

# [211017] Metodología para la transición de un proceso de confección de prendas de vestir tradicional a uno sostenible, mediante la adopción de textiles de fibras supra-recicladas. Caso: Empresa de Confección de Jeans, Bogotá.

Claudia Milena Gómez Quijano <sup>a,c</sup> , Adrián Invernón Rodríguez <sup>a,c</sup> , Santiago Martínez Colmenares <sup>a,c</sup> , Krisztina Alejandra Moreno Pádár <sup>a,c</sup>  
Clara Mabel Solano Vanegas <sup>b,c</sup>

<sup>a</sup>Estudiante de Ingeniería Industrial

<sup>b</sup>Profesor, Director del Proyecto de Grado, Departamento de Ingeniería Industrial

<sup>c</sup>Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

---

Nowadays, pollution, contamination and climate change are the most relevant issues societies are facing, and the textile industry, by being the second most contaminating industry due to the excessive use of resources, is one of the greatest contributor to this problem. One of the solutions could be to change the behavior of companies and consumers in the fashion industry. For this reason, implementing methodologies to help companies do better at their production and supply chain decisions will help to reduce the environmental negative impact. As part of the materialization of this investigation, a methodology to obtain environmental certifications in Colombia has been developed. This investigation takes as reference a Colombian textile company, whose main product are Jeans made for women.

This methodology involves the evaluation of different processes in textile companies, developing standard information gathering techniques, tools to register consumption of resources, machine behavior and maintenance traceability, action plans and the economic considerations of implementation. The methodology proposes a series of documents that will allow companies that implemented them to gather and organize the must-have information to request the environmental certification. These documents are aligned with the seven big steps the methodology proposes. The steps are: (1) Requirement's Identification, (2) Analysis of the Current Operation Process, (3) Characterization according to the Environmental Certification, (4) Compliance with Requirements, (5) Planning Actions and Implementation, (6) Procedure Formalization and (7) Outcomes Measurement. The limitations of a project like this involves the difficulties to gather the information needed, because it was not easy to convey with the companies the way to gather the data. Additionally, because of the nature of this design and its results, the duration or implementation time may vary. So, the whole methodology was not implemented in the study case company thoroughly.

After analyzing the production process of the case study company and by filling out the different process diagrams and the supply chain diagram, it was determined that the supply of the fabric is the factor that has a greater environmental negative impact. So, as part of the methodology, the change in the fabric used for the jeans was proposed. Instead of using a fabric made up of 98% cotton and 2% spandex, a fabric with 50% plastic bottles and 50% recovered cotton would reduce dramatically the adverse impact on the environment generated by the production of these type of fabrics.

Around the fact that the material the jeans are made of may change, it was decisive to analyze the response of costumers in terms of this modification. Some of the results of statistical analysis was that 36% of the consumers that took the survey have no knowledge of which brands produce jeans made by recycled materials. Also, price (23%) and variety (11%) are some of the most common misconceptions consumer have about eco-friendly products. Consumers usually think that products made by eco-friendly materials are more expensive, and that will not be as varied in terms of design than products made with traditional materials. These results will help plan and design strategies that will generate call-to-action activities for companies, so consumers become more aware of jeans made by eco-friendly materials. Furthermore, companies that adopt more sustainable processes and materials would, eventually, change the way the industry and the consumers behave, turning this society into a more sustainable one.

*Key Words: Methodology, Textile Companies, Jean, Environmental Certifications, Eco-friendly Materials, Productive Processes, Supply Chain, Consumers.*

---

## 1. Justificación y planteamiento del problema

A través de los años se ha evidenciado un constante aumento de la contaminación a causa del impacto que tienen ciertos sectores de la economía en el calentamiento global, el cambio climático y el uso desmedido de recursos. Todo ello debido a la transformación de materia prima, pasando por cada uno de los procesos que esto implica, desde su obtención, transporte a fábricas y procesos logísticos que van desde centros de distribución hasta el consumidor.

Uno de los materiales más utilizados es el plástico, el cual cuenta con una inversión empresarial de casi USD\$180 mil millones en su producción. En Colombia, el 74% de los envases terminan en rellenos sanitarios, se desechan 24 kilos de plástico por persona al año y el 56% de plásticos son de un solo uso (Green Peace; Universidad de los Andes, 2019). Adicionalmente, el plástico tarda más de 150 años en degradarse y mientras esto ocurre contamina afectando el clima, ecosistemas, animales y el entorno en el que vivimos. Además, es un producto cuya incineración llega a emitir 850 millones de toneladas métricas de gases de efecto invernadero (Green Peace; Universidad de los Andes, 2019).

Seguido del sector petrolero, la industria que genera mayor contaminación es la textil utilizando cada año 93.000 millones de metros cúbicos de agua, produciendo más emisiones de carbono que todos los vuelos y envíos marítimos internacionales (Naciones Unidas, 2019). Esta industria genera altos consumos de agua, energía y reactivos químicos, y presenta un consumo de 54 millones de toneladas de fibras naturales, un millón de toneladas de colorantes y siete millones de toneladas al año para la elaboración de producto textil. Además, al finalizar el proceso productivo se emiten 3.6 kg de  $CO_2$  por cada kilogramo de producto terminado (Brañez Sanchez, Gutiérrez, Pérez, & Valle, 2018).

En términos económicos, la industria textil en Colombia genera importantes cifras en cuanto a producción y exportación. Específicamente, los jeans colombianos cuentan con reconocimiento internacional por sus características diferenciadoras como calidad, variedad en diseños, telas cómodas y horma. Durante el periodo comprendido entre enero y noviembre del año 2019, se generaron USD\$837,4 millones correspondientes a exportaciones de la industria textil (Procolombia, 2020), siendo Estados Unidos el mayor importador de jeans provenientes de Colombia (SICEX Promoting Global Trade, 2019).

En sectores relacionados al textil, como el del calzado deportivo, se evidencian casos de empresas que ante la realidad de riesgo ambiental al que se enfrenta el planeta, han tomado decisiones organizacionales dirigidas a la disminución de residuos, mediante la implementación de estrategias de economía circular. Adidas en conjunto con la organización ambiental *Parley for the oceans*, crearon una línea de productos elaborados a partir de fibras recicladas, en donde el insumo plástico utilizado para la producción es recolectado de zonas costeras, reutilizándolo antes de que llegue al mar, convirtiéndolo en ropa deportiva de alto rendimiento, estableciendo como meta para el 2024, utilizar únicamente poliéster 100% reciclado (Adidas, 2020).

De esta forma se evidencia que los consumidores actualmente están interesados en la realización de compras inteligentes, disminuyendo el número de compras por impulso, aumentando el número de compras racionales, donde se da prioridad al consumo de artículos que reduzcan la contaminación ambiental; esta tendencia se conoce como *slow fashion*, la cual busca la sostenibilidad dentro de la industria de la moda y el diseño, incorporando el uso de fibras ecológicas así como el uso de tecnologías para reducir los desechos y la contaminación (Pookulangara & Shephard, 2013). Siguiendo esta tendencia, empresas como Fashion Touch Martínez Hernández S.A.S. (FTMH), reconociendo la importancia de encaminar su empresa tradicional orientada a la producción, a una orientada al marketing social y ambientalmente responsable, está interesada en modificar aspectos en la línea de producción de su producto principal (jean), para obtener el Sello Ambiental Colombiano (SAC), que le permita comunicar a sus consumidores su enfoque ambiental y de esta forma impactar positivamente en su intención de compra.

Por lo anterior, se requiere establecer la metodología para que esta empresa de confección tradicional cambie su enfoque a uno sostenible y amigable con el entorno. Esto implica para FTMH, la adopción y utilización del SAC, como un mecanismo que impacte en la intención de compra del consumidor.

De la revisión de tendencias por parte de la industria textil, se evidencia el uso de fibras recicladas en la fabricación de productos debido a la reducción que esto genera en el impacto ambiental del sector y a la acogida

por parte de los consumidores. Se encuentran empresas como Arturo Calle, Tutto, Punto Blanco, H&M, entre otras, que han optado por incluir en su catálogo una línea sostenible y al igual que Adidas, planean transformar su producción y así contribuir de manera responsable a la reducción del deterioro ambiental. Por eso la reutilización y posterior transformación de plásticos PET y algodón recuperado a fibras supra-recicladas para su empleabilidad en el sector textil, es un medio con el cual una empresa como FTMH puede agregar una línea de prendas de vestir elaborada de manera sostenible a su catálogo, para así generar un impacto positivo en el medio ambiente que se genera al implementar prácticas de economía circular. Este proyecto pretende responder por lo tanto a las siguientes preguntas:

- a) ¿Cuáles son los pasos que una empresa de confecciones como FTMH debe realizar para obtener el SAC?
- b) ¿La percepción de los consumidores del impacto ambiental amigable de FTMH reflejado en el sello verde, influyen en su intención de compra?

## 2. Antecedentes

La recolección y posterior reutilización o reciclaje de polímeros es un tema que ha incentivado diferentes estudios, no solo porque se generan aproximadamente 360 millones de toneladas métricas a nivel mundial (Diaz, 2020), sino porque solo el 10% de estos es reciclado (Valerio, Muthuraj, & Codou, 2020). Para el caso de América del Sur, se estima que menos del 20% de los plásticos utilizados son reciclados (Valerio, Muthuraj, & Codou, 2020). Debido a las toneladas de desechos plásticos que se generan anualmente, diferentes autores han propuesto estrategias para el reciclaje de estos desechos y de esta manera impulsar la economía circular para polímeros en el continente. Por esto se proponen diferentes procesos para reciclar polímeros desechados, desde el reciclaje mecánico hasta el químico (Valerio, Muthuraj, & Codou, 2020).

Igualmente, se ha evidenciado un aumento en la preocupación en la industria textil por la gran cantidad de desperdicio de insumos que son cada vez más escasos como el agua. El rubro del vestido utiliza cada año 93.000 millones de metros cúbicos de agua, un volumen suficiente para satisfacer las necesidades de cinco millones de personas (Naciones Unidas, 2019), razón por la cual es indispensable buscar nuevas e innovadoras maneras de producir prendas textiles a base de elementos reciclados o reutilizados, buscando reducir el impacto ambiental generado por los sistemas de producción tradicional.

A partir del aumento de conciencia frente a la industria textil, específicamente en el uso de materias primas recicladas para la producción de prendas de vestir, se han realizado estudios en donde se evalúa la disposición de los consumidores a pagar por textiles a base de residuos biológicos. (Notaro & Paletto, 2020) estudiaron productos elaborados a partir de fibras de madera, donde observaron que la intención de compra de los consumidores hacia artículos respetuosos con el medio ambiente se ve influenciada principalmente por el posible impacto negativo en la salud de los consumidores, seguido del impacto de los residuos generados durante la producción en la calidad del agua y del aire y, por último, el impacto en animales y bosques (Notaro & Paletto, 2020).

El estudio de la intención de compra del consumidor es fundamental, ya que permite medir la aceptación del producto y su posible compra por parte del consumidor. De hecho (Baker & Luu, 2021), en un estudio realizado en Vietnam buscaron identificar aquellos factores que influyen en la intención de compra de productos elaborados a partir de botellas plásticas recicladas (rPET). A partir del análisis se estableció que la calidad, la sostenibilidad y la seguridad frente al uso del producto son los factores que respaldan la intención de compra de productos hechos a partir de materiales reciclados por parte de estos consumidores. En el caso de la intención de compra de productos textiles a base de fibras recicladas, el proceso de compra por parte de los consumidores está asociado a una toma de decisiones extensa, ya que ellos se enfrentan a la decisión de compra de un producto de alto costo, o no muy conocido, ante el cual realizan un proceso de jerarquización y evaluación considerando varios factores (Lamb, Hair, & McDaniel, 2011), incluyendo aspectos relacionados con sus valores sostenibles.

