiosos se siguen haciendo de seda. Por otra parte, respecto al algodón, cabe destacar que el algodón también es una fibra textil predominante en la India, a la vez que, en muchas otras partes del mundo, siendo una de las materias textiles más usadas y versátiles.

En cuanto a las técnicas textiles tradicionales más destacadas, coinciden en gran medida con las que se comentaban en el caso de la zona de África, como la técnica de las tiras y también la de incorporación de bordados, cuentas y otros ornamentos a los tejidos. Todas ellas son procesos manuales y que revalorizan los tejidos. Los tejidos de la India se hacen principalmente para confeccionar los “Saris”, prendas típicas hechas de tejidos de seda (y en algunas ocasiones de algodón), que suelen tener bordados con hilos brillantes y metalizados. (*Colaboradores de Wikipedia, 2023*)

Un resumen de la inspiración que ha aportado India y el textil de la zona es el que se encuentra en el moodboard de la ***Fig. 7***. En esta imagen se observa la predominancia del color, a la vez que la técnica de las tiras, los colorantes, algunos tejidos artesanos, los “Saris” y también los abalorios que adornan los tejidos.

Fig. 7 Moodboard de India

El significado de cada uno de los elementos de este moodboard es el siguiente (referencias en la ***Fig. 8***).

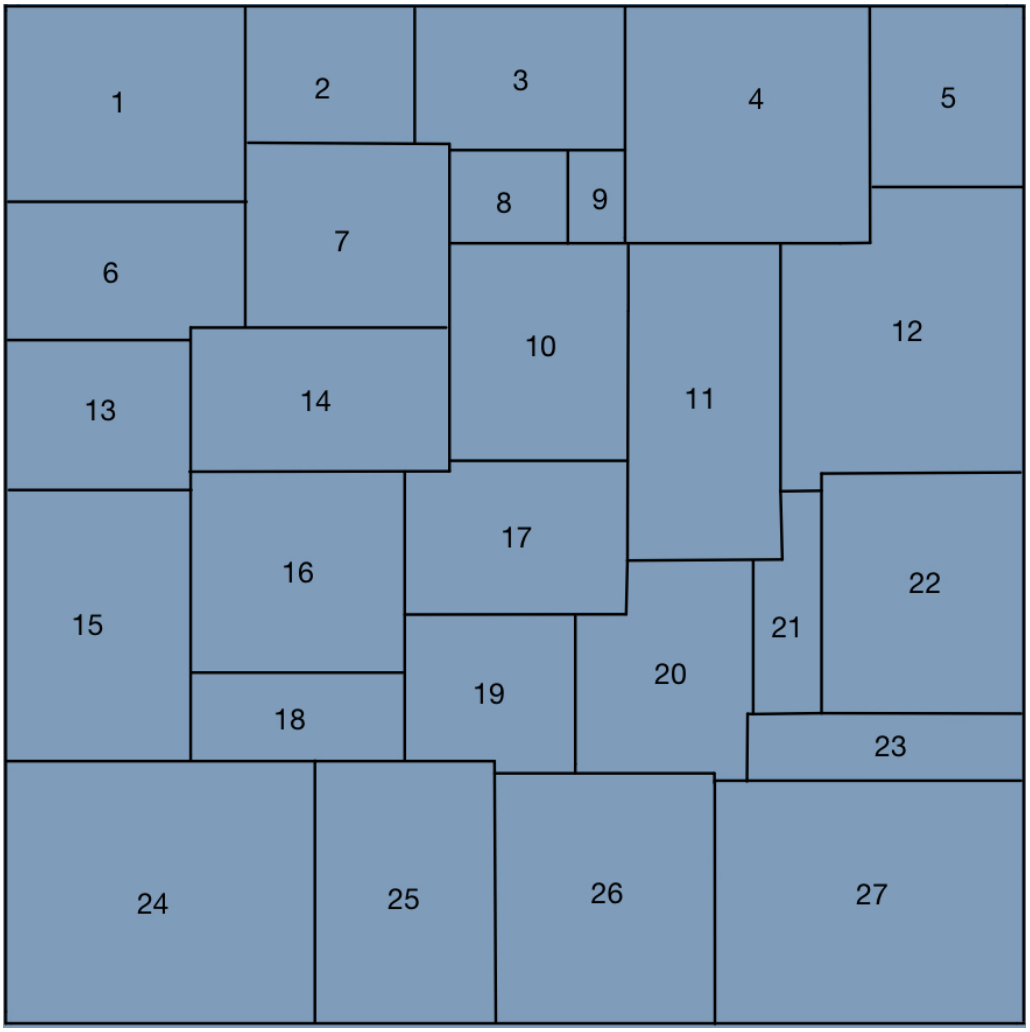


Fig. 8 Referencia de elementos del moodboard de India

1. Tejido en tonos rojizos con motivos de rayas, fabricado con la técnica de las tiras. (*Gillow, 1991*)
2. Tejido de colores. (*Gillow, 1991*)
3. Telar indio preparado para la tejeduría, hilos en tonos vivos: rosa, azul, amarillo y rojo. (*Pinterest, s.f.*)
4. Persona llevando unas materias textiles recién teñidas en tonos burdeos. (*Gillow, 1991*)
5. Tejido de color azul índigo. (*Gillow, 1991*)
6. Tejido con motivo de rayas en tonos anaranjados e índigo. (*Gillow, 1991*)
7. Inspiración de los colores anaranjados de la india, con los tejidos típicos de la zona. (*Pinterest, s.f.*)
8. Tejido de tiras con colores vivos. (*Gillow, 1991*)
9. Tejido en tonos índigo y crudo con motivos geométricos. (*Gillow, 1991*)
10. Persona de origen indio tejiendo en telar manual y artesano. (*Gillow, 1991*)
11. Hermanas vistiendo prendas típicas de África, destacando los colores rojizos, naranja y rosa. (*Gillow, 1991*)
12. Mercadillo de tejidos típicos indios de diferentes tonalidades. (*Pinterest, s.f.*)
13. Colorantes de colores vivos, inspiran los característicos tonos de los tejidos indios. (*Pinterest, s.f.*)
14. Tejido típico hecho de cintas y tiras en diferentes colores. (*Pinterest, s.f.*)

15. Padre e hijo, vistiendo prendas típicas de la zona. (*Gillow, 1991*)
16. Tejidos colgados de varios colores. (*Pinterest, s.f.*)
17. Colorantes en tonos rojos, rosas y naranjas, típicos de la zona india e inspiradores. (*Pinterest, s.f.*)
18. Tejido con motivos de rayas en tonos rojo y azul índigo. (*Gillow, 1991*)
19. Tejido con motivos de rayas y geométricos hecho de cuentas y objetos impropios de la materia textil. (*Gillow, 1991*)
20. Mujer estampando tejido con motivos de rayas. (*Gillow, 1991*)
21. Tejido de tonos rojos y rayas. (*Gillow, 1991*)
22. Mujeres indias vestidas con "Sari's" de colores vivos, inspiradores para los tonos de la colección. (*Gillow, 1991*)
23. Paleta de colores reducida de la gama típica india, los tonos azul y azul índigo. Inspirados en los colorantes naturales ancestrales. (*PantoneConnect, s.f.*)
24. Tejidos de la India característicos por sus colores y motivos. (*Pinterest, s.f.*)
25. Mujer tejiendo tejido de pequeña magnitud y de color azul. (*Pinterest, s.f.*)
26. Mujer manipulando tejido naranja típico de la zona. (*Pinterest, s.f.*)
27. Tejidos, en tonos naranjas llamativos. (*Pinterest, s.f.*)

4.1.3 Valoración del potencial industrial

En este trabajo se pretende adaptar algunas de las técnicas ancestrales típicas de las dos zonas estudiadas (o los estilos resultantes) a una fabricación industrial para desarrollar una colección inspirada en la tradición de dichas zonas: África e India. Para ello, se ha investigado sobre la moda actual de la zona de Europa occidental y la conexión que puede establecer con el textil tradicional de las zonas mencionadas.

En las pasarelas de hoy en día (como por ejemplo la Vogue) también se observan tejidos de rayas, patrones que se relacionan con la técnica de las tiras. Esto quiere decir, que la influencia de dichas culturas todavía está vigente a día de hoy en la moda actual y en algunas colecciones se pueden ver reflejadas. La ***Fig.90*** muestra el moodboard correspondiente a tejidos y prendas actuales afines de este concepto de la tradición de las zonas mencionadas. En dicho moodboard se pueden observar varias maneras de reproducir rayas o franjas en un tejido como, por ejemplo, con estampación, jugando con los colores, o incluso combinando diferentes hilos. Como referencia destacan las marcas Thom Browne, Chanel, Isabel Marant, entre otras, que resultan referentes por sus técnicas para crear tejidos neutros resaltando algunos colores, tejidos de rayas y también por crear la imagen de una cultura tradicional africana e india en tejidos actuales de Europa occidental. *(Nast, 2024)*

Fig. 9 Moodboard Actual

La explicación y el significado de cada elemento del moodboard de la moda actual relacionada con las culturas ancestrales del continente africano y de la India se presenta a continuación (referencias en la ***Fig. 10***).

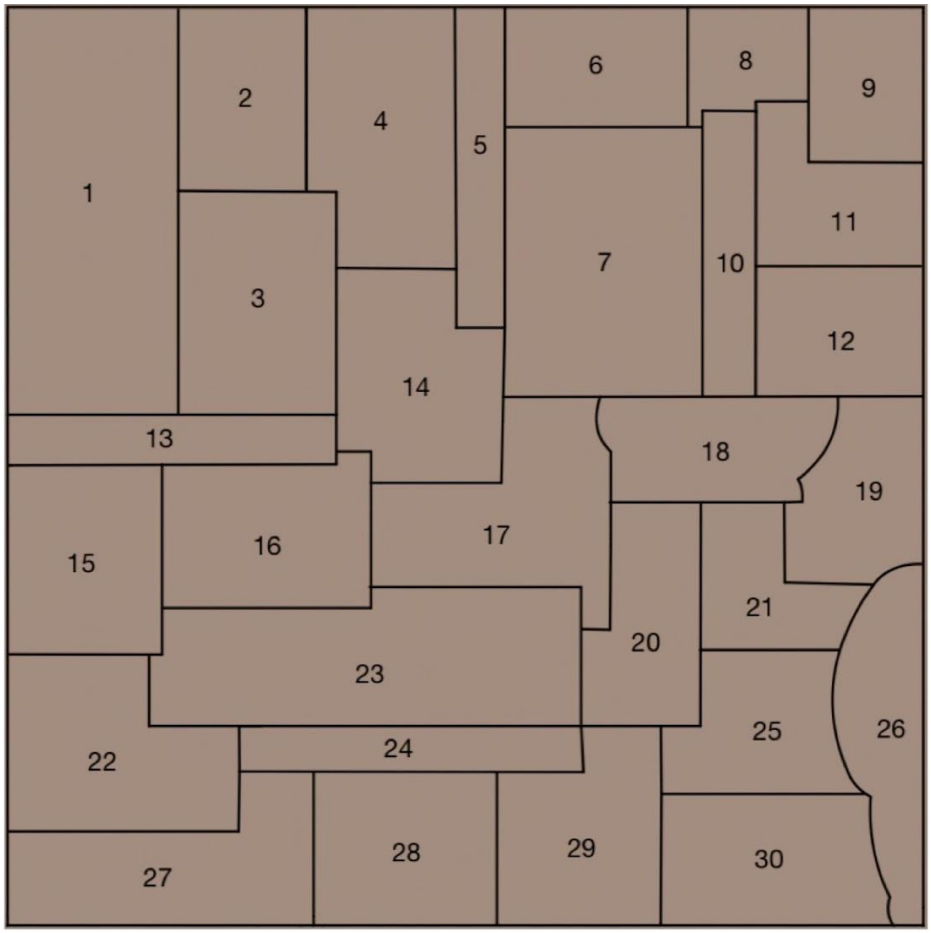


Fig. 10 Referencia de elementos del moodboard de la moda actual

1. Mujer llevando en pasarela actual un tejido inspirado en la cultura africana y en la técnica de las tiras, con colores típicos de la zona y de India. (*Roy, 2020*)
2. Tejido estilo chanel, dibujando rayas y en tonos azules índigo. (*Nast, 2024*)
3. Tejido estilo chanel en tonos típicos de las culturas ancestrales. (*Pinterest, s.f.*)
4. Tejido de rayas en tonos característicos de África e India. (*Nast, 2024*)
5. Paleta de colores reducida de la gama típica india y africana, con tonos azul y azul índigo. Inspirados en los colorantes naturales ancestrales. (*PantoneConnect, s.f.*)
6. Tejido liso con hilos de fantasía formando rayas verticales y horizontales. (*Roy, 2020*)
7. Tejido de calada actual que reproduce los tejidos africanos hechos de cuentas con la combinación de diferentes títulos y grosores de los hilos. Los colores son típicos de África. (*Roy, 2020*)
8. Tejido liso con rayas creadas con hilos de fantasía, reproduce las rayas típicas de las culturas estudiadas. (*Roy, 2020*)
9. Tejidos de espiga con colores neutros, unen la actualidad con tejidos de rayas de las antiguas civilizaciones. (*Roy, 2020*)
10. Paleta de colores reducida de tonos grises, colores típicos en la moda actual y la base de ellos. (*PantoneConnect, s.f.*)
11. Tejido de rayas hechas con una técnica de rasqueta. (*Roy, 2020*)
12. Tejido estilo chanel que dibuja rayas horizontales y verticales gracias a la combinación de los hilos de fantasía y los ligamentos. (*Pinterest, s.f.*)

13. Paleta de colores reducida de tonos rojizos, típicos en la actualidad y en otras culturas ancestrales. Colores con los que se suelen dibujar los motivos en los tejidos. (*PantoneConnect, s.f.*)
14. Tejido estilo chanel en tonos básicos y neutros. (*Pinterest, s.f.*)
15. Tejido estilo chanel en tonos rosados, dibujando rayas inspiradas en África y la técnica de las tiras. (*Roy, 2020*)
16. Tejido estilo chanel con colores vivos, típicos de la india. (*Pinterest, s.f.*)
17. Tejido estilo chanel en tonos tierra que dibuja motivos de rayas adaptadas a la moda actual. (*Pinterest, s.f.*)
18. Chaqueta de pasarela actual confeccionada con tejido estilo chanel. (*Nast, 2024*)
19. Tejido actual en color índigo. (*Roy, 2020*)
20. Tejido de borrego, en tonos tierra. Sirve de inspiración para los colores y los hilos de fantasía, también para la materia textil. (*Pinterest, s.f.*)
21. Tejido que dibuja motivos similares a los tejidos africanos en tonos básicos. (*Pinterest, s.f.*)
22. Detalle de un tejido estilo chanel en el que se observan las cintas que lo han constituido. Tonos alegres y vivos, inspirados en las culturas estudiadas. (*Pinterest, s.f.*)
23. A la izquierda tejido de rayas en tonos azul índigo, rojo y crudos. A la derecha tejido de espiga en tonos tierra y marrones, reproduciendo rayas de una manera actual. (*Roy, 2020*)
24. Paleta de colores reducida de tonos marrones, característicos de la moda actual y que son la base de la mayoría de los tejidos. (*PantoneConnect, s.f.*)
25. Tejido actual hecho con la técnica de las tiras en tonos crudos y azul. (*Pinterest, s.f.*)
26. Prendas actuales de pasarelas con motivos de rayas y patas de gallo, reproducen el efecto de las rayas. (*Nast, 2024*)
27. Tejido marrón de rayas del mismo tono, pero en diferentes grosores de hilo. (*Roy, 2020*)
28. Motivo inspirado en la cultura africana adaptado a la actualidad. (*Pinterest, s.f.*)
29. Tejido de rayas, reproduciendo la técnica de las tiras y de las cuentas a la misma vez. (*Pinterest, s.f.*)
30. Tejido de cuadros y patas de gallo, inspirador en los colores básicos y neutros a la vez que en los motivos que dibujan. (*Roy, 2020*)

Para definir una colección de moda para la actual Europa occidental basada en las técnicas africanas e indias vistas en los apartados anteriores, es necesario adaptar tanto el diseño y el aspecto visual y estético de los tejidos, como el ámbito industrial y técnico para la fabricación de los mismos. Como retos principales, se plantea la adaptación de (1) la técnica de las tiras (típica en ambos lugares estudiados) y (2) la limitación de aplicación de cuentas. Además, se planteará una paleta de colores conectada directamente con los colores típicos de las zonas mencionadas.

<u>Adaptación de la técnica de las tiras</u>

La técnica de las tiras tal y como se lleva a cabo en la cultura de África, no es viable en la industria del presente por muchos motivos. Los tejidos de tiras son tejidos originalmente hechos a mano. Algunos ejemplos son los que se ven en la ***Fig. 11*** y ***Fig. 12***. Con el fin de poderlos adaptar a la maquinaria actual se debe modificar la técnica, pues la pérdida de tiempo y el esfuerzo crearía también una pérdida de la productividad, tanto en el ámbito económico como en el temporal, y para ello se proponen las siguientes formas de industrialización:

Fig. 11 Tejido con técnica de las tiras típico de África (*Historia de los tejidos africanos, 2021*)

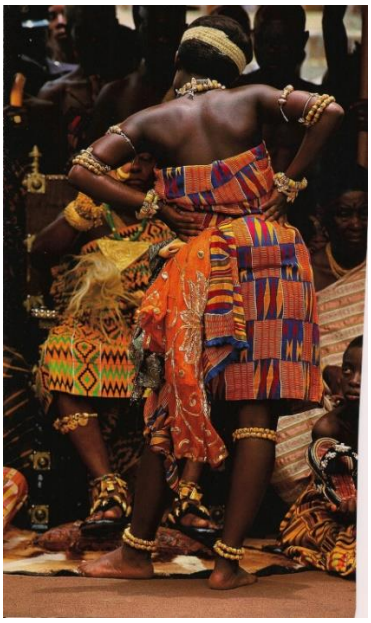


Fig. 12 Tejido con técnica de las tiras típico de África (*Historia de los tejidos africanos, 2021*)

- Se podría conseguir el efecto de rayas en el tejido combinando los hilos y sus grosores, es decir, sus títulos. Si se combinan títulos mayores y menores siguiendo unos hilados concretos se llegaría a obtener el efecto deseado.
- La combinación de colores puede ser una manera de encontrar el resultado de las rayas en las producciones textiles actuales, pues si se hace un hilado en el que solamente varíen los colores, se puede alcanzar el objetivo. En este caso se podría tener una combinación de diferentes hilos, pero no sería necesario.
- Los ligamentos de los tejidos pueden dar pie a muchas combinaciones y resultados visuales. Con el mismo hilado, pero diferentes ligamentos se pueden obtener resultados distintos.
- De igual manera, la densidad del tejido, entre otros aspectos técnicos, afectan al resultado e influyen en los tejidos, aunque no sería un método para obtener rayas. Es un aspecto que puede hacer variar el ancho de las rayas, o el resultado final del tejido y su tupidez.

- Los hilos de fantasía juegan un papel fundamental en este procedimiento, permiten aportar esa diferenciación del resto de los hilos, por lo que pueden ser los que marquen las rayas en el tejido. La inspiración para este apartado se encuentra en los tejidos chanel, destacables por sus colores, ligamentos, texturas e hilos. Consiguen crear un efecto diferente a los tejidos básicos y lineales más comunes actualmente en Europa occidental. La marca “Malhia Kent” también crea tejidos de estilo chanel, con motivos extravagantes, colores vivos y con hilos gruesos y de fantasía, destacando las texturas. Es una firma inspiradora para la colección, tanto en el ámbito de los colores como en los diseños.
- Otra manera de alcanzar la sensación que se busca es completamente diferente a los anteriores, se trata de “dibujar” el patrón deseado, en este caso las rayas, estampando el tejido con alguna rasqueta. Este efecto no se consigue en la tejeduría, sino en los procesos de acabado de los tejidos.

Otra técnica que se considera interesante para industrializar en la actualidad es la de las cuentas que ya se ha explicado con anterioridad. Tanto en África como en India se utilizan cuentas, cosidas manualmente, para decorar los tejidos. Este método no es lo suficientemente sostenible como para ponerlo en práctica en la actualidad, pues las cuentas se consideran impropios del textil y en el ámbito del reciclaje es algo negativo, debido a la dificultad que se presenta para separar las cuentas del sustrato textil. Una manera que se ha encontrado para reproducir un efecto similar al de la técnica de las cuentas es haciendo una combinación de los títulos de los hilos y también de sus colores. Lo que se quiere conseguir es que unos hilos de grosor mínimo liguen otros más gruesos, ocultando de esta manera los finos y dejando ver los gruesos. Los hilos finos servirán para ligar y dar estructura a los hilos, a la vez que “simular” el efecto de las cuentas (***Fig. 13*** y ***Fig. 14***).

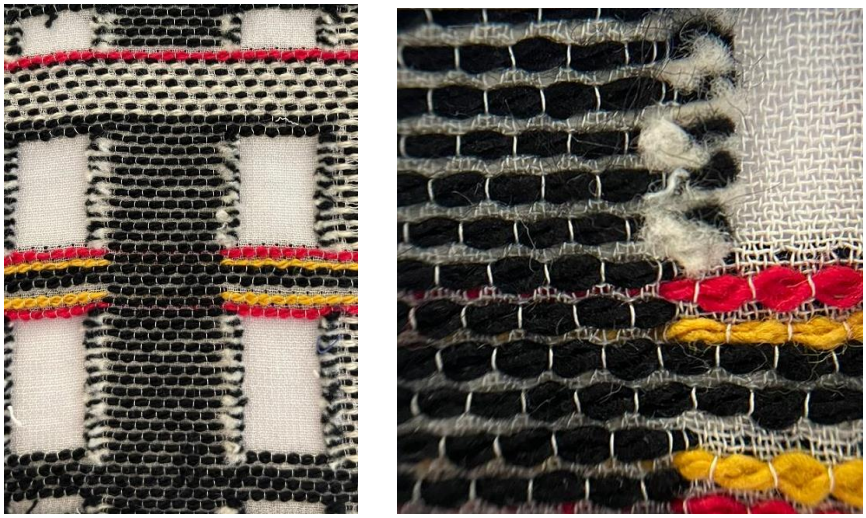


Fig. 13 Ejemplo de tejido actual creando el efecto de las cuentas(izquierda) y detalle del mismo (derecha) (*Roy, 2020*)

En cuanto a los colores, en la industrialización, se deben de tener en cuenta para lograr mantener la esencia de África e India en los tejidos. Fusionando la neutralidad de las dos culturas investigadas con la industria moderna y los colores vivos se conseguirán tejidos que transmitan inspiración de las tres influencias. Cabe destacar el azul índigo que, como ya se ha comentado anteriormente, es un color típico de las culturas ancestrales y antiguas. Por lo tanto, este color tradicional y todavía existente en diferentes formatos y procesos, se verá implementado en los tejidos.

A nivel técnico se deben de tener en cuenta las industrias actuales y modernas. En la actualidad, no sería viable hacer tejidos a mano con todo lo que conlleva: producción de tiras, confección de las mismas, proceso de tintura, entre otros aspectos. Más adelante se calcularán los parámetros necesarios que se deben tener en cuenta en una producción del estilo.

Por último, cabe comentar que los procesos de tintura y de acabados que se lleven a cabo en la colección de tejidos de calada serán totalmente actuales y modernos al igual que la maquinaria con la que se ejecutan los tejidos.

4.2 Inspiración

4.2.1 Moodboard

Para conceptualizar todas y cada una de las ideas que han surgido de la información recogida y la investigación se ha diseñado un "moodboard". Se trata de un espacio físico (tabla, pared, corcho, etc.) o digital, como en este caso, en el que se unen imágenes, tejidos y todo aquello que sirva de inspiración para el diseño de los tejidos. En este caso también se ha creado un archivo previamente al diseño, que de alguna manera se trata de inspiración e ideas. Se trata de aplicar la ingeniería inversa, es decir, se han destejido algunos tejidos para obtener ligamentos, títulos de los hilos, estructuras, densidades y otros parámetros. (***Anexo 1***)

La inspiración surge de varias fuentes, entre ellas las más destacadas son algunos libros y archivo de tejidos, todos unidos en el moodboard (***Fig. 14***). Para entender de mejor manera dichos conceptos, se presenta un esquema explicativo más adelante (***Fig. 15***):

Fig. 14 Moodboard de la colección

En este moodboard digital (***Fig. 14***) se ha incluido lo más destacable de las culturas que se trabajan: africana, India y la actual, con el fin de definir los puntos básicos y principales de la colección. Se ha pretendido buscar una conexión entre las tres civilizaciones y corrientes inspirativas. Como se ha explicado previamente, predominan los tejidos hechos con la técnica de las tiras y los colores vivos en combinación con los neutros de los paisajes. El color índigo toma protagonismo, a la vez que los rojizos. Se observan diferentes técnicas para producir tejidos con rayas. Otro aspecto inspirador son las cuentas de las que ya se ha hablado y de las que se pueden ver diferentes maneras para reproducir el efecto de estas.

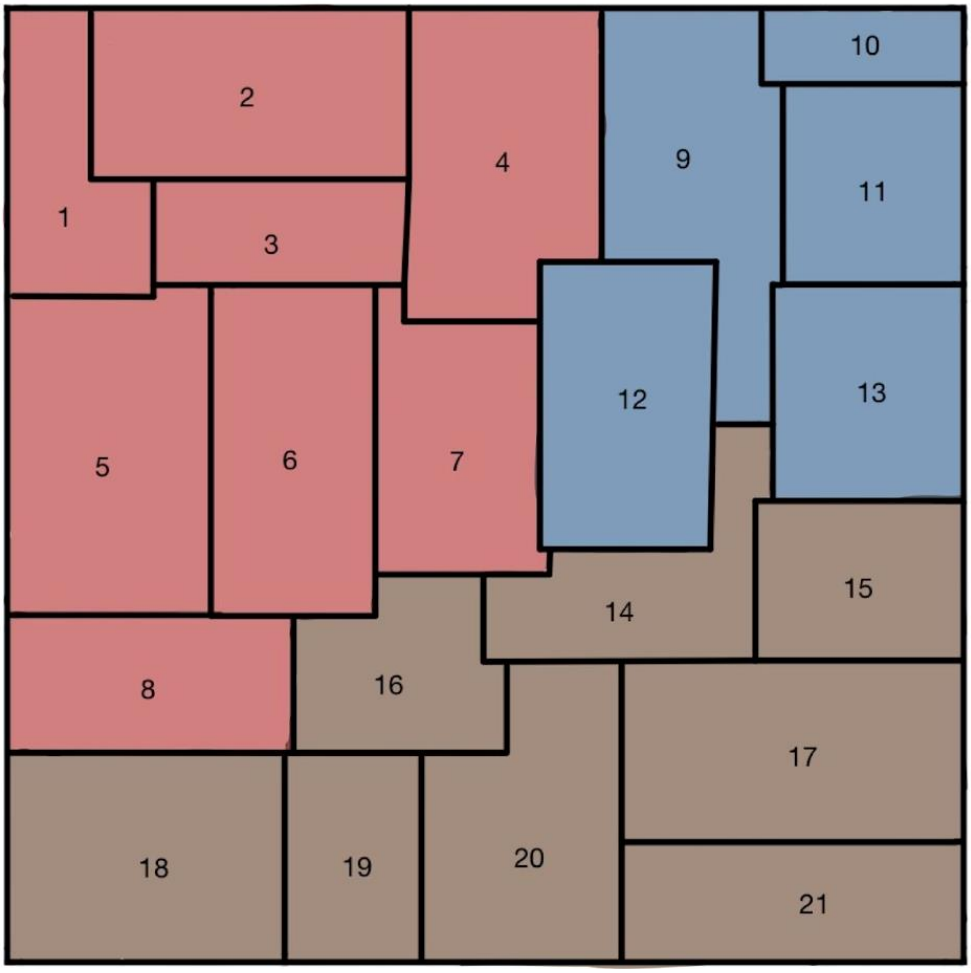


Fig. 15 Explicación moodboard general

1. Tejido de África de color índigo con toques crudos. Realizado a partir de la técnica de las tiras. (*Gillow, 2003*)
2. Tejido de África de color rojizo y toques verdes y blancos. Realizado a partir de la técnica de las tiras, hace efecto de tejido de espiga. (*Gillow, 2003*)
3. Tejido de África de varios colores llamativos. Dibuja un patrón de rayas con diferentes figuras geométricas. Realizado con cuentas cosidas manualmente. (*Gillow, 2003*)
4. Persona proveniente del continente africano tiñendo hilo con colorante índigo. (*Gillow, 2003*)
5. Dos personas africanas vistiendo prendas típicas de la zona, hechas con tejidos de rayas que siguen la técnica de las tiras y tejidos de colores básicos y neutros como el paisaje. (*Gillow, 2003*)
6. Tejido de rayas africano realizado con la técnica de las tiras y con colores azules y azul índigo. (*Gillow, 2003*)
7. Tejido de rayas, con tonos rojos, crudos e índigos. (*Gillow, 2003*)
8. Algunos colores que inspiran sobre los tejidos africanos, incluido el índigo. (*Pantone Connect, s. f.*)
9. Tejido proveniente de la India de color índigo. (*Gillow, 1991*)
10. Paleta de algunos colores vivos típicos de la India. (*Mejor Paleta de Colores Generadores, s. f.*)
11. Tejido indio de rayas realizado a partir de la técnica de las tiras con colores típicos de la zona. (*Gillow, 1991*)

12. Personas indias en paisaje indio, con prendas típicas de la cultura y con colores que inspiran, incluidos los del paisaje. (*Gillow, 1991*)
13. Personas por las calles de la India, colores típicos de la zona y costumbres textiles de la cultura en cuestión. (*Gillow, 1991*)
14. Tejido actual de espiga que hace un efecto de rayas con colores básicos. (*Roy, 2020*)
15. Tejido actual con colores típicos de las culturas investigadas. (*Roy, 2020*)
16. Tejido actual estampado con efecto rayas, inspiración para una posible industrialización. (*Roy, 2020*)
17. Tejido actual marrón que hace el efecto de rayas y de cuentas a la vez, una mezcla de técnicas ancestrales. (*Roy, 2020*)
18. Tejido actual que recrea los colores y el efecto de las cuentas de las técnicas antiguas. (*Roy, 2020*)
19. Tejido actual de rayas de la pasarela Vogue de la temporada AW-2024. Inspiración de color: índigo y rojizo. (*Roy, 2020*)
20. Tejido actual con patrón de rayas y colores vivos, similar a los tejidos africanos ancestrales y tonos típicos de ambas civilizaciones. (*Roy, 2020*)
21. Tejido con efecto de rayas a causa del hilado, inspiración para una posible manera de industrializar la técnica de las tiras africanas. Conserva los colores típicos seleccionados: índigo, rojo y crudos. (*Roy, 2020*)

4.2.2 Carta de colores

La paleta de colores que se ha elegido para la colección es bastante amplia debido a que se ha querido ofrecer una gran variedad de combinaciones de los tejidos diseñados. Se incluyen desde colores neutros y básicos hasta colores naturales, vivos y alegres. La carta de colores se basa en conjuntos de colores, separados por tonalidades, todos ellos inspirados en la cultura africana y sobre todo la india (***Fig. 16***). La carta al completo con las explicaciones e imágenes se adjunta en un anexo (***Anexo 2***).