En estudios realizados en Estados Unidos, Reino Unido y Alemania, sobre la percepción ecológica e intención de compra por parte de los consumidores, se observó que la gran mayoría de los que se categorizan como compradores ecológicos no toman su decisión considerando el origen de los materiales de sus prendas de vestir. De esta forma se evidenció la no causalidad entre el origen del material y la decisión de compra (Didi, Yan, Bloodhart, Bajtelsmit, & McShane, 2019). Este mismo estudio, sobre la decisión de compra de los materiales reciclados, se realizó en Japón, en donde se encontró que ésta dependía en su mayoría de cómo el consumidor

percibía los materiales reciclados, dado que, si su opinión era negativa no presentaba disposición para realizar la compra de estos productos (Rausch & Koppling, 2020). Aunque también se midió la confianza ecológica, la preocupación por el medio ambiente y la actitud medioambiental, estos demostraron no ser un factor influenciador a la hora de toma de decisiones de compra, siendo el factor decisivo un estilo de vida saludable y a la vez moderno (Dhir, Sadiq, Talwar, Sakashita, & Kaur, 2020).

Adicionalmente, para casos de marcas de alto nivel se considera que no van de la mano con políticas de producción ambientalmente amigables; (De Angelis, Adiguzel, & Amatulli, 2016) encontraron que los clientes están más preocupados por la estética y diseño de las prendas que representan a la marca que por el material, sea reciclado o no, siempre que se mantenga su calidad, estética y diseño. Se observa entonces, que es importante que el cliente conozca y comparta el interés por lo ambiental manifestado por las empresas productoras. Esto se observa en la existencia de sellos ambientales que permiten a los consumidores diferenciar los productos y empresas que han incorporado procesos o materiales amigables con el medio ambiente.

Las certificaciones ambientales se entienden como las acreditaciones obtenidas por empresas que garantiza que todos o determinados procesos se han llevado a cabo de un modo respetuoso con el medio ambiente y conforme a la normativa ambiental (Espejo, 2014). Por otro lado, las etiquetas ambientales corresponden a una indicación o distintivo que tiene por finalidad promover la oferta y demanda de productos que causen un menor impacto ambiental negativo a lo largo del ciclo de vida del producto (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2017).

En Colombia, con el propósito de fortalecer la producción de bienes ambientalmente sostenibles e incrementar la oferta de servicios ecológicos competitivos en los mercados nacionales e internacionales, se creó el SAC, este se otorga por categorías o por sectores industriales (Ministerio de Ambiente, 2021). Para el caso del sector textil, las empresas elegibles a obtener el SAC son aquellas que cumplan con los requerimientos de la Norma Técnica Colombiana 6238:2017: (NTC 6238:2017) "Etiquetas Ambientales Tipo I. Sello Ambiental Colombiano (SAC). Criterios Ambientales para Materiales Textiles, Insumos para la Confección y Producto Terminado". Actualmente, empresas como Carvajal Pulpa y Papel (PROPAL) con su campaña *en Pro del Planeta* (Carvajal, s.f) y Smurfit Kappa (Fundación Smurfit Kappa Colombia, 2018) cuentan con el SAC por su compromiso con la sostenibilidad en sus procesos. De igual manera, Industrias Patojito fue la primera empresa en el sector del aseo para el hogar en obtener este sello ambiental (Serrano, 2020). Finalmente se encuentra el caso de Siemens, Colombia que obtuvo el SAC para su fábrica de tableros y celdas de media y baja tensión (Portafolio, 2015). De esta manera, se demuestra la importancia de que las empresas se enfoquen en el cumplimiento de requerimientos ambientales y que los consumidores conozcan de estos esfuerzos, para así, lograr un consumo inteligente y sostenible que disminuya cada vez más el impacto negativo ambiental que actualmente las empresas de confecciones están generando.

Con el propósito de que las empresas de confección se orienten a reducir su impacto adverso al medio ambiente es indispensable que cuenten con una guía que indique el cómo hacer una transición a un modelo que cumpla con requerimientos ambientales y que a su vez garantice un consumo más responsable. Alrededor de los sellos ambientales se han realizado diferentes investigaciones en donde se resaltan aspectos como el paso a paso para tramitar el SAC o el impacto de los sellos ambientales en el posicionamiento de marca. (Franco & Vargas, 2020) en su estudio hacen un recorrido por la historia del SAC y sus diferentes categorías, pero finalmente se centran en cómo una etiqueta ambiental puede influir en el posicionamiento de marca tanto de productos como de servicios. Si bien en su estudio mencionan que para lograr un posicionamiento ambiental de una marca hay que contar con un plan estratégico, las autoras solo mencionan que se debe realizar un estudio de mercado, en donde se segmente y se analice el comportamiento de los consumidores. Finalmente se concluye que el marketing verde y el utilizar una eco-etiqueta ayuda al reconocimiento del producto, y que por ende se ve afectado positivamente el posicionamiento de marca. La investigación realizada por (Franco & Vargas, 2020) se centra en una revisión de cómo los sellos ambientales pueden llegar a impactar el posicionamiento de empresas de cualquier sector productivo, pero más que enunciar qué se debería hacer para implementar un plan estratégico, no plantea ningún plan de acción o metodología para desarrollar. Al igual que con (Franco & Vargas, 2020), se encuentran otras investigaciones en donde se realiza una revisión de fuentes en donde se plantea un modelo para desarrollar estrategias y transformar la cadena de suministro en una cadena verde o sostenible. (Mutingi, 2013) enuncia en su investigación los factores a tener en cuenta para desarrollar estrategias que permitan hacer la transición a una cadena verde. Sin embargo, no se propone un paso a paso de cómo aplicar esas estrategias o medir sus resultados.

Por otro lado, (Rueda, Ubaque & Quijano, 2014) diseñaron una cartilla en donde se presentan los diferentes sellos ambientales, sus características, beneficios y requisitos para tramitarlos frente al ente u organización encargada. Uno de los sellos ambientales que se trabajan en este estudio es el SAC, para este se enuncian los pasos para obtener la certificación, pero no se profundiza en el cómo o en el qué hay que hacer en cada uno de los pasos. Como primer punto de este paso a paso, los autores proponen que hay que “Definir la política medioambiental de la organización” y como puntos 6 y 11 “ Implementar y mantener procedimientos documentados que abarquen situaciones contingentes que puedan llegar a conducir a una falla en el cumplimiento de la norma, y estableciendo criterios de operación en los procedimientos” y “ Establecer y mantener los registros que permitan demostrar ante la autoridad, la conformidad con la norma técnica.”, pero en ningún momento se establece qué se debería encontrar en esa política medioambiental, o cómo ésta debería estar alineada con la serie de requisitos que exige el SAC para su obtención. Por ejemplo, respecto del punto 11, no es claro el mecanismo que se debe llevar a cabo para el registro de la información y su posterior trazabilidad, no se propone ningún tipo de plantilla o método para el registro de datos. Sin embargo, la cartilla que se propone si es clara en el paso a paso o en el proceso al momento de tramitar o radicar la documentación frente al ente encargado de otorgar el SAC.

Conforme a lo evidenciado, esta investigación pretende establecer una metodología para que empresas del sector textil o de confecciones, como FTMH, puedan obtener e implementar un sello ambiental, y mediante éste, afectar positivamente la intención de compra de sus consumidores, orientando los esfuerzos a un mejoramiento ambiental sostenible, no solo por parte del productor sino también del consumidor.

### 3. Objetivos

*Diseñar la metodología para la implementación del sello ambiental para la transición de un proceso de confección de prendas de vestir tradicional a uno sostenible a partir de fibras supra-recicladas. Caso empresa de confección de jeans, Bogotá.*

- Realizar un análisis de procesos para la elaboración de jeans, a partir de las herramientas de registro y análisis.<sup>1</sup>
- Caracterizar los procesos analizados en el punto anterior de acuerdo con lo establecido en la norma técnica colombiana.
- Identificar los indicadores ambientales para los procesos definidos en el punto anterior, que hacen parte de las etapas de producción y adquisición de materias primas, fabricación, empaque y transporte.<sup>2</sup>
- Diseñar la metodología para la implementación del SAC para producto terminado (jeans), en la empresa de confecciones, caso de estudio.
- Evaluar el impacto de un sello verde en la intención de compra de jeans, a base de fibras supra-recicladas por parte de consumidores de Bogotá, mediante un diseño de un experimento.
- Presentar alternativas de mejoramiento a los procesos actuales, que permitan a la empresa cumplir los requerimientos del SAC, facilitando su transición de confección tradicional a una sostenible.

### 4. Cuerpo del documento

#### 4.1. Sello Ambiental Colombiano (SAC): Requerimientos

El desarrollo y/o decisión voluntaria de cumplir con un sello ambiental como el SAC, busca establecer, implementar y mantener todos los ajustes o cambios en pro de la sostenibilidad ambiental. Para establecerlos se debe iniciar un proceso de reevaluación, con el fin de dar cumplimiento a los requisitos designados en el SAC, los cuales se presentan en la NTC 6238:2017. A continuación, se presentan los requerimientos identificados con su respectivo numeral en la norma:

---

<sup>1</sup>Las herramientas de registro y análisis fueron tomadas de (Niebel & Freivalds, 2009).

<sup>2</sup>Producción y adquisición de materias primas, fabricación, empaque y transporte son las cuatro primeras etapas del ciclo de vida del producto establecidas en la NTC 6238.

### 1. *Registro mantenimiento preventivo y correctivo [4.2.1]*

El presente criterio busca realizar periódicamente un registro adecuado de los mantenimientos preventivos y, dado el caso, correctivos de la maquinaria utilizada en el proceso. Con la implementación correcta de este requisito y teniendo en cuenta todos los procesos, se daría cumplimiento a la norma, y se esperaría un mejor rendimiento de las máquinas, inclusive ahorro de energía y reducción en los tiempos de mantenimientos correctivos que se presentan inesperadamente y generan retrasos en la producción.

### 2. *Impactos ambientales [4.2.3 - 4.2.8]*

#### a. *Producidos por los equipos del proceso:*

En este punto se espera identificar, valorar y priorizar los impactos ambientales producidos por los equipos que intervienen en el proceso, para así generar planes de acción direccionados a aquellos que presenten mayor afectación, tanto ambiental como en el flujo del proceso, y así direccionar el desarrollo de los diferentes planes de acción en pro de un beneficio ambiental, como lo serían: propuestas de paneles solares, iluminación LED, reciclaje de agua y el mantenimiento constante mencionado anteriormente que puede permitir que la maquinaria sea energéticamente eficiente.

#### b. *Caracterizar los tipos de contaminación que pueden estar involucrados:*

Para la definición de aspectos ambientales, es necesario realizar la identificación de los posibles daños ambientales que genera la compañía. Para así, realizar una caracterización clara de ellos (lo cual se desarrolla con el cumplimiento de los requisitos previos). En ocasiones, hay compañías que consideran que su impacto ambiental no es lo suficientemente significativo, posiblemente por el desconocimiento de los tipos de contaminación que hay, sus implicaciones y alternativas existentes.