Fig. 16 Carta de colores

4.3 Diseño de los tejidos

El diseño de un tejido comporta varias características, tanto estéticas como técnicas. En esta colección se han considerado importante la materia prima con la que se producen los hilos, una breve y superficial descripción de las características principales de los hilos sin llegar a mencionar ni indagar en el proceso de producción a seguir, el diseño en profundidad del proceso de tejeduría y todo lo que conlleva: ligamento, densidad de urdimbre y de trama, ancho de púa, etc., y, finalmente, una descripción superficial de los procesos de acabados y/o aprestos que se llevará a cabo para los tejidos diseñados.

4.3.1 Selección de materia

Se quiere hacer una selección de materia textil de acuerdo con criterios técnicos y funcionales, pero también incluyendo criterios de sostenibilidad, y teniendo en cuenta de qué manera la materia seleccionada puede afectar en el medio ambiente a lo largo de todo el ciclo de vida de la prenda que pueda realizarse con este tejido.

Como se ha mencionado en los antecedentes, existen diferentes estrategias de ecodiseño a implementar que pueden mejorar la sostenibilidad en esta colección, por ejemplo, aumentar la durabilidad del producto incrementando su calidad, o crear un diseño elástico y versátil para que perdure en el tiempo y producir tejidos con hilos mono-material. Esta última estrategia trata de obtener tejidos compuestos en su totalidad del mismo material, evitando mezclas de hilos o de fibras de diferente materia. De este modo, se facilita el reciclaje posterior de los tejidos. El reciclaje de hilos de diferentes materias es un proceso extremadamente difícil ya que la separación de dichas materias es imposible o muy costosa (tanto de tiempo como económicamente), es por ello que, si el material del tejido es solo uno, se puede reciclar y mezclar hilos y fibras sin problema de que se mezclen materias.

Los materiales textiles pueden ser varios y de diversas maneras: naturales o sintéticas, de origen animal o celulósicas, entre otras. Debido a que los tejidos serán diseños con hilos de fantasía la opción que más se ajusta es la lana o el algodón. Los tejidos de este estilo suelen utilizarse para prendas de invierno (chaquetas, americanas, etc.), y la lana aporta las características necesarias para aislar del frio y dar esa sensación de abrigo en una prenda. El algodón también es capaz de aportar características similares, sobre todo destaca por su capacidad de absorber la humedad y de transpirabilidad. Las otras fibras naturales (lino, cáñamo, etc.) no son adecuadas para los hilos de fantasía, pues no tienen esponjosidad, ni flexibilidad. Existen otras fibras, pero son sintéticas, y en este proyecto se ha querido evitar al máximo posible todo aquello que no sea natural y que pueda generar un mayor impacto ambiental.

La materia textil elegida por preferencia es el algodón debido a su excelente versatilidad a la hora de obtener hilos de diferente tamaño, diseño, etc. A pesar de que las propiedades de la lana son excelentes, es una materia que requiere de un mayor cuidado y mantenimiento, y un lavado en condiciones especiales a causa de que, por las características de las fibras de lana, el tejido se enfieltra y en consecuencia se encoge. Es por ello que dificulta el uso al consumidor final. El algodón, en cambio, se adapta mejor a las tendencias actuales y al clima europeo. Debido al cambio climático producido en los últimos años, las más bajas temperaturas de la zona han ido incrementado a lo largo de los años y así el uso de las fibras de lana no es tan necesario para el aislamiento del frio. Este hecho provoca que el algodón sustituya esta fibra y aporte sus características (durabilidad, suavidad, volumen, versatilidad, absorbencia y transpirabilidad)

4.3.2 Diseño de hilos

Los tejidos diseñados estarán hechos por diferentes hilos, algunos más finos y otros más gruesos. Los títulos (unidad de medida del grosor de los hilos) varían en función del artículo, es decir, de acuerdo con el ligamento, la densidad, y el propio diseño.

Los hilos serán a dos cabos y de hilatura convencional en la urdimbre, para evitar la operación de encolar dichos hilos. Los hilos a dos cabos presentan una mayor resistencia y por ello no haría falta realizar la operación de encolado, evitando un proceso más en la producción del tejido de manera que abarata costes, contamina menos y reduce tiempo. Los hilos de trama, por el contrario, serán a un cabo y de hilatura open-end, puesto que son más económicos y para trama cumplen con la resistencia y cualidades necesarias para que no sufran roturas y resistan la operación.

- Los títulos de urdimbre son: 2/160, 2/72, 2/40, 2/30, 2/16, 2/12, 2/10, 2/8, 2/4
- Los títulos de trama son: 1/80, 1/36, 1/20, 1/15, 1/8, 1/6, 1/5, 1/4, 1/2

La calidad de los hilos se debe valorar con varios parámetros los cuales se extraen de *Uster Statistics* (*Uster Statistics, 2023*). Este se basa en una App que permite calcular los parámetros de calidad según el título de los hilos, la materia y el tipo de hilatura. Estos datos quedan recogidos a continuación (***Tabla 2*** a ***Tabla 12***). Cada tabla representa la calidad de cada título concreto que se ha utilizado para esta colección y los parámetros mínimos que deben tener para cumplir con la calidad que se requiere en este trabajo. De esta manera, se puede ofrecer un tejido de calidad, debido a que se han elegido parámetros que únicamente el 5% de las empresas pueden llegar a fabricar, por ello son procesos de calidad muy exigentes. También se evalúa, con *UsterStatistics*, los defectos de los diferentes hilos según el título. Por ello, para la producción de esta colección se deben comprar hilos a proveedores que puedan cumplir con estas calidades para poder garantizar la calidad del tejido, en caso contrario se podrían ver afectados los productos finales, acortando su vida útil o generando defectos en el uso de los tejidos. Este hecho es contradictorio a la sostenibilidad, por ello se considera como principal objetivo del proceso de hilatura, conseguir la calidad que se pide en las tablas mencionadas.

Tabla 2 Datos de calidad de hilos con título 15 Nm

CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD	VALORES LÍMITE
TÍTULO	15 Nm; 66,67 tex
VARIACIÓN DEL TÍTULO NOMINAL	máx. ± 0,6 %
IRREGULARIDAD CVm	máx. ± 11,5 %
TORSIÓN NOMINAL	600 VPM
VARIACIÓN DE LA TORSIÓN NOMINAL	2,20%
PARTES DELGADAS (-50%)	máx. 1,2/km
PARTES GRUESAS (+50%)	máx. 15/km
NEPS (+200%)	máx. 17/km
PILOSIDAD H	máx. 7,5
VARIACIÓN DE LA PILOSIDAD ENTRE HUSOS CV_{HB}	máx. 1,8 %
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN R_H	mín. 19,7 cN/tex
VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CV_{RH} (TOTAL)	máx. 5,7 %
ALARGAMIENTO A LA ROTURA E_H	mín. 8 %

Tabla 3 Datos de calidad de hilos con título 80 Nm

CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD	VALORES LÍMITE
TÍTULO	80 Nm; 12,5 tex
VARIACIÓN DEL TÍTULO NOMINAL	máx. ± 1 %
IRREGULARIDAD CVm	máx. ± 15 %
TORSIÓN NOMINAL	600 VPM
VARIACIÓN DE LA TORSIÓN NOMINAL	2,70%
PARTES DELGADAS (-50%)	máx. 10/km
PARTES GRUESAS (+50%)	máx. 150/km
NEPS (+200%)	máx. 400/km
PILOSIDAD H	máx. 4,3
VARIACIÓN DE LA PILOSIDAD ENTRE HUSOS CV_{HB}	máx. 2,2 %
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN R_H	mín. 19 cN/tex
VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CV_{RH} (TOTAL)	máx. 8,5 %
ALARGAMIENTO A LA ROTURA E_H	mín. 6,25 %

Tabla 4 Datos de calidad de hilos con título 4 Nm

CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD	VALORES LÍMITE
TÍTULO	4 Nm; 250 tex
VARIACIÓN DEL TÍTULO NOMINAL	máx. ± 0,4 %
IRREGULARIDAD CVm	máx. ± 9 %
TORSIÓN NOMINAL	600 VPM
VARIACIÓN DE LA TORSIÓN NOMINAL	1,60%
PARTES DELGADAS (-50%)	máx. 0/km
PARTES GRUESAS (+50%)	máx. 2/km
NEPS (+200%)	máx. 1,5/km
PILOSIDAD H	máx. 12
VARIACIÓN DE LA PILOSIDAD ENTRE HUSOS CV_{HB}	máx. 1,3 %
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN R_H	mín. 20,5 cN/tex
VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CV_{RH} (TOTAL)	máx. 3 %
ALARGAMIENTO A LA ROTURA E_H	mín. 9,5 %

Tabla 5 Datos de calidad de hilos con título 20 Nm

CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD	VALORES LÍMITE
TÍTULO	20 Nm; 50 tex
VARIACIÓN DEL TÍTULO NOMINAL	máx. ± 0,65 %
IRREGULARIDAD CVm	máx. ± 12 %
TORSIÓN NOMINAL	600 VPM
VARIACIÓN DE LA TORSIÓN NOMINAL	2,30%
PARTES DELGADAS (-50%)	máx. 1,4/km
PARTES GRUESAS (+50%)	máx. 25/km
NEPS (+200%)	máx. 30/km
PILOSIDAD H	máx. 7
VARIACIÓN DE LA PILOSIDAD ENTRE HUSOS CV_{HB}	máx. 1,70 %
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN R_H	mín. 19,5 cN/tex
VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CV_{RH} (TOTAL)	máx. 6 %
ALARGAMIENTO A LA ROTURA E_H	mín. 7,6 %

Tabla 6 Datos de calidad de hilos con título 36 Nm

CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD	VALORES LÍMITE
TÍTULO	36 Nm; 27,78 tex
VARIACIÓN DEL TÍTULO NOMINAL	máx. ± 0,8 %
IRREGULARIDAD CVm	máx. ± 13 %
TORSIÓN NOMINAL	600 VPM
VARIACIÓN DE LA TORSIÓN NOMINAL	2,50%
PARTES DELGADAS (-50%)	máx. 1,5/km
PARTES GRUESAS (+50%)	máx. 50/km
NEPS (+200%)	máx. 85/km
PILOSIDAD H	máx. 7,5
VARIACIÓN DE LA PILOSIDAD ENTRE HUSOS CV_{HB}	máx. 1,9 %
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN R_H	mín. 19,2 cN/tex
VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CV_{RH} (TOTAL)	máx. 7 %
ALARGAMIENTO A LA ROTURA E_H	mín. 5,9 %

Tabla 7 Datos de calidad de hilos con título 5 Nm

CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD	VALORES LÍMITE
TÍTULO	5 Nm; 200 tex
VARIACIÓN DEL TÍTULO NOMINAL	máx. ± 0,4 %
IRREGULARIDAD CVm	máx. ± 9,2 %
TORSIÓN NOMINAL	600 VPM
VARIACIÓN DE LA TORSIÓN NOMINAL	1,75%
PARTES DELGADAS (-50%)	máx. 0/km
PARTES GRUESAS (+50%)	máx. 3/km
NEPS (+200%)	máx. 2/km
PILOSIDAD H	máx. 11
VARIACIÓN DE LA PILOSIDAD ENTRE HUSOS CV_{HB}	máx. 1,35 %
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN R_H	mín. 20,5 cN/tex
VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CV_{RH} (TOTAL)	máx. 4,2 %
ALARGAMIENTO A LA ROTURA E_H	mín. 9,25 %

Tabla 8 Datos de calidad de hilos con título 2 Nm

CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD	VALORES LÍMITE
TÍTULO	2 Nm; 500 tex
VARIACIÓN DEL TÍTULO NOMINAL	máx. ± 0,25 %
IRREGULARIDAD CVm	máx. ± 8,3 %
TORSIÓN NOMINAL	600 VPM
VARIACIÓN DE LA TORSIÓN NOMINAL	1,50%
PARTES DELGADAS (-50%)	máx. 0/km
PARTES GRUESAS (+50%)	máx. 1/km
NEPS (+200%)	máx. 1/km
PILOSIDAD H	máx. 13
VARIACIÓN DE LA PILOSIDAD ENTRE HUSOS CV_{HB}	máx. 1,2 %
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN R_H	mín. 21 cN/tex
VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CV_{RH} (TOTAL)	máx. 3,5 %
ALARGAMIENTO A LA ROTURA E_H	mín. 10 %

Tabla 9 Datos de calidad de hilos con título 8 Nm

CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD	VALORES LÍMITE
TÍTULO	8 Nm; 125 tex
VARIACIÓN DEL TÍTULO NOMINAL	máx. ± 0,47 %
IRREGULARIDAD CVm	máx. ± 10 %
TORSIÓN NOMINAL	600 VPM
VARIACIÓN DE LA TORSIÓN NOMINAL	1,90%
PARTES DELGADAS (-50%)	máx. 0,07/km
PARTES GRUESAS (+50%)	máx. 7/km
NEPS (+200%)	máx. 5/km
PILOSIDAD H	máx. 9
VARIACIÓN DE LA PILOSIDAD ENTRE HUSOS CV_{HB}	máx. 1,5 %
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN R_H	mín. 20 cN/tex
VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CV_{RH} (TOTAL)	máx. 4,7 %
ALARGAMIENTO A LA ROTURA E_H	mín. 8,7 %

Tabla 10 Datos de calidad de hilos con título 6 Nm

CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD	VALORES LÍMITE
TÍTULO	6 Nm; 166,67 tex
VARIACIÓN DEL TÍTULO NOMINAL	máx. ± 0,45 %
IRREGULARIDAD CVm	máx. ± 9,5 %
TORSIÓN NOMINAL	600 VPM
VARIACIÓN DE LA TORSIÓN NOMINAL	1,80%
PARTES DELGADAS (-50%)	máx. 0,03/km
PARTES GRUESAS (+50%)	máx. 4/km
NEPS (+200%)	máx. 3/km
PILOSIDAD H	máx. 10
VARIACIÓN DE LA PILOSIDAD ENTRE HUSOS CV_{HB}	máx. 1,4 %
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN R_H	mín. 20,25 cN/tex
VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CV_{RH} (TOTAL)	máx. 4,4 %
ALARGAMIENTO A LA ROTURA E_H	mín. 9,1 %

Tabla 11 Valores límite de defectos parte 1

CLASSIMAT (< 20 Ne, < 34 Nm, >30 tex)	VALORES LÍMITE
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) A1	máx. 44,5/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) A2	máx. 4/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) A3	máx. 1/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) A4	máx. 0/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) B1	máx. 7,5/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) B2	máx. 0,5/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) B3	máx. 0/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) B4	máx. 0/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) C1	máx. 1/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) C2	máx. 0/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) C3	máx. 0/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) C4	máx. 0/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) D1	máx. 0/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) D2	máx. 0/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) D3	máx. 0/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) D4	máx. 0/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) E	máx. 0/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) F	máx. 1/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) G	máx. 0/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) H1	máx. 0,5/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) H2	máx. 0/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) I1	máx. 0/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) I2	máx. 0/100 km

Tabla 12 Valores límite de defectos parte 2

CLASSIMAT (20-40 Ne, 34-68,15 Nm, 15-30 tex)	VALORES LÍMITE
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) A1	máx. 928/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) A2	máx. 95,7/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) A3	máx. 3,3/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) A4	máx. 0/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) B1	máx. 48,2/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) B2	máx. 5,1/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) B3	máx. 0/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) B4	máx. 0/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) C1	máx. 2,1/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) C2	máx. 0/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) C3	máx. 0/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) C4	máx. 0/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) D1	máx. 0/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) D2	máx. 0/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) D3	máx. 0/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) D4	máx. 0/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) E	máx. 0/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) F	máx. 0,5/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) G	máx. 0/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) H1	máx. 6,5/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) H2	máx. 0/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) I1	máx. 0/100 km
DEFECTOS CLASSIMAT (REMANENTE) I2	máx. 0/100 km

4.3.2.1 Carta de hilos

Cabe destacar que la carta de hilos está compuesta con hilos de diversos colores, los más relevantes y representativos de las culturas estudiadas, a pesar de que todos y cada uno de ellos puede hacerse en cualquiera de los colores de la carta de colores. Esta carta se divide en dos principales grupos: los hilos con colores africanos y los hilos con colores de la India. Esta separación se ha hecho a nivel de diseño para crear combinaciones de colores. Un ejemplo de cada uno de estos grupos de colores se muestra en las ***Fig. 18*** y ***Fig. 19***. (***Anexo 3***)

Fig. 17 Carta de hilos, colores de África. Extracto de la carta disponible en el ***Anexo 3***

Fig. 18 Carta de hilos, colores de la India. Extracto de la carta disponible en el ***Anexo 3***

4.3.3 Selección de características de los tejidos

Los tejidos de calada se basan en algunas características básicas que, sin conocerlas, es muy complicado crear un diseño o incluso llegar a reproducirlo. Por ello se han tenido que elegir los siguientes aspectos de un tejido para su diseño y cohesión:

- Gramaje en crudo y acabado (g/m^2)
- Densidad urdimbre (hilos/cm)
- Densidad trama (pasadas/cm)
- Ancho de púa (cm)
- Ancho tejido acabado (cm)
- Encogimientos (%)
- Bordes de los tejidos (cm e hilo)
- Hilos por cada pajita
- Cantidad pajitas y qué tamaño
- Cantidad de lizos

- Ligamento
- Hilo y composición
- Colores de los hilos
- Hilado
- Plegado a urdir (datos de hilo de urdimbre)

4.3.3.1 Fichas técnicas

Todos los datos especificados anteriormente (*4.3.3. Selección de características de los tejidos*) se agrupan en una ficha técnica, la cual recoge toda la información necesaria para la tejeduría y, por lo tanto, producción del producto diseñado. (***Anexo 4***). Un ejemplo de ficha técnica es la siguiente (***Fig. 20***):

Fitxa Tècnica **ARGUWA** Data: 11/06/2024 Pàg. 1 de 1

	78.00 Palletes/10 cm 2 fils/palleta	Palletes: 2x8 + 1326 = 1342 palletes	
N. Fils (Vores + Fondo): = 2684 fils	Fils/Palleta vores 2 fils/palleta	Metres ordits: 100.4 m	
Fils Fondo: 2652 fils	Ample de pua: 172.05 cm	Metres teixits: 0.0 m	
N. Fils Vores: 2 x 16 = 32 fils	Ample teixit: 170 cm	Metres acabats: 0.0 m	Pes m2: 262 gr / m2
FILS/cm 15.6 fils/cm 15.8 fils/cm 17.9 fils/cm	Ample acabat: 150 cm	Merma de Trama: 0.0 %	Pes m/l 392 gr / ml
PASS/cm Teler: 19.0 Cru: 19.1 Acabat: 19.1	Lliços: 6 + 2 = 8		

FILEJAT D'ORDIT 6 Fils/Curs

ID.Fil	Tipus	Composició	1						Vor+ Fils x Cursos + Reste +Vor	Fils/Curs	Total	Kg/100 m.ord	gr/ml teixit
A	AFRICA 2 CAPS	100%CO	2/40 NEGRO		2		2		16 + 4 x 442 + 0 + 16	4	1800	9.036	90.36
B	INDIA 2 CAPS	100%CO	2/72 ROJO			1			1 x 442 + 0	1	442	1.233	12.33
C	INDIA 2 CAPS	100%CO	2/10 ROJO					1	1 x 442 + 0	1	442	8.876	88.76
									16 + 6 x 442 + 0 + 16	**6**	**2684**	**19.144**	**191.44**

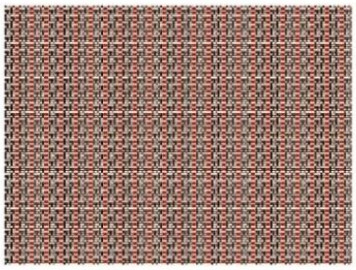
Composició: 100%CO

FILEJAT DE TRAMA 3 Pass/Curs

ID.Fil	Tipus	Composició	1				Pass/Curs	PASS/1 cm	Kg/100 m.tei	gr/ml teixit
A	AFRICA 1 CAP	100%CO	1/20 BLANCO		1		1	6.36	5.470	54.70
B	AFRICA 1 CAP	100%CO	1/15 BLANCO	2			2	12.72	14.587	145.87
							3	**19.08**	**20.057**	**200.57**

Composició: 100%CO

AVAILABLE WITH:
COMP: 100%CO
Composició:
100%CO
Tupidesa: 64.9 %
Ample Acabat Comercial: 150.0 cm
Pes Cru : 231.00 gr / m2
Pes Acabat Comercial (m2): 262 gr / m2
Pes Acabat Comercial: 392.0 gr / ml



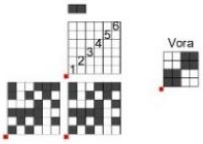
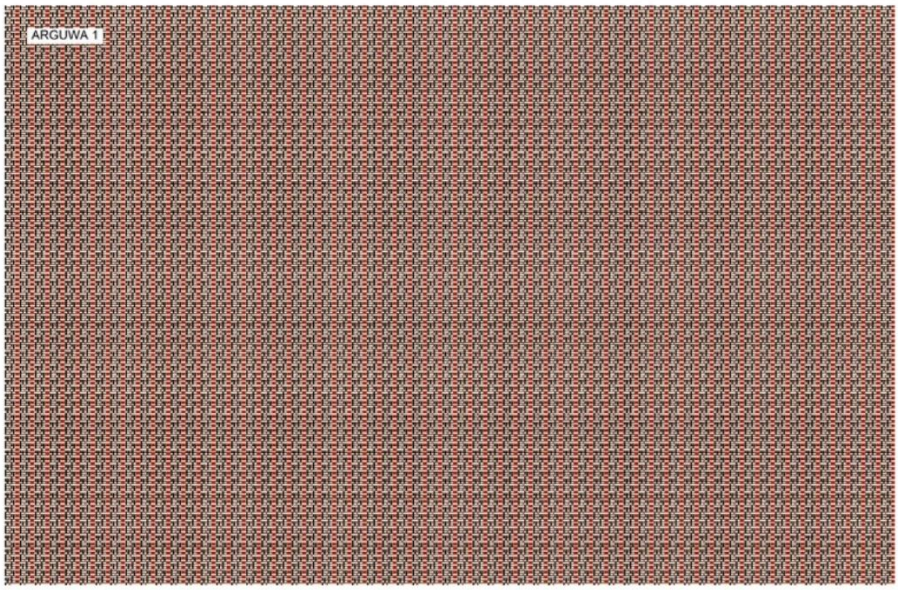


Fig. 19 Ficha técnica del tejido ARGUWA. Extracto de las fichas técnicas disponibles en el ***Anexo 4***

4.3.3.2 Carta de tejidos

La presentación de los tejidos y sus variaciones de colores es casi tan importante como el diseño de ellos, se debe tener una visión general y llamativa de la colección para su comercialización. Para ello se han diseñado unas cartas de tejidos, en las que se da algo de información general como el ligamento, los títulos utilizados y la composición, a la vez que una muestra del resultado (***Anexo 5***). Un ejemplo de carta de tejidos es el siguiente (***Fig. 21*** y ***22***):

ARGUWA



ORDIT: 2/40 Nm, 2/72 Nm, 2/10 Nm 100%CO

TRAMA: 1/20 Nm, 1/15 Nm 100%CO

LLIGAMENT:

Fig. 20 Información de la carta de tejidos del artículo ARGUWA. Extracto de la carta disponible en el ***Anexo 5***

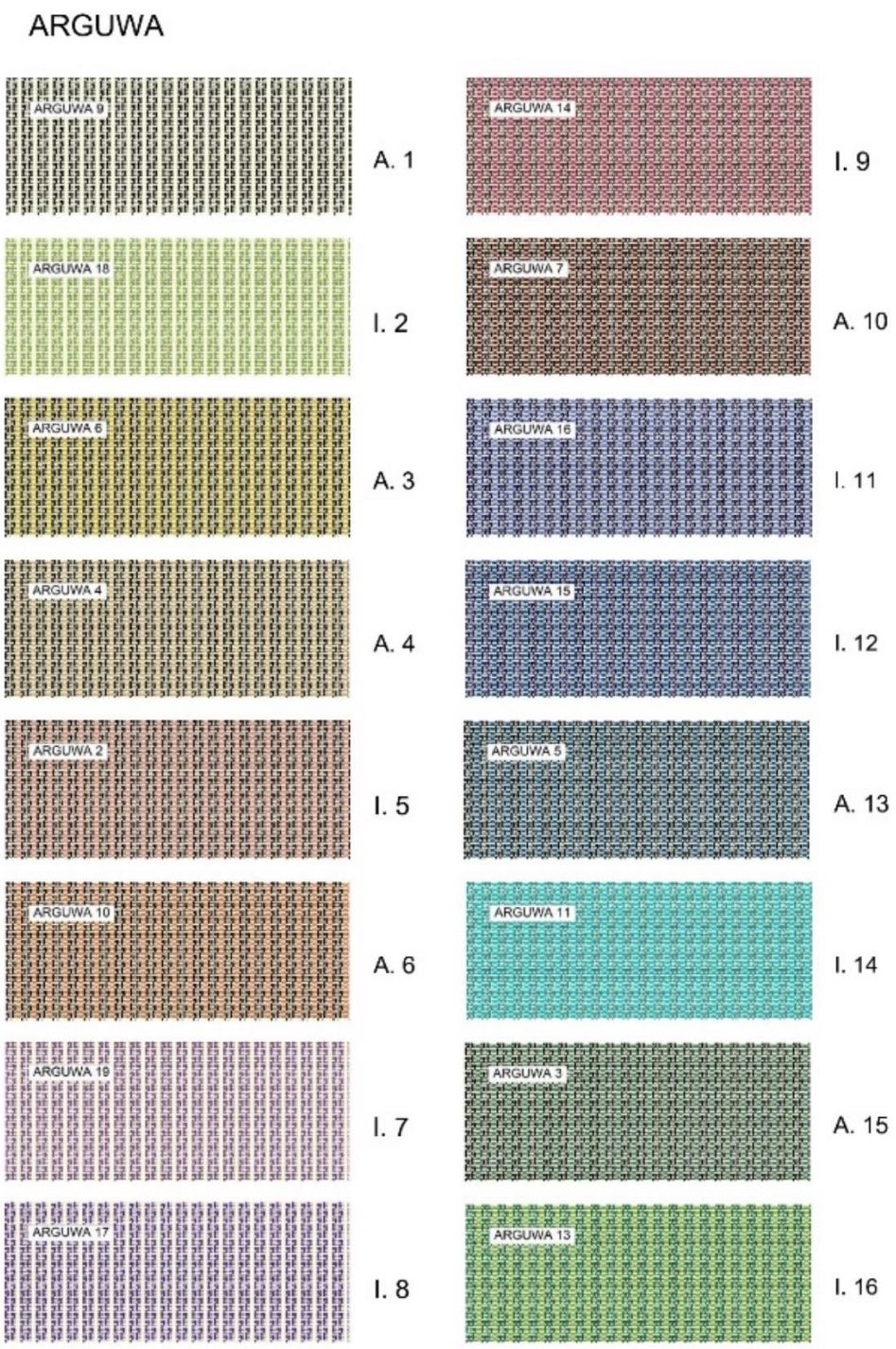


Fig. 21 Muestras de las variaciones de colore del tejido ARGUWA. Extracto de la carta disponible en el ***Anexo 5***

4.3.4 Selección de acabados y/o aprestos

Los tejidos estilo chanel, no suelen pasar por procesos de acabados y/o aprestos muy complejos ni concretos. Suelen ser piezas producidas en tinte en hilo y por ello tampoco requieren de ninguna tintura posterior a la tejeduría. Como todo, hay excepciones y variaciones que dependen del producto final que se desee obtener. Por ello, para esta colección

de tejidos se han seleccionado algunos procedimientos mecánicos, estéticos y superficiales y se ha optado por el siguiente procedimiento.

Primeramente, se realiza un lavado y bio-descrudado (operación textil que consiste en eliminar posibles encolantes, aceites u otras substancias y suciedad que contenga los hilos de un tejido) del tejido crudo (tejido después de la tejeduría y antes de someterlos a ninguna operación de acabado) en cuerda. Este procedimiento se realiza en cuerda porque, de esta manera, se consigue un efecto más cerrado y denso a la vez que más voluminoso y con un algo de relieve. El siguiente paso es hacer un suavizado (no poner suavizante en exceso ya que haría que las costuras de las futuras prendas resbalen y no sean prendas de alta calidad). En este caso se ha considerado hacerlo también en cuerda, por lo que se podría hacer juntamente con el lavado, de esta manera se podría ahorra un paso y un gasto de energía, material, agua, etc., a la vez que el resultado del tejido sería mucho más voluminoso y tupido. Entre estas dos operaciones se podría llegar a realizar un gaseado (operación que elimina el pelo sobresaliente de un tejido quemándolo con llama de fuego) en el caso que el tejido fuese muy peludo y no se quisiera este efecto. El siguiente paso es hacer un tumbler (proceso que aporta voluminosidad al tejido) para obtener un mayor volumen y un efecto tridimensional, destacando así los hilos más gruesos y los dibujos de los diferentes tejidos. Esta operación también aporta elasticidad tanto de urdimbre como de trama y más pesadez al tejido, es decir, hace aumentar el gramaje y por ello la tupidez, cierra el tejido. Después del suavizado también se podría llevar a cabo otra operación, un sanforizado (tratamiento que se aplica a los tejidos de algodón por tal de evitar que encojan, consiste en recuperar la ondulación natural de la urdimbre para evitar el posterior encogimiento a causa de otros procesos o factores influyentes como pueden ser la absorción de agua o aspectos térmicos), por tal de controlar las tensiones y los encogimientos del tejido.