### 3. *Proveedores [4.2.4 - 4.3.1 - 4.3.3 - 8]*

Con el objetivo de encaminar los productos a denominaciones sostenibles, se debe garantizar que la mayoría de los procesos y/o actores que intervienen, cuenten con ciertos criterios de cumplimiento para ser elegidos como: información relevante de la materia prima y cumplimiento de límites permitidos de los elementos complementarios, según la OEKOTEX Standard 100. Esta etiqueta ecológica garantiza que los productos que la reciben fueron analizados ante más de 300 sustancias nocivas (Aitex, 2021).

Mediante el cumplimiento de este requisito se vela por el beneficio de ambas partes, empresa y proveedores, ya que este proceso permitirá conocer claramente la visión sostenible y responsable de cada empresa. Indagando por el origen de la materia prima abarcando aspectos como si: son lugares protegidos naturalmente, su extracción en la naturaleza es adecuada o si sus planes como compañía involucran temas ambientales como el uso de energías renovables, vehículos eléctricos y demás.

### 4. *Registro mensual de consumo [4.2.6 - 4.2.7 - 4.2.9 - 4.2.5]*

La relevancia de este requisito no está dada solo por su cumplimiento, sino por el control y seguimiento que la compañía puede llevar frente al consumo de su proceso productivo en términos de luz, agua y gas. Además de permitir la evaluación de posibles casos de fugas, incremento de costos por parte de la compañía que presta el servicio, lo que le permitirá tomar acciones a tiempo.

### 5. *Uso de productos aditivos en mantenimientos y/o proceso [4.2.2 - 4.2.1.0]*

Con el fin de mantener coherencia sobre sostenibilidad en la producción de un bien, es importante tener en cuenta que hay elementos que acompañan este proceso como el uso de ciertos disolventes, detergentes o blanqueadores. Para dar cumplimiento al requisito es importante evitar y/o reducir al máximo el uso de productos que contengan elementos listados en el Zero Discharge of Hazardous Chemicals (ZDHC) (Road Map to Zero, 2015), ya que son productos químicos peligrosos, no solo para el medio ambiente sino también para la salud.

### 6. *Reglamentación de seguridad y salud en el trabajo de los empleados de la compañía [4.2.11]*

Independiente a los criterios relacionados con sostenibilidad, es exigible su cumplimiento de acuerdo con la Resolución 2400 de 1979 del Código Sustantivo del Trabajo.

### 7. *Información de la etiqueta [5-7]*

La etiqueta es un factor fundamental ya que funciona como hoja de vida del producto brindando al consumidor indicaciones y lineamientos del producto que está adquiriendo. Por ello se debe dar cumplimiento al Reglamento

Técnico de Etiquetado de Confecciones y a lo determinado en el SAC sobre el ciclo de vida del producto e información clara de su disposición final donde esta no sea a fuentes hídricas ni por medio de incineración.

#### 8. Cumplimiento del tipo de empaque [6]

Se debe contar con un empaque biodegradable o reciclable, o contar con un proceso de logística inversa para su disposición final. Los materiales plásticos deben ser los autorizados de acuerdo con la NTC 3205 (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2002).

#### 9. Cumplir con requisitos establecidos en normas nacionales o internacionales [9]

En el presente aspecto, la norma considera la relevancia de que la compañía ya cuente con alguna norma y/o certificación nacional o internacional, lo que expone su iniciativa compromiso por la mejora continua.

### 4.2. Propuesta de implementación de los requerimientos del SAC en la empresa: Caso de Estudio

#### 4.2.1. Descripción de la empresa

FTMH es una empresa colombiana que ha permanecido activa en el sector textil por más de 20 años, confecciona y comercializa a nivel nacional e internacional ropa femenina, siendo su principal producto el jean para mujer, bajo la marca propia Deluxe Jeans como se puede observar en la figura 1. Esta empresa se tomó como caso de estudio para el presente proyecto.

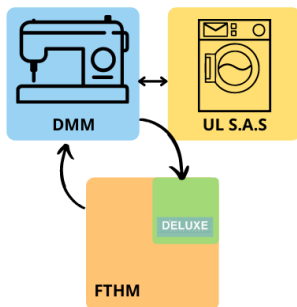


Figura 1. Participantes del proceso productivo. Elaboración propia

Como se observa en la figura 1, en el proceso de producción de un jean participan, en este caso, tres empresas:

- Oficinas de Deluxe Jeans ubicadas en las instalaciones de FTMH.
- Dirección Maquila y Moda (DMM): fábrica de confección textil ubicada en Bogotá, contratada por Deluxe Jeans para realizar las operaciones de costura.
- Ultralav S.A.S (UL S.A.S): lavandería industrial encargada de realizar los procesos de lavado y tinte de las referencias enviadas por Deluxe Jeans.

En el diagrama 1, se presenta el macro-proceso de fabricación de un jean, el cual toma lugar en las instalaciones de las empresas mencionadas anteriormente y que para facilidad del lector se presentan en tres distintos colores, así: Verde: Procesos que se desarrollan en las Oficinas de Deluxe Jeans, Azul: Procesos que se desarrollan en la Oficina de la Dirección Maquila y Moda (DMM) y Amarillo: Procesos que se desarrollan en la empresa Ultralav S.A.S (UL S.A.S).

El proceso inicia con la recepción de la tela que se requiere para la fabricación de los jeans que comercializa FTMH (Proceso 1), esta tela llega a las oficinas de Deluxe Jeans en donde se realizan las operaciones de alistamiento y corte de la tela (Procesos 2-3), debido a que la tela tiene dimensiones entre  $1,27 \pm 0,05$  metros de ancho por  $90 \pm 10$  metros de largo, se debe cortar a lo largo en tramos de menor dimensión que se ubican uno sobre otro, de manera que se posicionen sobre una mesa de corte una cantidad de capas específica dependiendo de la cantidad de jeans a fabricar. Al determinar la cantidad de jeans a producir se obtiene la cantidad de capas necesarias y se debe planificar la manera en que se van a distribuir las piezas que componen el jean, las cuales se pueden ver en el Anexo 01-A. Esta distribución de las piezas busca minimizar el desperdicio de tela, para esto se debe generar una plantilla manualmente, que contenga las tallas y referencias que componen el lote a producir y

se ubica sobre las capas de tela cortadas previamente. Se procede a realizar el corte de las piezas con una máquina de corte vertical, que tiene una tolerancia de 0.0013 cm.

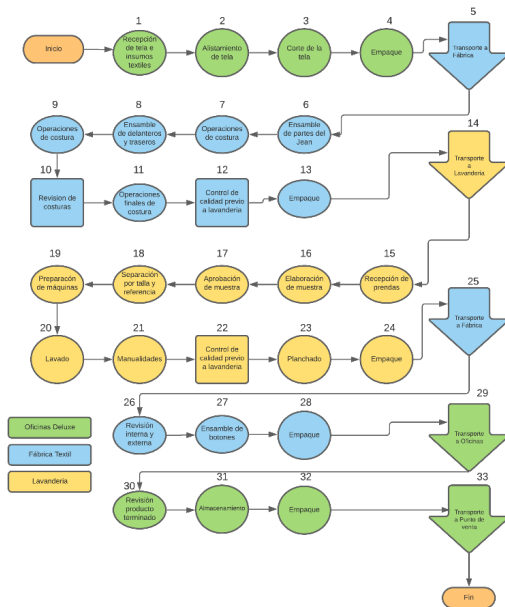


Diagrama 1. Macro-proceso del jean. Elaboración propia.

Una vez se tienen todas las partes por separado, se empaican y transportan a la fábrica DDM (Procesos 4-5), en donde se realizan las operaciones de costura del jean (Procesos 6-9), las cuales consisten en ensamblar cada una de las partes en una sola pieza, jean. Durante el proceso se hacen 2 revisiones de calidad, la primera (Proceso 10), que es una revisión intermedia, se encarga de garantizar que las costuras realizadas no tengan imperfectos que ocasionen reprocesos, mientras que la segunda (Proceso 12) es una revisión final de la prenda ya ensamblada, en donde se garantiza que todo el proceso de costura se realice correctamente. Al terminar se empaican todas las prendas y se transportan a la lavandería UL S.A.S (Proceso 14).

Al recibir las prendas, UL S.A.S debe elaborar un jean de muestra, el cual debe cumplir con todos los requerimientos de color y desgaste que Deluxe Jeans especifica según la referencia a producir (Proceso 16), para dar su aprobación y así poder iniciar las operaciones en la lavandería. En caso contrario, se debe realizar otra muestra que cumpla con las correcciones requeridas por la marca. Al tener la aprobación (Proceso 17), se preparan las máquinas (lavadoras), las cuales cuentan con una capacidad de 50 Kg cada una, para realizar, además del proceso de lavado, los procesos bleach, enzimático y desengomado, los cuales cumplen con el propósito de suavizar la tela, estos se hacen con distintos químicos como: hipoclorito de sodio al 15%, peróxido al 5%, soda caustica, entre otros.

Luego, las prendas deben pasar por un proceso de centrifugado, el cual reduce la humedad de la prenda en una máquina giratoria para luego pasar a las secadoras y terminar el proceso de secado. Las manualidades (Proceso 21) son los desgastes que se le hacen a la tela según el diseño de cada referencia, éstas se hacen de dos formas, en la primera, el operario hace uso de una plantilla con el diseño requerido, con un motor-tool procede a desgastar la tela reduciendo su grosor y dependiendo del diseño hace uso de un bisturí para realizar los cortes a la tela, mientras que en la segunda, mediante una máquina laser se hacen las manualidades de manera uniforme garantizando igualdad en el proceso, ya que el diseño requerido se estandariza para todas las unidades que pasan por dicha máquina. Una vez se terminan todos los procesos se hace una revisión de cada prenda, verificando que el proceso se llevó a cabo correctamente (Proceso 22). Se planchan y empaican para ser transportadas de nuevo a DMM (Procesos 23-25).

En DMM se hace una revisión completa interna y externamente de cada prenda (Proceso 26) corrigiendo imperfecciones en la costura, como excesos de hilo, y buscando defectos que impliquen reprocesos. Por ultimo, se ensamblan los botones manualmente con una remachadora, la cantidad de botones depende del diseño de cada



referencia. También se añaden los accesorios finales del pantalón como etiquetas de la marca y la garra (Proceso 27). Se empacan y se transportan nuevamente a las oficinas de Deluxe Jeans (Proceso 29). En las oficinas de Deluxe Jeans se hace una revisión final del producto para ser almacenado y posteriormente enviado a cada uno de los puntos de venta, bien sean nacionales o internacionales (Procesos 30-33).

Tras entender la operación detrás de la fabricación del jean es importante el levantamiento de información, en el Anexo 01-B se consignó la medición del tiempo por unidad total de cada una de las distintas actividades, obteniendo que el tiempo que se requiere desde la recepción de la materia prima hasta obtener el producto terminado, es de 26,11 horas. De igual manera, se realizó un cursograma sinóptico donde se pueden visualizar las inspecciones y operaciones, esto se puede ver con más detalle en el Anexo 01-C, en donde se aprecia que el tiempo total de estas dos actividades es de 4,28 horas. Tras la elaboración de diagramas de recorrido, tanto de las oficinas de Deluxe Jeans, Anexo 01-D, como de DMM, Anexo 01-E, y UL S.A.S, Anexo 01-F, en donde además de visualizar la disposición física de las locaciones, se muestra la trayectoria que siguen las piezas desde la recepción de la tela hasta conformar el producto terminado. Después de todas las operaciones y controles de calidad necesarios, se obtuvo que en total las piezas recorren 490,06 metros dentro de las 3 locaciones, adicionalmente se recorren 3720 metros transportando el material entre las mismas, en un total de 73 actividades divididas entre: operaciones, inspecciones, esperas, transportes y almacenamientos.