Con el fin de llevar a cabo todas las operaciones de este procedimiento, es recomendable utilizar un tipo de maquinaria: Biancalani AIRO. Se trata de una máquina integral de acabados para lavar, secar, suavizar y para tejidos o no tejidos. Esta funciona a partir de aire, aspirando y expulsando el tejido, de manera que no se hacen arrugas ni defectos. Además, se pueden hacer varias operaciones en la misma máquina, es por eso que se ha considerado que es la mejor opción para las operaciones que se deben llevar a cabo para esta colección de tejidos de calada. (*Biancalani, 2023*)

Este se trata de un procedimiento de preparación del tejido para posteriores operaciones, en este caso no se consideran hacer otros procedimientos que los que ya se han mencionado. Algunos ejemplos de operaciones opcionales que no implican la necesidad básica de llevarlas a cabo son los siguientes:

- **Recubrimientos de Poliuretano** → Se trata de un recubrimiento que se aplica a los tejidos con múltiples fines: evitar el pilling, el “snagging” y otros efectos similares no deseados. En otras palabras, se pretende evitar efectos superficiales que muestren desgaste o baja calidad. Este producto también se puede aplicar en forma de estampación (rasqueta) con colores y siguiendo un patrón, por lo que sería un acabado también estético. En esta colección se podría llegar a aplicar para simular y reproducir la técnica de las rayas de los tejidos ancestrales.
- **Antipilling** → Operación que evita que el tejido genere bolas de exceso de material textil por efecto del rozamiento del tejido con otra superficie o con otro tejido.
- **Anti-Snagging** → Operación que evita o reduce que el tejido se pueda enganchar. Preferiblemente, se aplica en tejidos de punto, pero también cabe la posibilidad de usarlo en calada.
- **Perchado / esmerilado** → Son múltiples las ocasiones que se perchan los tejidos con el objetivo de conseguir un efecto superficial peludo al tacto y a la vista. Este

es un acabado mecánico que consiste en extraer las fibras de la trama a la superficie del tejido con ayuda de unos cilindros de guarnición metálica. En este caso no se hace un gaseado previamente.

- **Easy-care** → Se trata de una operación que ayuda a que el tejido no quede arrugado, o no tanto, después de lavar. En otras palabras, es un apresto que hace que el tejido sea inarrugable.

En este paso de producción de un tejido se debe tener en consideración que los productos utilizados y las operaciones llevadas a cabo sean compatibles con el medio ambiente y tengan en consideración la sostenibilidad, al igual que con el resto de las operaciones de producción.

4.4 Desarrollo técnico

4.4.1 Definición del proceso de transformación

Las técnicas textiles encontradas y explicadas que se quieren adaptar al mundo actual son la de las rayas y las cuentas.

La técnica de las rayas presenta varias maneras de transformación: combinando grosores de hilos, destacando algunos hilos con colores, aplicando diferentes ligamentos, estampando el tejido. Esta colección de tejidos se ha basado, básicamente, en el grosor de los hilos y los ligamentos, a pesar de que los colores también tienen una gran importancia en la mayoría de los artículos diseñados. Se han considerado los hilos gruesos como los que marquen las rayas, en este caso por urdimbre, y los más finos como base del tejido. El procedimiento de realizar las rayas con una rasqueta no se ha considerado viable ya que, en el ámbito sostenible no cumple con los requisitos básicos que se pretenden para los tejidos, pues la mezcla de materiales textiles con impropios químicos de poliuretano no favorece el reciclaje de dicha materia textil.

De la misma manera pasa con la técnica de las cuentas, pues mezclar hilos con cuentas dificulta el procedimiento de separación de materiales y por ello sería prácticamente imposible el reciclaje en este tipo de tejidos. Además, el hecho de llevar un tejido hecho de cuentas hace que pese mucho y por ello sea un tejido incómodo y difícil de confeccionar y manipular. Para los accesorios se podría tener en cuenta, pero para tejidos dedicados para prendas no es viable, por lo que se opta por reproducirlos de otro modo. De nuevo, haciendo una combinación de títulos de los hilos, y también de colores, se consigue el efecto deseado.

4.4.2 Cálculos de producción

Los cálculos de producción son necesarios para saber algunos aspectos en el proceso de tejeduría y también conocer, por ejemplo, el tiempo de entrega del tejido (sin acabar, ya que dependerá de la empresa que se ocupe de esta operación y la cantidad de tejido). A continuación, se presenta un ejemplo de los cálculos que se han realizado para cada uno de los tejidos de esta colección, realizados bajo el supuesto de producción de un pedido de 1000 metros del artículo. Todos los cálculos están disponibles en el ***Anexo 6***.

TEJIDO YADI

Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas del tejido Yadi son las siguientes:

- Títulos de los hilos de urdimbre = 2/40 Nm, 2/30 Nm,2/72 Nm, 2/10 Nm
- Títulos de los hilos de trama = 1/20 Nm, 1/15 Nm
- Gramaje = 225 g/m^2
- Hilos totales del hilado de urdimbre = 126 hilos
- Hilos totales del hilado de trama = 2 hilos
- Hilos totales de urdimbre = 2684 hilos
- Densidad de urdimbre = 17,9 hilos/cm
- Densidad de trama = 18,1 pas./cm
- Media de título de urdimbre = 57,24 tex (57,24 g/1000 metros)
- Media de título de trama = 58,34 tex (58,34 g/1000 metros)
- Ancho de tejeduría = 170 cm

Cálculos de producción[1]

Para conocer los **metros reales de tejido** (teniendo en cuenta las contracciones y encogimientos) que se debe urdir, se deben conocer las siguientes características del artículo.

- Se calcula la densidad de la urdimbre por 1 metro y los metros reales de hilo con la contracción aplicada:

  17,9 hilos/cm · 100 cm cada metro = 1790 hilos/m → $\frac{1790\ hilos/m}{(100-12,5)} \cdot 100$ = 2045,71 m
- Se calcula el gramaje práctico de la urdimbre: $2045,71\ m \cdot \frac{57,24\ g}{1000\ m}$ = 117,10 g/m^2
- Se calcula la densidad de la trama por 1 metro y los metros reales de hilo con la contracción aplicada:

  18,1 pas./cm · 100 cm cada metro = 1810 pas./m → $\frac{1810\ pas./m}{(100-3)} \cdot 100$ = 1865,98 m
- Se calcula el gramaje práctico de la trama: $1865,98\ m \cdot \frac{58,34\ g}{1000\ m}$ = 108,85 g/m^2
- Se suma el gramaje práctico de la urdimbre y el de la trama para obtener el gramaje total: 117,10 g/m^2 + 108,85 g/m^2 = 225,95 g/m^2
- Diferencia entre el peso teórico y el práctico = $\frac{225-225,95}{225,95} \cdot 100$ = - 0,42%

[1] Se tiene en cuenta un pedido de 1000 metros para realizar los cálculos.

- Se calculan los metros reales de tejido para urdir: $\frac{1000}{(100-12,5)} \cdot 100$ = 1142,86 m

Para realizar el **escandallo de material necesario** (bobinas de hilo de urdimbre y de trama necesarias), se debe conocer la cantidad de hilo que se va a necesitar.

- Para los metros para urdir, se calcula la cantidad necesaria de cada tipo de hilo de la urdimbre (en kg y en bobinas, sabiendo de cada bobina pesa 1,2 kg):

- 2/40 Nm → 1142,86 m · 1658 hilos = 1.894.857,14 m hilo

  $1.894.857,14 \cdot \frac{50\ g}{1000\ m} \cdot \frac{1\ Kg}{1000\ g}$ = 94,74 kg de hilo → $\frac{94,74\ Kg}{1,2\ kg}$ = 79 bobinas
- 2/30 Nm → 1142,86 m · 900 hilos = 1,028,571,43 m hilo

  $1,028,571,43 \cdot \frac{66,67\ g}{1000\ m} \cdot \frac{1\ Kg}{1000\ g}$ = 68,57 kg de hilo → $\frac{68,57\ Kg}{1,2\ kg}$ = 58 bobinas
- 2/72 Nm → 1142,86 m · 84 hilos = 96.000,00 m hilo

  $96.000,00 \cdot \frac{27,78\ g}{1000\ m} \cdot \frac{1\ Kg}{1000\ g}$ = 2,67 kg de hilo → $\frac{2,67\ Kg}{1,2\ kg}$ = 3 bobinas
- 2/10 Nm → 1142,86 m · 42 hilos = 48.000,00 m hilo

  $48.000,00 \cdot \frac{200\ g}{1000\ m} \cdot \frac{1\ Kg}{1000\ g}$ = 9,60 kg de hilo → $\frac{9,60\ Kg}{1,2\ kg}$ = 8 bobinas

- Se calculan las pasadas totales de tendrá el tejido en 1000 m:
  1810 pas./m · 1000 m = 1.810.000 pasadas
- Se calculan los metros totales de hilo para tramar:
  1,72 · 1.810.000 = 3.113.200 metros
- Para los metros para tramar, se calcula la cantidad necesaria de cada tipo de hilo de la trama (en kg y en bobinas, sabiendo de cada bobina pesa 1,2 kg):
- 1/20 Nm → 1,72 m · (1.810.000 / 2) pasadas = 1.556.600 m hilo

  $1.556.600\,\mathrm{m} \cdot \frac{50\ g}{1000\ m} \cdot \frac{1\ Kg}{1000\ g}$ = 77,83 kg de hilo → $\frac{77,83\ Kg}{1,2\ kg}$ = 65 bobinas
- 1/15 Nm → 1,72 m · (1.810.000 / 2) pasadas = 1.556.600 m hilo

  $1.556.600 \cdot \frac{66,67\ g}{1000\ m} \cdot \frac{1\ Kg}{1000\ g}$ = 86,48 kg de hilo → $\frac{86,48\ Kg}{1,2\ kg}$ = 87 bobinas

Para definir el **proceso de plegado de los hilos de urdimbre**, en el que se plantea un plegado seccional, se calcula la capacidad del plegador, la cantidad de plegadores necesarios para 1000 metros de tejido, y la configuración de las fajas (cuantas, medidas, etc.):

- Volumen máximo plegador = $(80/2)^2 \cdot 210 \cdot \pi$ = 1.055.575,13 cm^3
- Volumen cilindro central = $\pi \cdot (20/2)^2 \cdot 210$ = 65.973,45 cm^3
- Volumen útil plegador = 1.055.575,13 - 65.973,45 = 989.601,69 cm^3
- Peso plegador (hilo) = $\frac{989.601,69 \cdot 0,53}{1000}$ = 524,49 kg

- Metros totales de hilo plegado = $\frac{524{,}49 \cdot 1000 \cdot 1000}{57{,}24}$ = 9.162.718,54 metros
- Capacidad plegador = 9.162.718,54 / (150/100) / 1810 = 3374 metros
- Relación de color = 380 bobinas / 126 hilos = 3,02 relaciones → 3 relaciones completas
- Fajas = 126 · 3 = 378 hilos → 1790 hilos /378 hilos = 4,74 fajas → 4 fajas completas
- La 5ª faja = 378 · 4 = 1512 hilos → 1790 – 1512 = 278 hilos de la 5ª faja
- Ancho faja = 170 / 4,74 = 35,90 cm/faja → 35,90 · 4 = 143,60 cm las 4 fajas → 170 – 143,60 = 26,40 cm la 5ª faja
- Número de plegadores = 1142,86 / 3374 = 0,34 plegadores → 1 plegador

Para determinar el tiempo necesario de producción del pedido de 1000 m, se calcula el tiempo de tejeduría, teniendo en cuenta la velocidad media de los telares:

$1.810.000 \cdot \frac{1\ minuto}{400\ pasadas} \cdot \frac{1\ hora}{60\ minutos} \cdot \frac{1\ día}{24\ horas}$ = 3,14 días → 3 días y 4 horas

Al tiempo de tejeduría, se le añade el tiempo de urdir y de anudar o pasar:

- Tiempo de anudar + tejer = 3 días y 4 horas + 7 horas + 4 horas = 3 días y 15 horas
- Tiempo de pasar + tejer = 3 días y 4 horas horas + 12 horas + 4 horas = 3 días y 20 horas

5 Estudio de viabilidad económica

El impacto económico de la colección de tejidos desarrollada en este proyecto se ha analizado de forma cuantitativa a través de la realización de un presupuesto (cálculos de producción para conocer los datos técnicos necesarios para llevar a cabo la ejecución del proyecto y estimación de costes y de tiempo de entrega), pero también de forma cualitativa a partir de una de las secciones de la matriz de la sostenibilidad.

El presupuesto comprende 2 partes. La primera hace referencia al coste del proyecto (TFG). La segunda, a los costes asociados al producto desarrollado (cantidad determinada de tejido).

El coste total del proyecto que se muestra en la ***Tabla 13***, resulta de una estimación de los costes que tendrían los recursos en relación al número de horas dedicadas de cada uno de ellos para este trabajo.

Tabla 13 Resumen de los costes del desarrollo de diseño del trabajo de final de grado

DESCRIPCIÓN	IMPORTE	UNIDADES
RECURSOS		
TOTAL	146,05	€
MANO DE OBRA		
TOTAL	7480	€
TOTAL DEL PROYECTO		
TOTAL	7626,05	€

Respecto al coste de producto, la estimación de costes de una supuesta ejecución de la producción de la colección se presenta en el documento: Presupuesto del proyecto. En la ***Tabla 14*** se presenta el resultado del mismo:

Tabla 14 Resumen del presupuesto.

DESCRIPCIÓN	IMPORTE	UNIDADES
TEJIDO YADI		
TOTAL ANUDAR	5.493.500	€ anuales
TOTAL PASAR	5.511.000	€ anuales
BENEFICIO BRUTO = 20% (ANUDAR)	6.594.000	€ anuales
BENEFICIO BRUTO = 20% (PASAR)	6.615.000	€ anuales
BENEFICIO NETO = 20% (ANUDAR)	**1.099.000**	**€ anuales**
BENEFICIO NETO = 20% (PASAR)	**1.102.500**	**€ anuales**
TEJIDO ARGUWA		
TOTAL ANUDAR	5.659.750	€ anuales
TOTAL PASAR	5.677.250	€ anuales
BENEFICIO BRUTO = 20% (ANUDAR)	6.791.700	€ anuales
BENEFICIO BRUTO = 20% (PASAR)	6.812.700	€ anuales
BENEFICIO NETO = 20% (ANUDAR)	**1.131.950**	**€ anuales**
BENEFICIO NETO = 20% (PASAR)	**1.135.450**	**€ anuales**

TEJIDO LAUN		
TOTAL ANUDAR	6.998.500	€ anuales
TOTAL PASAR	7.007.250	€ anuales
BENEFICIO BRUTO = 20% (ANUDAR)	8.398.200	€ anuales
BENEFICIO BRUTO = 20% (PASAR)	8.408.700	€ anuales
BENEFICIO NETO = 20% (ANUDAR)	**1.399.700**	**€ anuales**
BENEFICIO NETO = 20% (PASAR)	**1.401.450**	**€ anuales**
TEJIDO SANTSI		
TOTAL ANUDAR	5.616.000	€ anuales
TOTAL PASAR	5.624.750	€ anuales
BENEFICIO BRUTO = 20% (ANUDAR)	6.739.200	€ anuales
BENEFICIO BRUTO = 20% (PASAR)	6.749.700	€ anuales
BENEFICIO NETO = 20% (ANUDAR)	**1.123.200**	**€ anuales**
BENEFICIO NETO = 20% (PASAR)	**1.124.950**	**€ anuales**
TEJIDO BAKI		
TOTAL ANUDAR	5.458.500	€ anuales
TOTAL PASAR	5.476.000	€ anuales
BENEFICIO BRUTO = 20% (ANUDAR)	6.550.200	€ anuales
BENEFICIO BRUTO = 20% (PASAR)	6.749.700	€ anuales
BENEFICIO NETO = 20% (ANUDAR)	**1.091.700**	**€ anuales**
BENEFICIO NETO = 20% (PASAR)	**1.095.200**	**€ anuales**
TEJIDO LAYI		
TOTAL ANUDAR	5.161.000	€ anuales
TOTAL PASAR	5.169.750	€ anuales
BENEFICIO BRUTO = 20% (ANUDAR)	6.193.200	€ anuales
BENEFICIO BRUTO = 20% (PASAR)	6.203.700	€ anuales
BENEFICIO NETO = 20% (ANUDAR)	**1.032.200**	**€ anuales**
BENEFICIO NETO = 20% (PASAR)	**1.033.950**	**€ anuales**
TEJIDO LULU		
TOTAL ANUDAR	6.298.500	€ anuales
TOTAL PASAR	6.324.750	€ anuales
BENEFICIO BRUTO = 20% (ANUDAR)	7.558.200	€ anuales
BENEFICIO BRUTO = 20% (PASAR)	7.589.700	€ anuales
BENEFICIO NETO = 20% (ANUDAR)	**1.259.700**	**€ anuales**
BENEFICIO NETO = 20% (PASAR)	**1.264.950**	**€ anuales**
TEJIDO HASKE		
TOTAL ANUDAR	6.368.500	€ anuales
TOTAL PASAR	6.403.500	€ anuales
BENEFICIO BRUTO = 20% (ANUDAR)	7.642.200	€ anuales
BENEFICIO BRUTO = 20% (PASAR)	7.684.200	€ anuales
BENEFICIO NETO = 20% (ANUDAR)	**1.273.700**	**€ anuales**
BENEFICIO NETO = 20% (PASAR)	**1.280.700**	**€ anuales**

TEJIDO KAYAN		
TOTAL ANUDAR	6.333.500	€ anuales
TOTAL PASAR	6.359.750	€ anuales
BENEFICIO BRUTO = 20% (ANUDAR)	7.600.200	€ anuales
BENEFICIO BRUTO = 20% (PASAR)	7.631.700	€ anuales
BENEFICIO NETO = 20% (ANUDAR)	**1.266.700**	**€ anuales**
BENEFICIO NETO = 20% (PASAR)	**1.271.950**	**€ anuales**
TEJIDO YASHI		
TOTAL ANUDAR	7.261.000	€ anuales
TOTAL PASAR	7.278.500	€ anuales
BENEFICIO BRUTO = 20% (ANUDAR)	8.713.200	€ anuales
BENEFICIO BRUTO = 20% (PASAR)	8.734.200	€ anuales
BENEFICIO NETO = 20% (ANUDAR)	**1.452.200**	**€ anuales**
BENEFICIO NETO = 20% (PASAR)	**1.455.700**	**€ anuales**
TEJIDO FODA		
TOTAL ANUDAR	6.456.500	€ anuales
TOTAL PASAR	6.491.000	€ anuales
BENEFICIO BRUTO = 20% (ANUDAR)	7.600.200	€ anuales
BENEFICIO BRUTO = 20% (PASAR)	7.789.200	€ anuales
BENEFICIO NETO = 20% (ANUDAR)	**1.291.300**	**€ anuales**
BENEFICIO NETO = 20% (PASAR)	**1.298.200**	**€ anuales**

Teniendo en cuenta datos reales y actualizados del sector del tejido de calada, y observando los resultados tras haber calculado el impacto económico de cada uno de los tejidos de la colección, se puede concluir que tanto llevando a cabo la operación de pasado como la de anudado, el coste por metro lineal de tejido es viable.

Del análisis a partir de la matriz de sostenibilidad se observa que el impacto económico del proyecto, tanto de la parte de desarrollo del proyecto como de la potencial ejecución, se podría ver reducido si se usaran menos recursos o se redujera la calidad de estos (usando otras fibras de menor calidad, se eliminaran operaciones de acabados o que la tintura fuera de baja calidad). Este hecho derivaría a unos costes de los tejidos más asequibles, aunque este hecho supondría un desequilibrio, puesto que se generaría un mayor impacto ambiental derivado de la baja calidad y por ello baja durabilidad que comportaría una mayor producción y residuo de tejido, y esto se aleja del objetivo del proyecto.

Por lo que se refiere a riesgos, un hecho de actualidad y real que supondría un riesgo en el impacto económico de esta colección de tejidos sería el incremento de los costes de las materias primas y recursos empleados en los procesos (como por ejemplo la energía), lo implicaría la necesidad de incrementar el coste del tejido, lo que podría conllevar una reducción de las ventas.

6 Análisis y valoración de las implicaciones ambientales y sociales

La colección de tejidos que se ha desarrollado ha tenido en cuenta aspectos e impactos, tanto ambientales como sociales. Se han analizado estos impactos de dos maneras diferentes: realizando una Matriz de Sostenibilidad y elaborando un ACV (Análisis de Ciclo de Vida). En el caso de la Matriz, esta permite hacer un análisis del impacto del proyecto en varios ámbitos, en el social, el económico y el ambiental. Por otro lado, el ACV solamente valora el impacto ambiental, pero se trata de uno de los métodos más empleado para la evaluación de estos.

6.1 Matriz de la sostenibilidad

Analizando cada uno de los puntos de la Matriz de Sostenibilidad se puede decir que, a nivel ambiental, el desarrollo de este trabajo no ha supuesto un gran impacto ambiental, pues los recursos que se han utilizado han sido mínimos y que tienen una larga vida útil, por ejemplo, el ordenador (*Apple, s.f.*) y el software de diseño: PenelopeCad. Otros materiales utilizados son los comunes en una oficina (papel, bolígrafo, etc.), a pesar de que se ha tenido en cuenta su bajo consumo y no abusar de los recursos por tal de garantizar un proyecto sostenible y con el mínimo impacto.

Para la ejecución del proyecto, en caso de que este se llevase a cabo, se necesitarían más recursos, lo que generaría un mayor impacto, como son la maquinaria, la materia prima (en esta colección sería el algodón), la electricidad, el agua, etc. Se debe considerar el hecho de que todos los proyectos, en mayor o menor medida, generan un impacto negativo en el medio ambiente, a pesar de que esta colección ha estado desarrollada con el concepto de sostenibilidad presente y por ello no impacta tanto como otras situaciones (se trata de un ecodiseño, se han diseñado tejidos teniendo en cuenta el mono-material, etc.). Para todo siempre hay mejoras, en este caso se podría considerar la idea de que la materia prima fuese algodón orgánico en vez de convencional, o incluso el uso de material reciclado. También se podría tener en cuenta una reducción en el impacto que se genera en los procesos de acabados y aprestos, reduciendo material y producto, usando maquinaria moderna con tal de disminuir el consumo de energía o moderando los transportes.

Existen riesgos y limitaciones en esta colección, la huella de carbono podría verse aumentada por varias causas: cambio de diseños a causa de la baja demanda u otros motivos, falta de la materia prima deseada y que conlleve a un cambio de la materia de los tejidos, ubicaciones lejanas tanto de clientes como de proveedores y posibles defectos y mermas en las producciones (en el caso que se llevase a cabo la ejecución de la colección). Para el trabajo, las principales limitaciones han sido la búsqueda de datos e información, pues a pesar de que una colección es un concepto muy antiguo, el sector textil está muy poco desarrollado en lo que se refiere al internet, y los libros se encuentran muy concretamente en determinados puntos con difícil acceso. Finalmente, en la ejecución y producción del trabajo existe el riesgo de no poder evaluar ni tener conocimiento del impacto ambiental que esta colección generaría, puesto que se trata de productos que van dirigidos a posteriores empresas y no se conoce el producto final a comercializar.

Desde un punto de vista social, se debe comentar que el producto desarrollado en este trabajo de final de grado no se ha dirigido a ningún público en concreto, por lo que se ha

respetado e incluido a todos los individuos del planeta, sin tener en cuenta nada que pueda dar pie a una mínima discriminación.

En el caso de que la colección de tejidos se llevase a producción (ejecución del proyecto), se beneficiaría el ecosistema próximo a la ubicación de la producción de dichos tejidos, pues se generarían nuevos puestos de trabajo y, por otro lado, nadie se vería perjudicado ni discriminado. Los riesgos y limitaciones que comportan la producción de dicha colección serían, principalmente, la automatización de los procesos generando desempleos, aunque también se considera una limitación el hecho de que la colección pueda estar dirigida a un target con un poder adquisitivo medio-alto. Se trata de unos tejidos con un valor añadido, a causa de la calidad y la larga duración del producto, hecho que podría provocar discriminación en el ámbito económico. Finalmente, al no tratarse de un producto final, como sería una prenda, sino a un producto para posteriores industrias no se puede controlar el impacto social que tendrá en su posterior comercialización.

6.2 Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

En cuanto al Análisis de Ciclo de Vida, este se compone de 4 puntos diferenciados: los objetivos y alcance, los inventarios de ciclo de vida o más conocido como *Life Cycle Inventories* (LCI), los cálculos y, finalmente, la interpretación de los resultados. En este apartado se definen los parámetros del ACV realizado para la colección de tejidos, así como se presentan y comentan los resultados obtenidos.

6.2.1 Objetivo y alcance

El objetivo de este Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es calcular el impacto ambiental que generaría la colección de tejidos diseñada en este trabajo si se llevara a cabo su producción, considerando que todos los tejidos diseñados son similares, con un mismo gramaje y condiciones de procesado similares. Durante la elaboración de los tejidos de este proyecto se ha tenido en consideración la sostenibilidad en el diseño de los tejidos de la colección, tanto en la parte artística como en la técnica, y por ello se ha querido evaluar el impacto ambiental que generaría la producción de esta colección, en un supuesto caso de producción industrial. El ACV reportará unos valores de impacto ambiental que servirán de base para conocer el impacto que tendrían dichos procesos. No obstante, hay que tener en cuenta que la información disponible para llevar a cabo este estudio es limitada por lo que el resultado del ACV no será tan preciso como se desearía.

La unidad funcional empleada para el ACV de la colección de tejidos es 1 m^2 de tejido con un gramaje de 200 g/m^2. Se ha definido esta unidad debido a que la venta de los tejidos se realiza por metros y, estimando que el gramaje medio aproximado de la colección se mantiene para todos los tejidos, se ha considerado que el metro cuadrado es la unidad más representativa para realizar los cálculos.

El sistema se ha delimitado, como se observa en el flujo de referencia simplificado de la ***Fig. 23***, en el llamado "Cradle to Gate". La traducción literal de este concepto es "desde la cuna hasta la puerta", ya que se trata de un sistema que analiza el proyecto desde que se obtiene la materia prima (en este caso se trata del cultivo del algodón) hasta que sale de la fábrica, es decir, hasta que termina el proceso de fabricación. Pot tanto, a la obtención

de la materia prima y del transporte se le suman las etapas de hilatura, tintura de los hilos, tejeduría y las operaciones de apresto y acabado. Estas fases, junto con las entradas y salidas de cada una de ellas, forman el sistema de estudio. Este ACV no incluye ciertas etapas de transformación del tejido (confección de prendas a partir de los tejidos producidos), ni de distribución del producto (prenda), ni las etapas de uso, ni el fin de vida del tejido. Esto se debe a que los tejidos podrían resultar en una gran variedad de prendas con diferentes usos y/o condiciones de uso, y que estas son etapas incontrolables en las que difícilmente se puede evaluar el impacto generado. Por este motivo, toda etapa posterior a la de acabados del tejidos queda fuera de los límites del sistema.

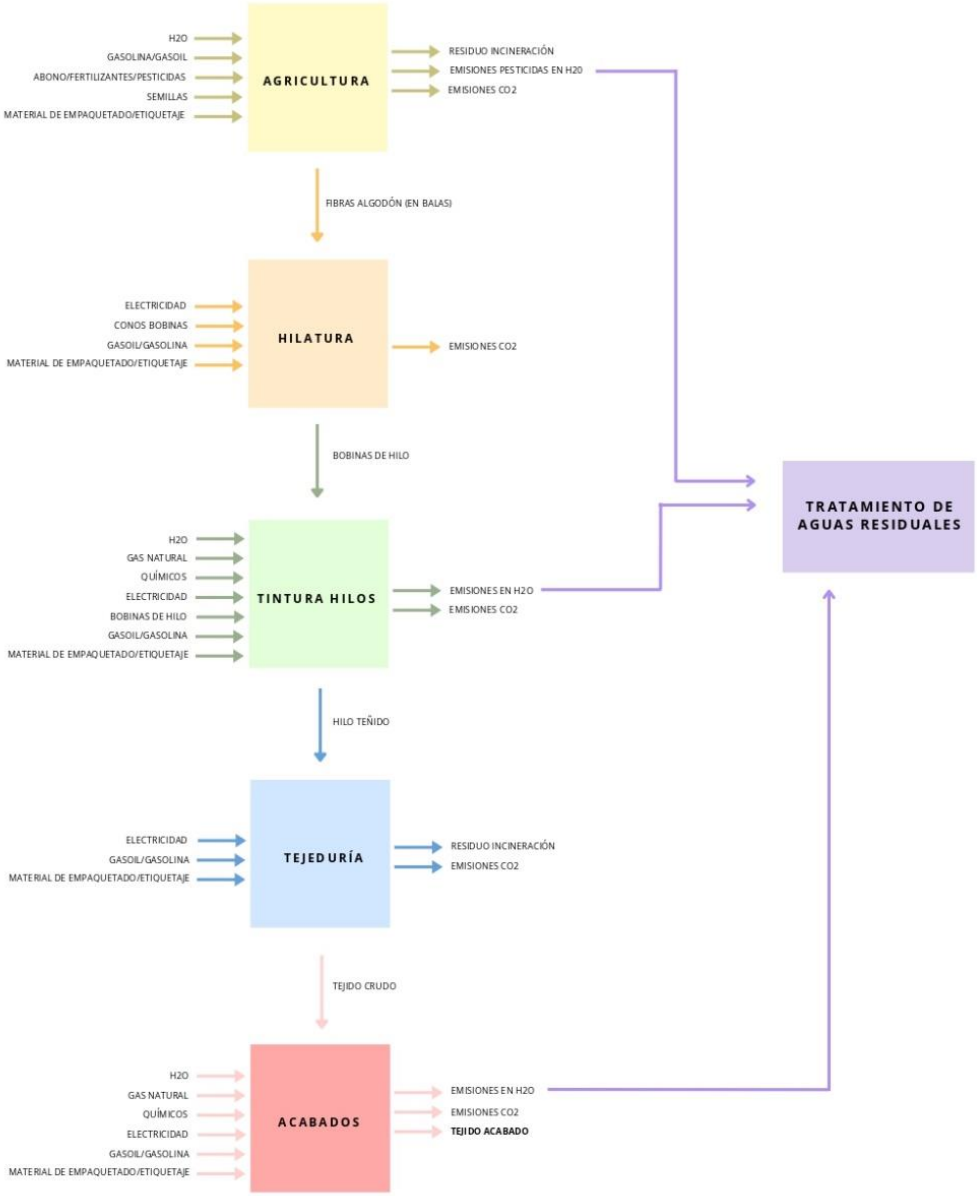


Fig. 22 Esquema del sistema que representa el procedimiento y las etapas del estudio

En este estudio, todos los datos necesarios para preparar el LCI (Life Cycle Inventories) y los cálculos del ACV provienen de datos secundarios, es decir, se trata de datos obtenidos en fuentes bibliográficas o ya incluidos en la base de datos empleada.