Con el fin de encontrar si el cambio a fibras supra-recicladas es beneficioso para las empresas de confección, por sus implicaciones ambientales y económicas, se realizó un estudio de mercados, el cual buscó las posibles causas de rechazo, impedimento y/o motivación para la decisión de compra de un producto sostenible en los consumidores.

#### **4.2.2. Identificación de la percepción de los consumidores frente a los jeans sostenibles**

Para el desarrollo de esta evaluación se realizaron diferentes pasos para conocer los intereses del consumidor. El primero de ellos, una entrevista a una serie de consumidores para percibir cuales eran sus intereses a la hora de utilizar jeans y sus opiniones sobre las telas recicladas. En esta entrevista se encontró que uno de los principales factores por los que los consumidores no compraban ropa hecha con materiales reciclados es porque se cree que su precio es superior y porque no se tiene conocimiento sobre la calidad del material o dónde se pueden adquirir estos productos.

Con base a esta información se diseñó un experimento de tipo control, en el que se estudió el comportamiento de los individuos antes y después de recibir información sobre el impacto ambiental que causa el sector textil. A partir de la información encontrada en la entrevista se plantearon hipótesis para la realización de encuestas que permitieron estudiar la percepción de la población objetivo antes y después de recibir un video informativo.<sup>3</sup>

Las hipótesis planteadas fueron:

- a) La falta de conocimiento es la causa de la baja intención de compra responsable (Base del experimento de control).
- b) Los productos elaborados con materiales reciclados son considerados de baja calidad.
- c) Los factores que afectan la decisión de compra son: precio y percepción de calidad del producto.
- d) En la etiqueta los consumidores esperan encontrar información sobre la composición de la prenda y cuidado del producto.

Por medio de la encuesta piloto se encontró que el tamaño de muestra para poder obtener una respuesta significativa fue de 291 personas, Anexo 02-A. Con la primera encuesta, Anexo 02-B y Anexo 02-C, se encontró que los motivos principales para la baja intención de compra son:

- Precio (21,65%): Se cree que los productos de materiales reciclados tienen un precio superior a los demás.
- Variedad (19,93%): Se desconoce la variedad de productos elaborados a base de materiales reciclados.

---

<sup>3</sup> En el siguiente enlace se puede observar el video informativo enviado a los encuestados:  
[https://drive.google.com/file/d/1hC0ibOtGQoRiF\\_FiLy29kMxGyxqvt-K8/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1hC0ibOtGQoRiF_FiLy29kMxGyxqvt-K8/view?usp=sharing)

- Calidad (16,84%): Los productos de materiales reciclados se consideran de una calidad inferior a los realizados con materiales comúnmente utilizados.

Adicional a esta información, se encontró que las 3 marcas en las que los encuestados realizan sus compras con mayor frecuencia fueron: Levi's 17,85%, American Eagle 8,41% y Koaj 8,08%. Los principales atributos que los usuarios consideran en estas marcas son: Calidad 26,21%, Forma 23,33% y Diseño 17,56%. Además, se encontró que el 73,19% de la población objetivo desconoce la información que se muestra en la etiqueta de un jean.

Una vez completado el primer formulario se contactó de nuevo a los encuestados, mostrándoles un video informativo del impacto del sector textil sobre el medioambiente y cómo este puede ser disminuido. Después de ver el video se les envió otra encuesta, Anexo 02-D, para medir cómo varían sus respuestas, Anexo 02-E. Cabe resaltar que ésta fue diligenciada por el 42,27% de la totalidad del espacio muestral, mientras que del porcentaje restante no se recibió respuesta. En comparación con la primera encuesta se encontró que la opinión sobre la calidad de los jeans de materiales reciclados aumentó de manera positiva sobre los participantes.

La ficha técnica de las encuestas se encuentra en el Anexo 02-F. Ahora, las principales razones por las que los encuestados no compran jeans de materiales reciclados son:

- Desconocimiento (38,21%): No saben dónde comprar o qué marcas tienen una sección de prendas elaboradas con materiales reciclados.
- Precio (23,58%): Se mantiene el prejuicio de que estos productos tienen un costo superior en comparación al de los elaborados tradicionalmente.
- Variedad (11,38%): Se reduce la percepción en la falta de diversidad.

Se encontró que los usuarios después de ser informados sobre el efecto ambiental del sector textil tienen una clara intención de compra de jeans hechos con materiales reciclados, puesto que son similares a los materiales comúnmente utilizados, y que estarían dispuestos a probar nuevas marcas sostenibles.

Con la información suministrada en ambas encuestas se concluye por cada hipótesis que:

- a) A pesar de que en la primera encuesta el factor principal por el cual los encuestados no realizan compras de productos hechos con materiales reciclados es el "Precio", en la segunda cambió a "Desconocimiento" lo cual valida la hipótesis.
- b) La población objetivo consideraba al inicio del experimento que la calidad de los productos elaborados con fibras recicladas era similar a los producidos convencionalmente (puntuación promedio de 3,77) y después del video informativo se encontró que se considera superior a los actuales (puntuación promedio de 4,23) lo que invalida la hipótesis planteada.
- c) Contrario a lo establecido en la hipótesis, se evidencia que los principales factores que influyen en la decisión de compra de los usuarios son precio y variedad del producto.
- d) Se confirma que la información principal que los consumidores esperan encontrar en la etiqueta es: método de lavado (17,53%) y materiales del producto (12,71%).

## **5. Diseño de la metodología para la transición de un modelo de producción tradicional a uno sostenible**

Con el propósito de crear una herramienta que permita a empresas del sector textil o de confección hacer la transición de un modelo de producción tradicional a uno sostenible, se diseñó una metodología para la implementación del SAC, y de esta manera cumplir con los requerimientos de la NTC 6238, la cual está orientada al diseño de procesos y productos sostenibles ambientalmente. Es indispensable contar con una metodología compuesta por la identificación de las diferentes etapas o pasos que una empresa debe seguir para cumplir con los requerimientos de la norma. Por lo anterior, se propone esta metodología, la cual esta basada en la empresa FTMH y su línea de jean bajo la marca Deluxe Jeans.

El diseño de la metodología propuesta se construyó a partir de los requerimientos de la NTC 6238, la cual establece los criterios con los que una empresa debe cumplir para recibir el SAC y garantizar que sus procesos o productos cumplan con la reglamentación ambiental de la norma. A partir de la identificación de requerimientos, se realizó el levantamiento de la información pertinente, con la cual se hizo el diagnóstico de la situación actual de los procesos de la empresa. Posteriormente, se diseñaron las herramientas con las que la empresa pueda llevar

un registro de los cambios realizados para cumplir con lo que exige la norma y, asimismo, llevar trazabilidad de la información registrada. Cabe aclarar que la metodología que se diseñó se planteó a medida que se implementaba en la empresa Caso de Estudio: FTMH, es decir, la construcción final de la metodología se dio a partir de la aplicación de la herramienta de mejora continua: Ciclo PHVA. Por ejemplo, en una de las fases de implementación de este trabajo el ciclo PHVA se aplicó de la siguiente manera:

- Planear: Se plantearon las actividades a desarrollar en la empresa caso de estudio, como el levantamiento de la información. Se hizo un cronograma y se definieron responsables. Se revisaron los requerimientos presentados de la NTC 6238.
- Hacer: Se realizó el levantamiento de la información correspondiente al proceso de producción del jean en cuanto a tiempos, distancias y máquinas. Se recopiló información sobre proveedores y puntos de venta.
- Verificar: Al analizar la NTC 6238 con mayor detalle, se observó que en el primer levantamiento de información no se recolectaron los datos suficientes para cumplir con las exigencias de la norma técnica.
- Actuar: Se procedió a plantear nuevamente el cronograma de actividades, partiendo de las exigencias de la NTC 6238, se identificaron cuáles eran los datos necesarios. A partir de la nueva planeación se hizo el levantamiento de los consumos de agua y energía por máquina, así como los residuos que se generaban por actividad.

La aplicación del ciclo PHVA se dio con el firme propósito de garantizar que cada uno de los pasos que se iban desarrollando daban respuesta a alguno de los requerimientos técnicos de la norma. Como se mencionó anteriormente, el diseño de la metodología, específicamente los pasos y actividades que la componen se añadieron a medida que se planteaban y se verificaban frente a la NTC 6238, y si se encontraba que algún aspecto no daba respuesta a las exigencias técnicas, se actuaba volviendo a plantear la actividad, para que de esta manera si diera total cumplimiento a lo expuesto en la norma. El ciclo se realizó con cada uno de los pasos de la metodología.

Tras la aplicación de esta herramienta, fue posible construir la metodología, pues se identificó que el primer paso para desarrollar e implementar la metodología debe ser la correcta identificación de los requerimientos, para así determinar cuál es la información que se debe levantar en la empresa.

Por otro lado, los requerimientos de diseño que se plantearon inicialmente establecieron que la metodología debía presentar los pasos que una empresa como FTMH debe cumplir para diseñar y ejecutar procesos que le permitan hacer un uso responsable de la energía o contar con un suministro de energía renovable, utilizar materias primas sostenibles y/o reducir las materias nocivas considerando el ciclo de vida del producto y ahorrar recursos, reciclar materiales y reducir la cantidad de residuos en el diseño del empaque del producto.

Al implementarse el ciclo PHVA, se identificó que los requerimientos de diseño deberían estar alineados con todos los requerimientos que exige la NTC 6238, los cuales se presentaron en la sección 1 de este documento, además de presentar los mecanismos de ingreso de información, así como los de control de ejecución para cada paso, el plan de acción y los tramites que hay que hacer frente al ente encargado para solicitar el SAC. De igual manera, la metodología considera la medición de la intención de compra por parte de los clientes potenciales, ante la obtención del SAC. Es así como se garantizó que el diseño de la metodología cumple y propone aspectos nuevos a lo anteriormente planteado.

Al tratarse de una metodología que busca obtener un sello ambiental como lo es el SAC, la completa implementación de ésta no solo depende de la empresa y sus esfuerzos por tener un producto producido sosteniblemente, sino que también se depende de las entidades que tramitan la obtención del sello ambiental. Es por esto por lo que el alcance de esta investigación se restringe por los tiempos de implementación de la misma.

De esta manera y para cumplir con el objetivo planteado, la metodología se compone de 7 grandes pasos. Cada uno de los pasos presenta los documentos o herramientas que se proponen para la correcta implementación de la metodología. De igual manera, se presentan los resultados obtenidos de la aplicación parcial de la metodología en

la empresa: caso de estudio. Cabe aclarar que el SAC se obtiene para un producto en específico, en este caso, se seleccionó el jean referencia Zinia.

A continuación, se presenta un esquema donde se resumen los pasos de la metodología y sus respectivos documentos asociados.