La base de datos empleada para este ACV ha sido una versión educacional de Ecoinvent, un recurso global para datos ambientales. No se trata de una base de datos completa, debido a que es una base simplificada y gratuita para estudiantes proporcionada por la empresa distribuidora del software GaBi Education (Sphera), por lo que la información y los resultados no serán completos, tal y como se ha mencionado anteriormente, pero sí suficientes para la estimación del impacto ambiental de este trabajo. Otras limitaciones y suposiciones que se han tenido que realizar para esta evaluación ambiental son las siguientes:

- El cultivo de algodón se ha situado en Murcia.
- Se ha tenido en cuenta que los fertilizantes son todos del mismo tipo.
- Se ha considerado que el transporte se realiza desde Murcia a Terrassa, en el caso del transporte de la materia prima a la hilatura, y de Terrassa a Castellar del Vallés, en el caso de los acabados y tintura
- Se plantea que los conos de las bobinas de hilo sean de plástico para la tintura de estas bobinas y el reciclaje de dichos conos.
- Se ha tenido en consideración que el agua que se usa en los diferentes procesos provenga de la red pública de suministro de agua.
- No se ha considerado el reciclaje del embalaje de plástico en el sistema, sino como residuo municipal, pero sí el de los pallets, pues pasan de un proceso a otro cargando con el material textil necesario para cada operación.
- También se ha considerado que el país en el que se realizan todas las operaciones del proceso es en España, un país de la Unión Europea, y por ello tiene indicaciones y normativas diferentes que en otros países.
- Se ha supuesto que la energía utilizada en los procesos sea un consumo mixto suministrado por la red eléctrica estatal, por lo que se incluye un porcentaje de energía renovable.
- Se ha considerado el tratamiento del agua contaminada con normativa europea, ya que dependiendo de la zona donde realiza este tratamiento el impacto será uno u otro.

Respecto a las categorías ambientales escogidas, a pesar de que existen diversas para examinar en un ACV se han escogido las siguientes:

- **Climate Change** → se refiere a los Kg de CO_2 equivalente, es decir, el cambio climático que genera la fabricación de uno de los tejidos de este trabajo.
- **Ozone Depletion** → hace referencia a la desintegración de la capa de ozono, es decir, cuanto desintegra la capa de ozono la producción de uno de los tejidos.
- **Eutrophication** → se refiere al exceso de nutrientes inorgánicos que se aportan al agua, con la acción humana.
- **Fossil Depletion** → se refiere al consumo de agua de este proceso.

Estas categorías ambientales se llaman midpoints, o indicadores de punto medio, porque hacen referencia a un impacto concreto. Por ejemplo, en la categoría Climate Change se miden las emisiones de efecto invernadero principalmente. No obstante, estos gases de efecto invernadero tendrán un efecto provocando diversos cambios que afectarán al entorno o la salud humana. Estos cambios mucho más grandes se relacionan con los diferentes midpoints en las áreas de protección o endpoints, que son los siguientes:

- **Damage to human health** → La traducción literal es "Daño a la salud humana".
- **Damage to ecosystems** → La traducción literal es "Daño a los ecosistemas".
- **Damage to resource availability** → La traducción literal es "Daño a la disponibilidad de recursos".

La categoría Climate Change se relaciona con los endpoints "*Damage to ecosystems*" y "*Damage to human health*", ya que el cambio climático daña directamente al ecosistema en el que se encuentra y provoca, además, efectos directamente detectables en la salud humana. Las categorías *Ozone Depletion* y *Eutrophication* se relacionan con el endpoint "*Damage to Human Health*", lo que significa que dañan directamente a la salud de los seres humanos. Finalmente, la categoría *Fossil Depletion* se relaciona con el endpoint "*Damage to resource availability*".

La metodología utilizada para el cálculo de todos los midpoints es la ReCiPe 2016. Se ha elegido esta metodología ya que es una de las más utilizadas en ACV. Además, se ha considerado un artículo para la comparación de resultados, el cual ha publicado los resultados con la misma metodología. En el caso del consumo energético, se ha optado por extraer los resultados con la metodología EF (*Environmental Footprint* en inglés o *Huella Ambiental* en castellano) aconsejada por la EU.

Finalmente, es importante mencionar el público al que va dirigido este análisis. Se trata de un ACV más de carácter interno, en este caso a estudiantes y profesorado, pues este ACV es muy simplificado y además se encuentra limitado por la base de datos y el software. En caso de que se tuviera que escalar se debería hacer un análisis más amplio y los datos deberían de ser extraídos de fuentes primarias en lugar de secundarias. Además, se requerirían muchas más iteraciones, alargando el proceso en el tiempo y siendo a su vez mucho más complejo.

6.2.2 Life Cycle Inventories

La segunda etapa de un ACV consiste en la preparación de los Life Cycle Inventories. Para ello, se busca y se referencia para cada proceso incluido en el flujo de referencia las cantidades asociadas de cada input y output. Es decir, para el flujo de referencia de la figura 19, se ha adaptado cada entrada y salida respecto a la cantidad necesaria para obtener 1m2 del tejido analizado. Como ya se ha mencionado anteriormente, todos los datos provienen en este caso de fuentes de información secundarias, es decir, bibliográficas. Para el cultivo del algodón y el proceso de hilatura se ha utilizado la referencia (*Soren, E. L., John, H., Henrik, K. H., Henrik, W., Fred, L. H., & Frans, M. K., s.f.*); para el proceso de tejeduría, acabados, tintura y transporte se obtuvo también para la información de la referencia (*Volumes and issues, s.f.*).

6.2.3 Evaluación ambiental

Para realizar el cálculo de la evaluación ambiental se ha introducido el modelo en el Software de impacto ambiental GaBi Education. El modelo empleado se muestra a continuación (***Fig. 24***):

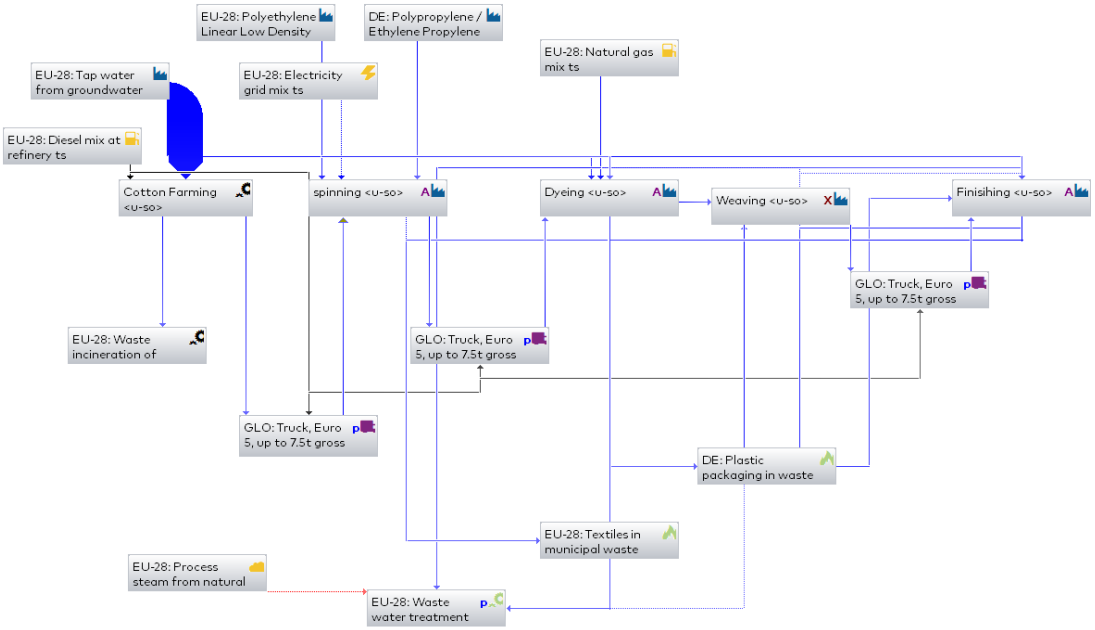


Fig. 23 Modelización del sistema de estudio en el software GaBi Education

Tal y como se observa en la ***Fig. 24***, es un proceso lineal y ordenado jerárquicamente, iniciándose en el cultivo del algodón, seguido de la hilatura, la tintura de los hilos, la tejeduría y las operaciones de acabado. Se considera que el agua residual de los procesos de tintura y acabados es tratada, que el material de embalaje se reciclará en la fracción de plástico del residuo municipal y que los pallets se reciclan entre las diferentes operaciones.

Finalmente, una vez creado el modelo, se realizan los cálculos de forma automática en el software gracias a la base de datos de los LCI introducidos.

6.2.4 Interpretación

La última etapa de un LCA, a pesar de que el proceso es iterativo y puede repetirse varias veces antes de obtener una versión definitiva, es la interpretación de los resultados. Se han recogido los resultados obtenidos en la ***Tabla 15***:

Tabla 15 Resultados del impacto ambiental de la colección de tejidos

CATEGORÍA	RESULTADOS
CLIMATE CHANGE	4,52 kg CO_2 equivalente
OZONE DEPLETION	1,11 kg combustible equivalente
FRESHWATER EUTROPHICATION	$9{,}92 \cdot 10^{-4}$ kg de fosfato equivalente
FOSSIL DEPLETION	1,5 m^3 equivalentes
ENERGY	47,4 MJ

Los resultados del Climate Change son de 4,52 kg de CO_2 equivalente, lo que quiere decir que el impacto de 1 m^2 de un tejido de la colección equivale a dichos kg de CO_2. En este caso, hay que tener en cuenta que se tratan de emisiones atmosféricas consideradas gases de efecto invernadero como lo es el metano (CH_4) o el vapor de agua, además del

dióxido de carbono. No obstante, no todas estas emisiones tienen el mismo impacto, pues en el caso de este trabajo, la operación que más influye es la incineración de residuos (2,66 kg de CO_2 equivalente), seguidamente de la electricidad consumida (1,29 kg de equivalente).

En la categoría Ozone Depletion, que hace referencia a la emisión de substancias capaces de generar un efecto negativo sobre la capa de Ozono, el elemento que mayor impacto ha generado es el diésel, con 0,246 kg de combustible equivalente y que está relacionado con las etapas de transporte y otros procesos que requieren diésel, y con la electricidad, con 0,159 kg de combustible equivalente, puesto que los procedimientos de hilatura y tejeduría necesitan una gran cantidad de energía para llevarse a cabo.

En la categoría Freshwater Eutrophication se analiza la calidad del agua y la cantidad de exceso anormal de nutrientes inorgánicos (nitrógeno y fósforo, principalmente) (*Impacto de la eutrofización en el uso y calidad de las aguas, s.f.*). Las operaciones que más generan este impacto son la tintura de los hilos y los acabados de los tejidos, puesto que el agua contaminada tiene un gran impacto y son procedimientos que utilizan en grandes cantidades este recurso. Probablemente, si se considerase el agua de regadío y su tratamiento, este impacto se vería incrementado debido al uso de fertilizantes.

Nuevamente, en la categoría Fossil Depletion, el elemento que mayor impacto genera es el agua, es decir, los procesos que utilizan agua. Tanto el consumo de agua como el tratamiento de aguas residuales provocan un impacto ambiental notable cuando se trata de procesos de tintura y acabados, ya que se basan básicamente en tratamientos de agua con otros productos químicos. Esto genera una contaminación del agua usada, por lo que se requiere de una gran cantidad de agua y se genera también una gran cantidad de agua contaminada que se debe tratar.

Con tal de poder analizar en mayor profundidad los resultados obtenidos, se han comparado estos resultados (***Tabla 16***) con otros resultados obtenidos de un artículo que se basa en prendas de algodón 100%. Este artículo trata del ACV de unos pantalones para mujer del modelo 501 de la marca Levis (*Levistrauss, 2015*). No obstante, en este LCA la unidad funcional es de una unidad de pantalón y no de una unidad de metro de tejido como en este proyecto. Por ello, se han adaptado los cálculos, en cuanto a medidas y peso, eliminando información innecesaria que no se ha considerado en este trabajo y se ha seleccionado la que se puede comparar con los resultados obtenidos. Los pantalones analizados en el ACV de Levis tienen un peso de 0,34 kg y se ha estimado que para hacer el pantalón se necesita aproximadamente 1,5 metros de ancho del tejido y 1,4 metros de largo, resultando en 2,1m^2. Es por ello que los resultados quedan de la siguiente manera (***Tabla 16):***

Tabla 16 Resultados del impacto en 4 diferentes categorías de unos jeans Levis (*Technical University of Liberec, 2017*)

CATEGORÍA	RESULTADOS DE ESTE PROYECTO PARA UN PANTALÓN DE 2,1 m^2 DE TEJIDO	RESULTADOS ARTÍCULO LEVIS
CLIMATE CHANGE	9,50 kg CO_2 equivalente	17,4 kg CO_2 equivalente
OZONE DEPLETION	2,33 kg combustible equivalente	NO DATA
FRESHWATER EUTROPHICATION	$20{,}83 \cdot 10^{-4}$ kg de fosfato equivalente	$345 \cdot 10^{-4}$ kg de fosfato equivalente
FOSSIL DEPLETION	3,15 m^3 equivalentes	2,87 m^3 equivalentes

Respecto la ***Tabla 16*** se puede decir que, en general, los valores de los vaqueros Levis son más elevados que los del estudio de esta colección. Si se analizan por separado, los valores obtenidos de la categoría Climate Change son más altos en los Levis, lo que indica un mayor impacto ambiental de estos. En el caso de la destrucción de la capa de ozono, la categoría Ozone Depletion, no se dispone de datos. Los resultados de la categoría Freshwater Eutrophication demuestran que también es mayor el impacto en este sentido que el de la colección de tejidos, y puede ser debido a que el tratamiento de aguas residuales (que es el proceso que más impacto genera en este apartado del trabajo) no sea el mejor o, nuevamente, afecte la zona en la que se realiza. También pueden afectar los productos usados en las tinturas y acabados de ambos análisis y el impacto que estos generan dependiendo de las cantidades y la zona. Finalmente, la categoría Fossil Depletion muestra unos resultados, que en el caso de los pantalones Levis se observa un menor impacto que en el caso de este trabajo.