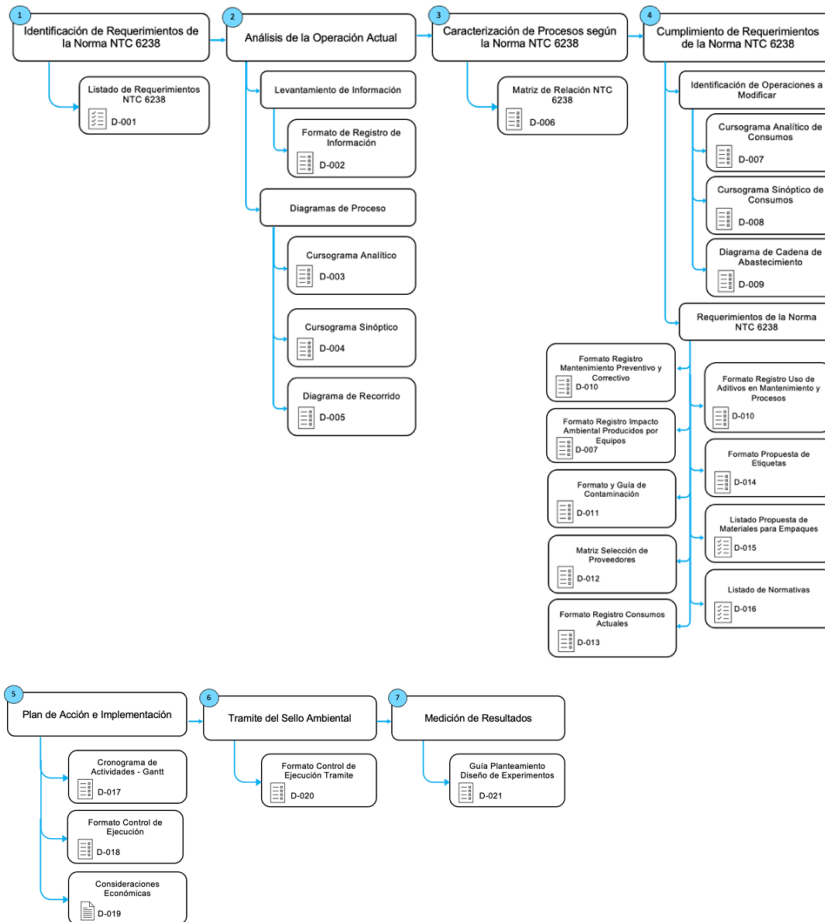


Diagrama 2. Pasos de implementación de la metodología. Elaboración Propia

## 6. Resultados de la implementación de la metodología en la empresa: caso de estudio

En este apartado, se presenta a detalle la metodología diseñada.

### Metodología para Transición de Procesos de Confección Tradicional a Sostenible a través de la Implementación del Sello Ambiental Colombiano [SAC]

La metodología propuesta en este documento presenta los pasos que una empresa textil en Colombia debe seguir para cumplir con los requerimientos técnicos expuestos en la *Norma Técnica Colombiana 6238:2017: (NTC 6238:2017) "Etiquetas Ambientales Tipo I. Sello Ambiental Colombiano (SAC). Criterios Ambientales para Materiales Textiles, Insumos para la Confección y Producto Terminado*. Por consiguiente y al dar cumplimiento a los requerimientos, la empresa podrá aplicar a la obtención del Sello Ambiental Colombiano (SAC), el cual es una herramienta informativa de los esfuerzos de la empresa por ofrecer a sus clientes un producto con procesos más eficientes y responsables ambientalmente.

A continuación, se presentan los pasos y herramientas propuestas asociadas a cada uno de estos. Por cada herramienta se presenta el número de anexo (Anexo. \_\_) y el número de identificación dentro de la metodología (D-0\_\_).

## 1. *Identificación de Requerimientos de la Norma NTC 6238*

Como primer paso se propone revisar lo expuesto en la NTC 6238; para de esta manera, identificar cuáles son los requerimientos que se exigen. Al determinar y tener claro qué es lo que se requiere, se establece el punto de partida para dar cumplimiento a los demás pasos de esta metodología, pues se comprende cuál es el objetivo final y a dónde se quiere llegar con la aplicación de ésta.

### 1.1. *Listado de Requerimientos de la NTC 6238*

Con el propósito de facilitar la revisión de los requerimientos expuestos en la NTC 6238, se propone un *Listado de Requerimientos NTC 6238* (D-001) donde se resumen y enumeran los aspectos relevantes con los que se debe cumplir para aplicar al SAC. Este se encuentra en el Anexo 03-A.

## 2. *Análisis de la Operación Actual*

### 2.1. *Levantamiento de la Información*

Una vez identificados los requerimientos, es indispensable comenzar con la recolección de información pertinente y relacionada a las exigencias de la NTC 6238. Como primer punto, se propone hacer el levantamiento de los procesos que componen la operación actual del producto en cuestión. Para esto se debe recopilar información referente a las actividades desarrolladas, número de operarios, tiempos de operación y de alistamiento, referencia de la máquina, consumos de agua, energía y la generación de residuos por operación. Además, se deben tomar las medidas de los lugares donde se desarrollan las actividades, para así elaborar los planos.

#### 2.1.1. *Formato Registro de Información*

Con el propósito de estandarizar la recolección de información y los datos relevantes, se propone hacer uso del *Formato de Registro de Información* (D-002), en donde se encuentra el espacio para, por cada operación que compone el proceso, detallar si se emplea una máquina, cuál es su marca o referencia y los consumos en términos de agua, energía y residuos generados. Este se encuentra en el Anexo 03-B. En el anexo 04-A, se presentan los datos recolectados, los cuales se tomaron a partir de mediciones directas en el lugar de estudio. En cuanto a los tiempos, se tomaron 4 mediciones por cada una de las operaciones, con el fin de obtener una media aritmética que excluya los sesgos existentes, disminuya la varianza y la falta de precisión. Para la medición de distancias, en lugar de utilizar una cinta métrica tradicional, se empleo un medidor de distancia laser para disminuir el margen de error.

#### 2.2. *Diagramas de Proceso*

Para presentar la información recolectada de manera clara y ordenada, se propone la construcción de distintos diagramas de proceso.

##### 2.2.1. *Cursograma Analítico*

Como primer diagrama, se propone construir un *Cursograma Analítico* (D-003) del material, en donde se puede observar el recorrido del material a través de las distintas actividades que componen el proceso productivo, ya sean operaciones, inspecciones, almacenamientos, esperas o transportes. De igual manera, se presenta el tiempo total del proceso, así como la distancia que recorre el material en las actividades de transporte.

En el Anexo 05-A se presenta una plantilla en Excel, en donde, al diligenciarla, se calculará automáticamente el tiempo total del proceso, la distancia total y el número de operaciones por tipo de actividad. En la plantilla de deben completar los datos correspondientes a: descripción de la operación, tiempo promedio, distancia (si es actividad de transporte) y qué tipo de actividad es.

Para la clasificación de las actividades es indispensable tener en cuenta que:

- Operación: actividad en la que se modifica el material hasta obtener el producto.
- Inspección: actividad en la que se verifica la calidad o cantidad.
- Almacenamiento: actividad en la que se deposita el material bajo supervisión en un almacén.
- Espera: actividad en la que se indica demora entre 2 actividades.
- Transporte: actividad en la que se traslada el material o producto de un lugar a otro.

Asimismo, se presenta el *Cursograma Analítico* de la situación actual de la empresa: caso de estudio en el Anexo 01-B, en donde se muestran los datos recolectados y la clasificación de cada actividad. Cabe aclarar que los tiempos registrados en el Cursograma corresponde al tiempo empleado para la producción de una unidad.

Los consumos de agua y energía presentados en el Cursograma se obtuvieron a partir de la información técnicas de cada una de las máquinas y su tiempo activo de operación. Por ejemplo, para el caso de la máquina Juki-Mo-6700 que usa un voltaje de 110 V, el consumo energético se calculó de la siguiente manera: se usó la fórmula de conversión de voltios a Watts:

$$W = V \times I \times R$$

En donde V son los voltios de la máquina, I es el amperaje suministrado por la red eléctrica y R es la resistencia del sistema. Teniendo en cuenta esto se realizó el siguiente cálculo:

$$W = 110V \times 10A \times 0,9 = 990W$$

Con base a este se calculó la energía consumida mientras está en uso, pasando de Watts a Kilowatts y multiplicando por las horas de uso (tiempo utilizado en segundos convertido a horas). Para la máquina Juki-Mo-6700 el tiempo de uso es de 0,004 horas (16,1 s /3600). Con este cálculo se encontró que los kWh consumidos por la Juki-Mo-6700 son de 0,0044 kWh por jean producido.

### 2.2.2. *Cursograma Sinóptico*

Además del *Cursograma Analítico*, se propone realizar un *Cursograma Sinóptico* (D-004), en donde se muestran únicamente las actividades de operación e inspección. Este diagrama de proceso también permite visualizar la entrada de los distintos insumos a la línea del proceso principal. El *Cursograma Sinóptico* para la empresa: caso de estudio, que se encuentra en el Anexo 01-C, permite observar de manera gráfica el proceso, con el propósito de eliminar las actividades innecesarias o combinar las que se puedan realizar juntas.

### 2.2.3. *Diagrama de Recorrido*

De igual manera y para presentar el recorrido total del material, desde la recepción de materia prima hasta el producto terminado, se propone realizar un *Diagrama de Recorrido* (D-005) por cada lugar en el que el proceso productivo ocurra. En este se podrá visualizar la distancia total recorrida por el material en las distintas actividades que lo componen (operaciones, inspecciones, almacenamientos, esperas o transportes). Para la empresa: caso de estudio, el *Diagrama de Recorrido* para las oficinas se presenta en el Anexo 01-D, para la fábrica en el Anexo 01-E y para la lavandería en el Anexo 01-F.

## 3. *Caracterización de Procesos según la Norma*

Una vez identificados los requerimientos de la NTC 6238 y realizados los distintos diagramas de proceso, se propone caracterizar cada una de las operaciones del proceso frente a los requerimientos ambientales que exige la norma.

### 3.1. *Matriz de Relación NTC 6238*

Con el propósito de caracterizar las operaciones frente a los aspectos ambientales presentados en la NTC 6238, se propone hacer uso de la *Matriz de Relación NTC 6238* (D-006), en donde se podrá visualizar el grado de relación que tiene una operación frente a los aspectos ambientales. Los grados de relación que se plantearon para esta matriz son: Alto, Medio, Bajo y Nulo. Inicialmente, para su diligenciamiento cualquier actividad de la cual se tenga pleno conocimiento de que este involucrada con alguno de los aspectos ambientales debe estar marcada de algún color ya sea rojo, amarillo, o verde, según el grado determinado.

Es importante resaltar que el formato presenta indicaciones cuantitativas y cualitativas para la selección de colores en los aspectos ambientales que podrán ayudar a limitar o identificar su impacto con cada actividad. Al ser el tercer paso de la metodología, donde hasta el momento se tiene información del análisis de la operación actual, se tendrá alguna información clara y/o organizada adecuadamente y otra se obtendrá más adelante según lo propuesto, por ello esta matriz puede ajustarse las veces que sea necesaria y ser diligenciada de forma cuantitativa o cualitativa según corresponda. Esto ayudará a identificar las actividades con mayor impacto negativo, para así priorizar su intervención.

En la plantilla presentada se expone el cuadro guía de diligenciamiento donde algunas apreciaciones cualitativas están basadas en las implicaciones del aspecto ambiental y las cuantitativas presentan límites inferiores, intermedios y superiores determinados por medio de indicaciones de ley como la cantidad de decibeles permitidos en un turno de 8 horas o emisiones de dióxido de carbono aceptables en los diferentes espacios. Los demás valores fueron determinados a partir de la extrapolación de información de la empresa y diversas fuentes consultadas (Puentes, 2019). La *Matriz de Relación* se encuentra en el Anexo 03-C. De igual forma, la matriz diligencia para la empresa caso de estudio se encuentra en el Anexo 04-B.

#### 4. *Cumplimiento de Requerimientos de la Norma*

##### 4.1. *Identificación de Operaciones a Modificar*

Para encaminar los esfuerzos de la empresa por tener procesos eficientes y responsables ambientalmente es indispensable identificar aquellas operaciones con mayor impacto ambiental, para poder ser intervenidas. Con este objetivo, se proponen diferentes herramientas para su identificación.

##### 4.1.1. *Cursograma Analítico de Consumos*

Como primera herramienta se propone una modificación al *Cursograma Analítico* tradicional, en donde se podrá visualizar el consumo de energía, agua y la cantidad de residuos generados por actividad. Cabe aclarar que estos consumos están vinculados al uso de máquinas, pues no se contemplan los consumos energéticos o de agua propios de la operación del lugar, es decir, el consumo generado por luces, bombillos, computadores, electrodomésticos, entre otros. En cuanto al consumo de agua no se contempla el consumo generado por baños y cocinas. De igual manera, los residuos son los generados por la producción, no las basuras u otro tipo de residuos. Al contar con los datos registrados, la herramienta pondera las operaciones que más residuos y consumos generan, para así identificarlas y poder intervenirlas.

En el Anexo 05-B se presenta la plantilla del *Cursograma Analítico de Consumos* en un documento Excel, el cual está formulado para generar la ponderación. En cuanto a la empresa: caso de estudio, tras levantar la información correspondiente a los residuos generados y los consumos mensuales de energía y agua de los lugares donde se lleva a cabo la producción de los jeans, se procedió a registrar los datos en el *Cursograma Analítico de Consumos* (D-007), el cual se puede observar en el Anexo 04-C.

A partir de esta herramienta se identificó que 10 operaciones se clasificaron como de mediano impacto, mientras que ninguna se clasificó como de alto impacto ambiental. Cabe aclarar que la definición de alto o mediano impacto se hace frente a las operaciones del mismo proceso, es decir, una operación de alto impacto hace referencia a que su impacto es alto comparándolo con otras operaciones del mismo proceso. Las 10 operaciones que se identificaron como de mediano impacto hacen referencia a que esas operaciones generan 2 de los 3 impactos ambientales evaluados en este Cursograma.

##### 4.1.2. *Cursograma Sinóptico de Consumos*

De igual manera, se propone realizar un *Cursograma Sinóptico de Consumos* (D-008), en donde de manera visual se puedan identificar las actividades que más consumos generan. Para esto, la herramienta plantea que se adicionen iconos o convenciones al lado de cada una de las operaciones representando el tipo de consumo en el que incurren. Para la empresa en cuestión se encuentra diligenciado en el Anexo 04-E.

##### 4.1.3. *Diagrama de Cadena de Abastecimiento*

Respecto de la empresa: caso de estudio, al realizar el análisis de los consumos de la operación actual, los *Cursogramas de Consumos* concluyeron que ninguna operación cayó en ponderación de alto consumo, entonces se decidió analizar la totalidad de la cadena de valor de los jeans (desde proveedores hasta clientes), a través de un Diagrama de la Cadena<sup>4</sup> para así identificar qué operaciones son las que realmente más consumos y residuos generan. Es por esto, que la metodología contempla también el análisis de toda la cadena de valor del producto.

---

<sup>4</sup> Para mayor detalle de las operaciones realizadas por la empresa en las etapas de recepción, producción y distribución revisar Cursograma Analítico (D-003) Anexo No. 01-B

En el siguiente diagrama se identifican los proveedores con los que cuenta la empresa. Como parte de esta etapa de la metodología se propone realizar un análisis, en términos de consumos, de la materia prima principal: el insumo textil.

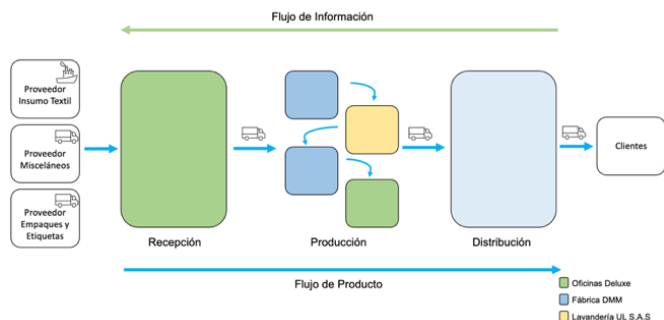


Diagrama 3. Diagrama de cadena de abastecimiento. Elaboración propia

Actualmente, la tela que emplea Deluxe Jeans es una tela compuesta por 98% algodón y 2% spandex (Deluxe, 2020). Con el fin de evaluar el impacto ambiental generado por este tipo de tela se tomará como ejemplo un estudio realizado por la marca de jeans Levi's, quien realizó una investigación en el año 2015 sobre el ciclo de vida e impacto ambiental de una de sus referencias. El Jean Levi's 501® cuenta con una composición de 99% algodón y 1% elastano (Levi's, 2021), la cual es similar a la composición de la tela utilizada por Deluxe Jeans, lo que es pertinente para este análisis.

En esta investigación se concluyó que el consumo de agua en la fabricación de la fibra y posteriormente de la tela para un jean es de 2801 litros, lo que equivale al 74% del consumo total de agua en el ciclo de vida del producto. Además del consumo de agua, Levi's estableció el impacto de la fibra y la tela frente a otros aspectos. El impacto en el cambio climático se midió por las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por la no utilización de energías renovables; en este factor se obtuvo que fibra y tela generan 11,9 kg CO<sub>2</sub>-e. En cuanto a la eutrofización<sup>5</sup>, se encontró que se generan 23,5 g PO<sub>4</sub>-e por fabricación de fibra y tela. Por último, se identificó la ocupación de tierras, la cual representa 9,5 m<sup>2</sup>/año (Levi Strauss & Co, 2015).

A continuación, se presenta una tabla resumen del impacto ambiental que genera el insumo textil de un jean.

Impacto por Fabricación de Fibra y Tela	
Consumo de Agua	2801 litros
Impacto Cambio Climático	11,9 kg CO <sub>2</sub> -e
Eutrofización	23,5 g PO <sub>4</sub> -e
Ocupación de Tierra	9,5 m <sup>2</sup> /año

Tabla 1. Impacto por fabricación de fibra y tela. Elaboración Propia

De igual manera, se identificó que el insumo textil utilizado por Deluxe Jeans es importado desde China. Actualmente, se estima que el transporte marítimo de mercancías es responsable del 18-30% de la contaminación global de óxido de nitrógeno y de azufre y que un buque puede generar alrededor de 5000 toneladas de óxido de azufre al año (Vidal, 2009).

Tras identificar los consumos generados por la materia prima, tanto por la fabricación de fibra y tela y su importación, se concluye que este es el aspecto que tiene mayor impacto ambiental negativo, comparándolo con las actividades evaluadas en el *Cursograma Analítico de Consumos*. Por consiguiente, se establece que la actividad a intervenir es la adquisición de materia prima.

La metodología propone cambiar la materia prima por tela de fibras supra-recicladas, la cual es producida a partir de botellas plásticas y algodón recuperado. La fabricación de esta tela genera el ahorro de 2859 litros de

<sup>5</sup> La eutrofización hace referencia al aporte excesivo de nutrientes inorgánicos, principalmente Nitrógeno (N) y Fósforo (P), produciendo una proliferación descontrolada de algas y provocando efectos adversos en las masas de agua afectadas. Ésta se produce por el vertimiento de desechos procedentes de actividades humanas. (Zarza, s.f)



agua y 4366 gramos de CO<sub>2</sub>. El proceso general de producción de fibras supra-recicladas a partir de PET se presenta en el siguiente diagrama (Madre Tierra, 2021):

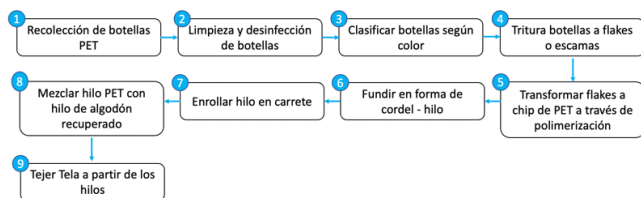


Diagrama 4. Proceso de fibra supra- reciclada. Elaboración Propia

Además de la reducción en el impacto ambiental por su fabricación, estas telas se producen en Colombia, por lo que se reduciría el impacto por importación. Asimismo, como se cambiaría la materia prima principal, se propone añadir una actividad de inspección de calidad a la tela, para garantizar que ésta cumple con las exigencias que se requieren. En los Anexos 04-D y 04-F se presentan el Cursograma Analítico y Sinóptico de Consumos actualizados respectivamente.

#### 4.2. Requerimientos de la Norma

##### 4.2.1. Formato Registro de Mantenimientos Preventivos y Correctivos

Con el fin de dar cumplimiento al Requerimiento No. 1 se propone el *Formato Mantenimientos Preventivos y Correctivos* y un *Diagrama Gantt para Programación de Mantenimientos* (D-010), los cuales permiten un diligenciamiento de forma clara con información clave de las máquinas y fechas esperadas y de ejecución, permitiendo así la planeación del mantenimiento, adicional a ello cuenta con un espacio de materiales implementados en este mantenimiento con el fin de llevar una trazabilidad de qué herramientas se utilizan para ello y a futuro poder hacer el alistamiento adecuado y además tener claro los disolventes utilizados en el proceso verificando si sus ingredientes contienen los químicos mencionados en ZDHM de ser así evaluar su cambio a productos cuyos ingredientes no estén listados. Este se encuentra en el Anexo 03-D. El umbral de tiempo que se debe manejar para este formato debe ser de manera trimestral.

##### 4.2.2. Formato Registro de Impacto Ambiental

###### 4.2.2.1. Producidos por los Equipos del Proceso

De acuerdo con el Requisito No. 2a, se presenta la ponderación propuesta en el *Cursograma Analítico de Consumos* (D-007), Anexo 04-C, el cual busca brindar alternativas de priorización de acuerdo con los diferentes procesos del producto, en relación con los equipos que usa, para dar apoyo en la toma de decisiones de cuáles procesos o maquinarias requieren intervención. Se propone hacer el diligenciamiento de manera mensual para poder visualizar situaciones que requieran acción o intervención inmediata. Esto determinado si, la actividad genera residuos, consumo de agua o energía, lo que le brindara un criterio bajo si solo presenta alguna de las mencionadas, medio si contiene dos o alto si contiene los tres.

###### 4.2.2.2. Formato y Guía de Contaminación

Con el fin de dar apoyo a las compañías respecto al Requerimiento No. 2b, se presenta el *Formato y Guía de Contaminación* (D-011). Ver Anexo 04-G. Este funcionará como acompañamiento presentando los tipos de contaminación, los métodos de medición y ejemplos que servirán de guía para que se puedan identificar ciertos comportamientos e inclusive alternativas de mitigación, se busca que la empresa genere un proceso de autoconocimiento, visualización de su impacto ambiental y planes de acción que están ejecutando o se podrían ejecutar y así mismo asignar responsables. Adicionalmente, se recomienda la *Matriz Legal Ambiental del 2015* (Beltrán, Moreno Samaniego, & Padilla Valés, 2015) que expone la normatividad vigente con relación a diferentes componentes o factores ambientales y a partir de ello generar planes de acción para su mitigación. Ver Anexo 06.