De manera general, los pantalones Levis generan un mayor impacto ambiental que el que generaría uno a partir de un tejido de la colección. No obstante, hay que tener en cuenta varias cosas en esta comparación. Para empezar, hay que tener en cuenta las limitaciones del estudio realizado para los tejidos de esta colección y los datos empleados. Se han utilizado solamente datos y la base de datos es limitada, lo que podría llevar a algunos errores. Otro ejemplo, el lugar en el que se ha realizado la producción de los tejanos, pues dependiendo de la zona existen unas normativas diferentes a las de los otros lugares del mundo haciendo que el impacto incremente o disminuya debido a las regulaciones estatales en términos de energía y/o agua. Otro motivo podría ser que este estudio se hizo hace unos años, y con el paso del tiempo han ido creando sistemas de tintura y acabados que reducen en gran cantidad el impacto que pueda generar el agua de estas etapas, por ello, se están comparando datos de diferentes épocas, si la compañía Levis hiciera un ACV actual podría ser que el impacto fuera mayor en el caso de esta colección. El hecho de que, en el caso del Fossil Depletion, los tejidos de este trabajo tengan un impacto más elevado que en los vaqueros podría deberse a la incineración de los residuos, pues es un proceso que contamina mucho. También podría ser debido a que, si el algodón cultivado por Levis ha crecido en una zona húmeda, este pueda necesitar menos agua para su cosecha, lo que incrementa el impacto o el consumo de agua para los tejidos de este trabajo. Un elemento que también podría afectar a los resultados es el hecho de utilizar algodón convencional, algodón orgánico o algodón reciclado. A pesar de que el impacto de esta colección, en general, es menor, siempre hay una posible mejora en los procedimientos, como en el caso de la incineración de residuos, que se podrían reciclar. También se podrían estudiar maneras de teñir los hilos y acabar los tejidos de alguna manera que no fuera tan perjudicial para el medio ambiente y se redujera el consumo de agua. En las etapas de hilatura y tejeduría se debería tener en consideración el consumo de energía e intentar disminuirlo u optimizar el proceso.

6.2.5 Conclusiones

Tras la realización de este ACV se pueden concluir diversas cosas. Por un lado, el impacto ligado a muchos de los factores y elementos que influyen en un análisis del estilo, que pueden llevar a valores resultantes muy diferentes entre sí para un mismo proceso si se tienen en cuenta, por ejemplo, diferentes regiones debido a las distintas normativas, o si los mismos elementos se tratan de distintas maneras. Otro factor a tener en cuenta es la calidad de los datos y la información disponible. En este caso, esta era escasa y la base de datos limitada, por lo que los resultados obtenidos tienen un error asociado. A pesar de ello, se puede obtener una estimación del impacto ambiental de un tejido de la colección.

Por otro lado, cuando estos resultados se comparan con el estudio realizado por Levis, el impacto de esta colección ha resultado menor a la vez que mejorable, pues se ha podido observar que muchos de los elementos y procedimientos pueden generar un menor impacto si se tratasen de otro modo. El impacto también puede depender de los procedimientos y operaciones que se implementan en cada ACV, por lo que no siempre son datos de un proceso completo, sinó de una parte de él.

7 Conclusiones

En este trabajo se ha cumplido con el objetivo principal del proyecto, es decir, se ha desarrollado una colección de tejidos de calada para moda, definida bajo criterios de sostenibilidad, empleando el concepto de "culturas del mundo" como inspiración, donde se ha buscado la fusión de técnicas ancestrales y artesanales con las técnicas modernas y actuales.

Como conclusión general, se puede decir que se ha cumplido con el objetivo principal de este trabajo: diseñar una colección de tejidos de calada para moda con inspiraciones africanas e indias teniendo en cuenta criterios de sostenibilidad.

Para lograr este objetivo principal, se ha realizado una investigación sobre los tejidos tradicionales del mundo, enfatizando en las zonas de África e India, extrayendo información sobre las culturas antiguas y sus técnicas a fin de buscar inspiración para la colección. También se han analizado algunos tejidos de archivo con el objetivo de extraer datos técnicos y estéticos para, posteriormente, poderlos aplicar en esta colección.

Tras esta investigación, que ha sido un pilar fundamental se ha desarrollado un apartado de inspiración, en el que se ha incluido un moodboard (en el que se han plasmado algunas ideas e inspiraciones por tal de conceptualizar y visualizar la estética de lo tejidos) y una carta de colores (incluyendo los colores disponibles en los tejidos diseñados, con imágenes y explicaciones de la influencia de cada color).

También se ha llevado a cabo un apartado de diseño, en el que se ha seleccionado la materia de los tejidos (consiste en la selección de la materia prima textil y en una explicación del motivo de esta selección), el diseño de los hilos (se han definido las características principales pero no se ha definido el proceso de producción de un hilo), la elaboración de una carta de hilos (elemento en el que se recogen los hilos utilizados en los diseños), las características de los tejidos (agrupándolas en unas fichas técnicas), una carta de tejidos (en la que incluye la información principal de cada artículo y algunas de las posibles combinaciones de colores) y, finalmente, una selección de las operaciones de acabados y/o aprestos (en la que se explica qué operaciones se recomienda realizar y algunas características de cada proceso).

A continuación, se a elaborado un apartado sobre el desarrollo técnico de la colección, explicando el proceso de transformación de los tejidos tradicionales a las técnicas y metodologías actuales, para llevar a cabo los diseños de este trabajo. También se realizan unos cálculos de producción con el fin de saber algunos datos de dicho proceso y estimar el tiempo de entrega de los tejidos.

Además se lleva a cabo un estudio de viabilidad económica, en el que se evalúa el impacto económico de la realización del proyecto y de la ejecución de este mismo (en un posible caso de producción).

Finalmente, se ha realizado un análisis y valoración ambiental y social del proyecto y la ejecución de este. A partir de la matriz de sostenibilidad y un Análisis de ciclo de vida, se han podido extraer los datos necesarios para conocer dichos impactos y poderlos evaluar cualitativa y cuantitativamente.

En el trabajo, también se han cumplido exitosamente otros objetivos secundarios planteados en un inicio, ya que:

- Se ha realizado una investigación específica sobre los tejidos tradicionales del mundo y sus técnicas.
- Se ha evaluado el potencial de industrialización de dichas técnicas, aplicándolas y adaptándolas a la industria textil actual de Europa occidental, teniendo en cuenta los procesos, la sostenibilidad y la maquinaria textil.
- Se ha definido la estética de los tejidos de calada, teniendo en cuenta los colores, los hilos, los ligamentos, y otros aspectos que componen un tejido.
- Se ha desarrollado la parte técnica de la colección de tejidos, teniendo en cuenta aspectos productivos y de sostenibilidad y realizando los cálculos necesarios para estimar el tiempo de entrega de los tejidos y materias primas necesarias para dicha producción.
- Se han aplicado estrategias de ecodiseño a los tejidos: se han creado artículos de una sola materia para mejorar su posible reciclaje cuando su vida útil finalice, se han evitado operaciones y procesos que impliquen un impacto negativo en la sostenibilidad de los productos y, finalmente, se ha optado por una alta calidad de los artículos para prolongar la vida útil de los tejidos y reducir la cantidad de residuos textiles.
- Se ha evaluado la sostenibilidad del proyecto desde el punto de vista económico (calculando el impacto económico del proyecto y de la ejecución de una posible producción), ambiental (evaluando el impacto de manera cualitativa y cuantitativa).

Se puede concluir, pues, que el proyecto se ha realizado exitosamente, ya que se han cumplido con las metas iniciales y se ha conseguido todo aquello que se quería llevar a cabo en este trabajo.

Finalmente, se considera que la colección de tejidos desarrollada en este trabajo podría tener continuidad.

Estas son algunas de las propuestas para estudios futuros que surgen de este trabajo:

- El diseño de los tejidos con otra materia prima textil, de materias recicladas o de algodón orgánico para comparar las diferencias ambientales y económicas entre ambos, si es que existen.
- El desarrollo de una producción de prendas a partir de estos tejidos, evaluando así un sistema más grande y complejo, llegando hasta los impactos de la vida útil del tejido hasta su fin.
- El reciclaje de los tejidos desarrollados para posteriores usos (textiles u otros).

8 Agradecimientos

Especial agradecimiento a la directora de este trabajo, Heura Ventura, que lo ha dado todo y más por este proyecto, ha confiado en mí desde el primer momento y ha apostado por sacar adelante esta colección de tejidos. Ha dedicado todo su tiempo en este proyecto y en ayudarme en todo lo que le he pedido, me ha animado a seguir con todo y siempre ha estado cuando le he necesitado, gracias por la infinita paciencia.

Agradecida también a todos los profesores que han aportado su asesoramiento en algún punto de este trabajo, que me han ayudado en todo lo que les he pedido y me han dedicado su tiempo a escucharme y darme consejos.

Agradecer a mi tutora de prácticas, Judith, y mis compañeros y compañeras de trabajo que han vivido todo el proceso conmigo y han estado siempre para apoyarme y ayudarme en todo lo que he necesitado, proporcionándome toda la información necesaria que han podido.

Gracias a mi familia, Papa, Mama, Tata, Bibi, que me han apoyado durante todo el proceso y me han impulsado incluso cuando pensaba que ya no podía más, no solo en este trabajo sinó durante todo el grado. ¡¡Os quiero!!

Finalmente, gracias a mí misma por no rendirme y por confiar en el trabajo que he estado realizando, en el que he puesto todo mi ser y mi conocimiento.

9 Referencias

Addtex Learning. (s.f.). *Green transition for engineers and professionals*. Addtex. Eu. https://www.addtex.eu/courses/green-transition-for-engineers-and-professionals/

Apple. (s. f.). *Medio ambiente. Apple (América Latina).* https://www.apple.com/la/environment/

Camus, A. (2023, mayo 17). *Impacto del internet en los hábitos de compra.* Fairplay. https://getfairplay.com/blog/impacto-del-internet-en-los-habitos-de-compra/

Colaboradores de Wikipedia. (2023, 3 julio). *Sari*. Wikipedia, la Enciclopedia Libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Sari

Degreen. (2019, abril 2). *Degren.eu.* http://www.degren.eu/wp-content/uploads/2019/04/Analisis_de_Ciclo_de_Vida.pdf

Easy all in one washing, softening and finishing of fabrics | Biancalani. (2023, mayo 18). *Biancalani*. https://www.biancalani.com/textile-finishing-machinery/airo

Ecodiseño - diseño ecológico. (s.f.). *Ecolaningenieria.com*. https://www.ecolaningenieria.com/es/ingenieria-ambiental/ecodiseno

Gillow, J. (2003). African Textiles (1.ª ed., p. 240). London, United Kingdom: Thames & Hudson Lsd. London, United Kingdom: Thames & Hudson Lsd.

Gillow, J., & Sentance, B. (2000). Tejidos del mundo (1.ª ed., p. 240). Hondarribia, Guipúzcoa: Editorial Nerea, S.A. Hondarribia, Guipúzcoa: Editorial Nerea, S.A.

Gillow, J., & Barnard, N. (1991). INDIAN TEXTILES (2.ª ed., p. 224). London, United Kingdom: Thames & Hudson Ltd. London, United Kingdom: Thames & Hudson Ltd.

H. Ventura & M. Ardanuy, (2023). *Uniwa.gr.* https://moodle.uniwa.gr/pluginfile.php/480569/mod_resource/content/1/Reading%20for%205.3%20Eco-design%20of%20smart%20textiles.pdfÇ

Historia de los tejidos africanos I: el tejido kente. (2021, junio 28). *Muysca*. https://tallercreativomuysca.com/historia-de-la-indumentaria/historia-de-los-tejidos-africanos-i-el-tejido-kente/

Impacto de la eutrofización en el uso y calidad de las aguas. (s. f.). *Ministerio Para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.* https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/proteccion-eutrofizacion/impacto.html

Levistrauss. (2015). *Levistrauss.com.* https://www.levistrauss.com/wp-content/uploads/2015/03/Full-LCA-Results-Deck-FINAL.pdf

Marina Textil, S.L. (2023, 26 julio). *Tejido de calada ignífugo para Equipos de Protección Individual*. *Marina Textil.* https://marinatextil.com/es/tejidos-tecnicos/tejido-de-calada

Mark, J. J. (2018). *La Ruta de la Seda*. *Enciclopedia de la Historia del Mundo*. https://www.worldhistory.org/trans/es/1-466/la-ruta-de-la-seda/

Mejor paleta de colores generadores — códigos de colores HTML. (s. f.). *HTML Color Codes*. https://htmlcolorcodes.com/es/recursos/mejor-paleta-de-colores-generadores/

Moda sostenible: vístete despacio que el planeta tiene prisa. (2023, enero 23). *Pacto Mundial*. https://www.pactomundial.org/noticia/moda-sostenible/

Nast, C. (2024, febrero 14). Thom Browne. Vogue. https://www.vogue.com/fashion-shows/fall-2024-ready-to-wear/thom-browne

Pantone Connect. (s. f.). *Pantone Connect*. https://connect.pantone.com/#/picker/update/ae4654ee-2537-4cad-bd36-add65e3e4a1f

Perinelli, C. (2020, octubre 28). *Estadísticas de moda sostenible: números y encuestas*. Vesti la natura. https://www.vestilanatura.it/es/estad%C3%ADsticas-de-moda-sostenible/

Pinterest. (s. f.). *Pinterest*. https://www.pinterest.es/

Prisma. (2024, marzo 22). *Análisis de Ciclo de Vida (ACV): qué es y para qué sirve. Eurofins Environment Testing Spain*. https://www.eurofins-environment.es/es/analisis-de-ciclo-de-vida-que-es/

Retema.es. (2023, mayo 17) https://www.retema.es/actualidad/sabemos-cuanta-ropa-se-recicla-y-como-contamina

Roy, A. (2020). *Laneria* (1.ª ed., p. 67). Biella, Italy: Società italiana novità tessili Alberto & Roy s.r.l. Biella, Italy: Società italiana novità tessili Alberto & Roy s.r.l.

Sanchis, C. (2023, septiembre 20). *La moda se resiste a adelgazar: el consumo de kilos per cápita seguirá creciendo hasta 2030*. Modaes. https://www.modaes.com/back-stage/la-

moda-se-resiste-a-decrecer-el-consumo-de-kilos-per-capita-seguira-creciendo-hasta-2030

Sphera Editorial Team. (2024, 3 junio). *What is Life Cycle Assessment (LCA)? Sphera*. https://sphera.com/glossary/what-is-a-life-cycle-assessment-lca/

Technical University of Liberec. (2017). Life-cycle assessment of denim. En *Sustainability in Denim* (1.a ed., pp. 83-110).

Uster Statistics - benchmarks from fiber to yarn - Uster Technologies AG. (2023). *Uster.com*. https://www.uster.com/value-added-services/uster-statistics/

Ventas de ropa sostenible a nivel mundial 2013-2026 | Statista. (2024, 12 abril). *Statista*. https://es.statista.com/estadisticas/1349739/ventas-de-ropa-sostenible-a-nivel-mundial/

Cabe destacar que algunas de las referencias no se hallan en este documento porque se han incluido en los anexos o documentos correspondientes.