##### 4.2.3. Matriz Selección de Proveedores

Partiendo de la importancia en la elección de proveedores, se presenta la *Matriz Selección de Proveedores* (D-012), la cual establece criterios para evaluar los posibles proveedores. La matriz considera aspectos como:

- a. Criterios de compra

- b. Prioridad ambiental
- c. Cumplimiento de exigencias
- d. Origen de materia prima
- e. Verificación de emisiones
- f. Elementos complementarios al producto

Para hallar la puntuación de cada uno de los proveedores se debe ponderar el criterio con su respectiva puntuación, y aquel que obtenga un mayor valor, será el proveedor más conveniente. Es importante resaltar que esta matriz prioriza los aspectos ambientales frente a los otros criterios pues otorga un peso mayor a estos con parámetros sostenibles, claramente cumpliendo con las exigencias normalmente establecidas como tiempos, calidad, etc.

La Matriz se presenta en el Anexo 03-E. Con el fin de ejemplificar el funcionamiento de la herramienta, ésta se completó para la empresa: caso de estudio. En el caso de Deluxe, se buscaron proveedores que ofrecieran telas a base de fibras supra recicladas en Colombia. Se encontraron 2 marcas en la ciudad de Medellín, que ofrecen telas, en términos de aspecto, color y textura, similares al denim o tela de jean y que además son producidas a partir de botellas PET y algodón recuperado. Por consiguiente, se procedió a llenar la *Matriz* con los proveedores Madre Tierra y su referencia Burda Brasil en color azul y con Natuh y su referencia Sahara 30.

Como se puede observar en el Anexo 04-H y según los criterios de evaluación, el proveedor más adecuado para Deluxe Jeans sería Madre Tierra. Es por esto que se presenta la Ficha Técnica de la Tela Burda Brasil en el Anexo 04-I. También, se presenta la ficha técnica de una tela convencional de denim con fines comparativos. Cabe resaltar que Natuh no se descarta completamente, pues si bien Madre Tierra cumple en mayor medida con criterios como el uso de detergentes y blanqueadores sostenibles y la reducción del uso de sustancias descritas en la ZDHC, la tela de Natuh es visualmente más parecida al denim. Finalmente, la decisión recae en Deluxe Jeans y su equipo.

#### 4.2.4. Formato Registro de Consumos Mensuales.

Para la implementación de un registro mensual como lo determina el Requerimiento No. 4, se planteó el *Formato de Consumos Mensuales* (D-013), ver Anexo 03-F. Este permite presentar la información que debe ser diligenciada mes a mes sobre el consumo de energía, agua, gas y otros (como residuos), de acuerdo con la cantidad de jeans producidos en dicho mes. Con el fin de proporcionar un indicador no sesgado se propone calcular el indicador *Consumo/Producción*, para así poder evidenciar incrementos o reducciones que funcionen de manera de alarma para verificar con mayor detalle y plantear pasos a seguir. El objetivo debe estar inclinado a disminuir y/o mantener el indicador. El diligenciamiento de este formato se debe apoyar en los recibos de servicios públicos.

#### 4.2.5. Formato Registro Uso de Productos Aditivos en Mantenimiento y/o Proceso.

Para llevar control de los productos usados se propone el *Formato Mantenimientos Preventivos y Correctivos* (D-010), ver Anexo 03-D. En este se adjunta una columna para los materiales utilizados en dicho proceso con el fin de verificar qué tipo de mantenimiento, ya sea preventivo o correctivo y/o maquinaria, incurre en la mayor utilización de disolventes y así plantear mecanismos de mejora ya sea cambiando estos productos con ayuda de la *Guía de Emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles* (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021) o en el caso de no ser posible, implementar mecanismos de reducción o reutilización. Los procesos realizados en la lavandería que pueden llegar a generar un impacto negativo en el medio ambiente son:

**Desengomar:** Es el proceso mediante el cual la prenda es tratada con enzimas alfa-amilazas ( $\alpha$ -amilasa) para retirar la goma que trae la tela y así poder trabajar mejor la manualidad, este proceso se realiza a 40°C (Xsara Jeans, 2018). Estas enzimas catalizan la hidrólisis de los enlaces alfa-glucosídicos, tales como el almidón y el glucógeno, liberando glucosa y maltosa, es decir, se usa principalmente por su capacidad de degradar el almidón para conseguir cierto nivel de suavidad y elasticidad (Esperanza Espinel, 2009). El impacto ambiental generado por este proceso es inferior al producido por los demás procesos listados a continuación.

**Enzimático:** Para el proceso enzimático nos encontramos con dos tipos de químicos comúnmente usados:

- Composiciones de etoxilados, proceso industrial químico en el que se añade óxido de etileno a alcoholes y ácidos grasos para dar diferentes tensioactivos para conseguir tonos medios y azules (Pure chemistry, 2019). Este componente tiene un gran impacto en el medio ambiente puesto que es tóxico para peces y otros organismos acuáticos y su proceso de biodegradación puede llegar a tardar meses e incluso años. En las personas

puede llegar a generar complicaciones puesto que, por inhalación, contacto directo con la piel o su ingestión, puede llegar a provocar: quemaduras, infertilidad y riesgos durante el embarazo (Bravo, 2009).

- Enzimas celulasas para dar el efecto de envejecimiento o desgaste y suavidad con un impacto en el medio ambiente bajo puesto que es hecho a base del hongo *Humicola insolens* (El cuaderno del PorqueBiotecnología, s.f).

Bleach: La función principal de este proceso es el blanqueamiento y desinfección de los tejidos dados los químicos usados previamente. Existen dos variantes de bleach utilizadas comúnmente:

- Hipoclorito de sodio: para prendas con bajo contenido de lycra/poliéster para conseguir unos colores medio/azulosos (Xsara Jeans, 2018).
- Permanganato: prendas con un cierto porcentaje de lycra/poliéster puesto que este proceso no deteriora las fibras. Se consiguen tonos grises, aunque también influye la tintura original de la tela (Xsara Jeans, 2018).

La contaminación producida por estos químicos llega a producir una toxicidad significativa en el medio ambiente, contaminando y destruyendo las bacterias beneficiosas que ayudan a descomponer las aguas residuales, y en las personas dado que los vapores producidos por estos son tóxicos e irritan las mucosas afectando así a los pulmones (#PorElClima, s.f.).

#### 4.2.6. Formato Propuesta Etiquetas

Adicionalmente, se presenta una propuesta de *Etiqueta Comercial y Descriptiva* (D-014), la cual no solo cumple con el Requerimiento No. 4, sino que brinda más información al consumidor sobre el producto, como los materiales usados y la cantidad de recurso ahorrado debido al material con el que está fabricado agregando información de los materiales de los accesorios que acompañan la prenda que usualmente no son presentados, también información de lavado, alternativas y/o consejos para ello. Adicional de opciones de desecho adecuadas sobre las prendas. Las etiquetas propuestas para Deluxe se encuentran en el Anexo 04-J; sin embargo, también se presenta una guía con lo que estas etiquetas, tanto la comercial como la descriptiva deben tener. Ésta se encuentra en el Anexo 03-G.

#### 4.2.7. Listado Propuesta de Materiales de Empaques

El tipo de empaque es una iniciativa que puede ser cambiada con facilidad ya que en el mercado se cuenta con diferentes alternativas de materiales que pueden ser utilizados para darle cumplimiento al Requerimiento No. 8. Para dicho fin se presenta el *Listado de Materiales de Empaque* (D-015). En el Anexo 03-H se presenta un listado de materiales que se pueden considerar tanto biodegradables como reciclables y que funcionan como alternativa para empaques del producto. Además de alternativas de logística inversa que se pueden implementar.

#### 4.2.8. Listado de Normativas

Dado el Requerimiento No. 9, se presenta el *Listado de normativas* (D-016) en el Anexo 03-I, el cual presenta otras certificaciones o normas, dependiendo del sector industrial, a las cuales la empresa también podrá aplicar. También, se presentan diferentes certificaciones de calidad en la *Guía del Ministerio de Comercio “Sistema Moda”* (Ministerio de Comercio, 2020), la cual se adjunta en el Anexo 07.

### 5. Plan de Acción e Implementación

Una vez identificados los requerimientos de la NTC 6238 y las herramientas que se utilizarán para darles cumplimiento, se proponen mecanismos de control para dar seguimiento a la implementación de la metodología.

#### 5.1. Cronograma de Actividades – Diagrama Gantt

Como primer punto se propone un Diagrama Gantt para la programación de las actividades a llevar a cabo. En el Anexo 03-J, se presenta una plantilla del *Cronograma de Actividades* (D-017), con una serie de actividades propuestas. De igual manera, se presenta el cronograma para la empresa: caso de estudio, con la planeación de las actividades y la fecha de ejecución de las ya realizadas como parte de este trabajo. Ver Anexo 04-K.

### 5.2. Formato Control de Ejecución

De igual manera y como mecanismo de control, se presenta el *Formato Control de Ejecución* (D-018), en el cual se podrá llevar registro de las actividades ya realizadas y su fecha de ejecución. Además de contar con un espacio para observaciones o comentarios que permitan llevar un seguimiento. De igual manera, es una herramienta que permite conocer el porcentaje de implementación a la fecha, es decir, la cantidad de actividades realizadas; es por esto que se presenta esta plantilla en formato Excel, ver Anexo 08. Asimismo, se presenta este documento para la implementación de la metodología en Deluxe Jeans en el Anexo 04-L.

### 5.3. Consideraciones Económicas

Como parte de la metodología, es pertinente considerar ciertos aspectos económicos de la implementación de la propuesta. Debido a esto, esta metodología presenta: *Consideraciones Económicas* (D-019), las cuales se encuentran en el Anexo 03-K.

Adicionalmente y de acuerdo con las características de la empresa caso de estudio, se elaboró un análisis de factibilidad donde se resalta la viabilidad económica del proyecto. Para este se realizó una proyección de 5 años, en donde se tuvieron en cuenta los ingresos y costos adicionales correspondiente a la implementación de la propuesta de un producto fabricado a partir de materiales sostenibles. Como primer punto, se estableció que anualmente se produciría una cantidad específica de jeans correspondiente a una colección eco-fashion, ésta consta de 480 jeans. Este valor lo determina Deluxe Jeans, como valor estándar de pruebas de nueva colección, teniendo en cuenta las implicaciones del cambio del insumo textil. De igual manera, al efectuarse el cambio de materia prima, no se consideraría como un costo adicional debido a que la diferencia entre el costo de la adquisición de la nueva tela no sería significativa frente al costo de la importación e impuestos del insumo que se maneja actualmente.

Como se menciona en las *Consideraciones Económicas*, la implementación de paneles solares y luminarias LED es un rubro que se debe tener en cuenta en el análisis de factibilidad como una inversión más no como un gasto, ya que a largo plazo generaría un ahorro en términos del consumo energético de la maquinaria. Se debe tener en cuenta que el mayor consumo se genera en la lavandería, razón por la cual solo se calculó el valor correspondiente a su instalación en este lugar.

En el Anexo 09 se presenta el análisis de factibilidad que incluye los aspectos mencionados anteriormente, obteniendo una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 17,14% y un Valor Presente Neto (VPN) de \$16.535.542 en un periodo de 5 años. Como se observa, se obtuvo una TIR mayor al Costo Promedio del Capital (WACC), que se estableció en un 13%, lo que indica que el proyecto es viable. Además, como el VPN es un valor mayor a cero, este valor indica cuánto se gana con el proyecto después de recuperar la inversión, esto quiere decir que el proyecto crea valor para la empresa caso de estudio.

## 6. Tramite del Sello Ambiental

El proceso de trámite para obtener el SAC inicia con la solicitud a uno de los Organismos Nacionales de Certificación (ONAC), entidad que debe certificar que la empresa cuenta con los requerimientos técnicos de la NTC 6238. Una vez obtenido este aval, se procede a hacer la solicitud a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). La ANLA es quien finalmente aprueba la utilización del SAC por parte de la empresa.

### 6.1. Formato Control de Ejecución de Tramite

Con el propósito de facilitar el registro de información en este proceso, se diseñó un formato en el cual se podrá visualizar de manera rápida y clara los aspectos más relevantes para el trámite. De igual manera, este formato brinda información sobre cuáles son los organismos de certificación autorizados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. El formato *Control de Ejecución de Tramite* (D-020) se encuentra en el Anexo 03-L.

## 7. Medición de Resultados

Como último paso, se propone medir el impacto que tendría la propuesta de implementación en los consumidores. Como mecanismo de medición se sugiere la realización de un diseño de experimentos. Esta metodología presenta una *Guía de Planteamiento del Experimento* (D-021), ver Anexo 03-M. De igual manera, la aplicación de este mecanismo de medición se puede observar en la sección 4.2.2 de este documento.

Para este proceso se usó la definición de población objetivo de Deluxe Jeans definida bajo una segmentación:

- Demográfico:
  - Rango de edad: entre 18 y 55 años.
  - Género: mujer.
  - Poder adquisitivo: de estratos medios/altos.
- Geográfico:
  - País: Colombia
  - Ciudad: Bogotá DC.
  - Localidad: Chapinero.
- Por beneficio: mujeres que buscan en un jean: calidad, durabilidad, diseño, forma favorable y variedad en color.

Con el fin de conocer mejor a la población objetivo trabajada se presenta un mapa de empatía presentado en el Anexo 04-M, el cual permitirá conocer los distintos intereses, aspiraciones y características de compra. Además, expresa de manera más clara y sencilla las diferentes necesidades que demuestra este tipo de cliente, permitiendo así que la compañía pueda tomar estos puntos y convertirlos en oportunidades de desarrollo o implementación tanto de producto como de medio de comunicación. De acuerdo con lo anterior se pueden identificar falencias o desvíos de comunicación para así direccionarlos rápidamente de la manera adecuada. Como se halló en este experimento, la falta de conocimiento por parte de las clientas y el impedimento para la compra del tipo de producto propuesto fueron un factor relevante, lo que brinda uno de los puntos de partida en el direccionamiento del producto y su campaña.

Como mecanismo para medir el impacto de la aplicación de la metodología, se propone emplear la herramienta utilizada ampliamente en la investigación de mercados: Voz del Cliente (VoC). Ésta permite generar estrategias centradas en el cliente, con las cuales la empresa podrá conocer la experiencia que ha tenido el cliente con el producto o la marca en general. Asimismo, permite que la voz del cliente pueda escucharse a través de diferentes plataformas. Lo que plantea la herramienta es la creación de métodos de recolección de las opiniones, experiencias, retroalimentaciones, quejas y reclamos de los consumidores, pues con esta información la empresa puede responder preguntas como: ¿Qué es lo que busca un cliente? ¿Qué necesita un cliente? Para de esta manera, enfocar sus esfuerzos a mejorar la experiencia del consumidor. La recolección de información se hace principalmente a través de encuestas de satisfacción.

Una de las principales herramientas asociadas a la Voz del Cliente es el Net Promoter Score (NPS), en donde, con una sola pregunta, se podrá determinar si el consumidor está dispuesto a recomendar la marca. Una vez implementada la metodología por completo en la empresa de confección, es importante evaluar la aceptación de los consumidores en cuanto al cambio de tela, para esto se sugiere el cálculo del indicador NPS, el cual, mediante una escala entre -100 y 100, mide la lealtad que tienen los clientes hacia los cambios que pueda realizar la empresa, en este caso el cambio de insumo en su producto principal, el jean. Este indicador plantea una sola pregunta, ¿Qué tan probable es que recomiende un jean elaborado a partir de fibras supra-recicladas? Para poder llevar a cabo la encuesta de manera eficiente la respuesta a esta pregunta debe ser un número en la escala de 0 (nada probable) a 10 (sumamente probable) en donde según el resultado cada encuestado puede ser:

- Detractor: aquel que su respuesta se encuentra entre 0 y 6. Esto representa que la persona no se encuentra satisfecho con el producto y que la probabilidad de recomendarlo a un conocido es baja.
- Pasivo: aquel que su respuesta es 7 u 8. En este caso se hace referencia a un cliente que se encuentra satisfecho con el producto y que percibe positivamente el cambio de la tela.
- Promotor: aquel que responde a la pregunta con 9 o 10, indicando que además de encontrarse satisfecho con el cambio de tela, es muy probable que recomiende el producto a personas dentro de su círculo social.

Una vez realizada la encuesta para hallar el indicador NPS se debe restar el porcentaje de detractores del porcentaje de promotores de la siguiente manera:

$$NPS = \% \text{ Promotores} - \% \text{ Detractores}$$

Esta diferencia puede tomar valores positivos o negativos siendo el caso ideal el que el resultado sea un valor positivo cercano a 100, ya que así se puede evidenciar que el cambio realizado de insumo para la producción del jean es percibido positivamente en los consumidores. Con el fin de ejemplificar el cálculo del indicador NPS y

poder visualizar los distintos casos que se pueden presentar en los resultados, en el Anexo 10 se realizó una simulación sencilla. En esta se puede ver cómo se comporta el indicador NPS teniendo en cuenta la cantidad de promotores y detractores que resultaron de la muestra, que en este caso fue la misma muestra representativa de 291 personas que se manejó para el desarrollo de las encuestas anteriormente mencionadas. En la simulación se puede editar el número de replicas para tener mayor precisión en el cálculo.

Cabe resaltar que adicional a la pregunta principal del estudio, se pueden hacer preguntas demográficas como: nombre, estrato, género o edad. Esto con el fin de poder realizar el estudio después de cierto periodo de tiempo, por ejemplo 6 meses después, a los mismos individuos luego de que estos adquirieron el producto, para analizar cómo cambia su percepción de este. También se pueden realizar preguntas complementarias como: ¿Cuál es el motivo de su puntuación? y ¿Cómo podría mejorar su percepción en cuanto al producto (jean)? Estas preguntas se hacen con el fin de entender por qué la elección del encuestado en la escala de calificación de la pregunta principal.

## 8. Limitaciones, conclusiones y recomendaciones

Finalmente, se puede observar cómo la metodología para la transición de un proceso tradicional a uno sostenible a través de la adopción de fibras supra recicladas se implementó parcialmente. Como se observa en el *Formato de Control de Ejecución* (D-018) en el Anexo 04-L, se realizaron 17 actividades, representando que la metodología se ejecutó en un 73,91%. De igual manera, es importante resaltar que la Norma Técnica evaluada expone únicamente los requerimientos con los que se debe cumplir, más no presenta un paso a paso o un cómo hacerlo. Más allá de solicitar los servicios de unos de los Organismos de Certificación (ONAC), no se contaba con un documento que proporcionará a empresas del sector textil herramientas para cumplir con los requerimientos de la NTC 6238, ni metodologías en general que faciliten el cumplimiento de normas técnicas y que por ende permitan la obtención de sellos como el SAC, como se demostró en la sección de antecedentes, donde se realizó una revisión de fuentes.

A modo de recomendación, se sugiere a FTMH-Deluxe Jeans continuar con la implementación de la metodología y hacer el cambio del insumo textil como materia prima principal. Pues como se planteó anteriormente, se propone cambiar la tela hecha de 98% algodón y 2% spandex a una tela producida a partir de fibras supra-recicladas hecha a partir de plástico PET, en donde la nueva composición sería 50% botellas plásticas y 50% algodón recuperado. Para de esta manera, reducir considerablemente el impacto ambiental negativo que tiene la producción de un jean.

Actualmente, se está incrementando el número de empresas que se suman a los esfuerzos de reducir su impacto ambiental. Por ejemplo, H&M hizo que más del 50% de sus materiales sean reciclados (Martinez, 2019), seguido de Levi's, con su campaña de *WaterLess*, con la que reduce su consumo de agua en la confección de sus productos (El Comercio, 2021) y American Eagle con la creación de su sello *Real Good* al comprometerse a usar materias primas sostenibles y reducir el uso de agua y energía (bitácora, 2021). Es por esto que se propone que FTMH – Deluxe Jeans se sume a estas empresas que buscan alternativas sostenibles al utilizar materiales reciclados y el poder usar sellos ecológicos, como el SAC, en sus productos para diferenciarse de los demás.

Por último, se recomienda que los esfuerzos de la empresa se orienten a dar a conocer el producto y sus ventajas, ya que como se observó en los resultados de las encuestas realizadas, 36% de los consumidores encuestados no conocen de marcas que ofrecen productos fabricados con materias primas sostenibles, recicladas o que cuentan con procesos sostenibles. Igualmente, la campaña de mercadeo que se debe realizar a largo plazo para el jean producido a partir de fibras supra-recicladas, debe informar a los consumidores que estos productos sostenibles no son más costosos, como se reflejó en la encuesta, en donde 23% de los encuestados pensaron que estos productos llegan a ser más costosos que los fabricados con telas tradicionales. Las comunicaciones de la empresa que apliquen modelos más sostenibles deben enfocarse en difundir el producto sostenible, para que así se logre un cambio en la manera en que la industria textil funciona actualmente y así deje de ser una de las más contaminantes en el mundo.

Tras desarrollar este trabajo de grado, se identificaron como limitaciones que, para el caso de FTMH, el acceso a información no fue fácil por ser considerada confidencial. Por esta razón, para el cálculo de consumos energéticos por unidad producida se realizó una estimación con los datos aproximados de consumo mensual que se

suministraron verbalmente. Adicionalmente, no fue posible obtener algunas referencias exactas de maquinaria debido a que llevan muchos años en operación, como es el caso de las lavadoras y secadoras, en las cuales no se podía identificar la referencia, modelo o marca de la máquina. Además, no se contaba con las fichas técnicas de las cuales se pudieran extraer datos de consumo específicos. Finalmente, la implementación en la empresa de las propuestas como resultado de la metodología diseñada, no está considerado en este trabajo, pero se recomienda su realización en futuros trabajos.

## 9. Referencias

- Adidas. (2020). Adidas. Recuperado el Marzo de 2021, de 5 años Adidas X Parley: <https://www.adidas.co/parley>
- Aitex. (2021). CERTIFICADO OEKO-TEX. Recuperado el Noviembre de 2021, de Aitex: <https://www.aitex.es/certificado-oeko-tex-standard-100/>
- Baker, J. R., & Luu, T. T. (8 de January de 2021). Exploring Consumers' Purchase Intention of rPET Bottle-Based Apparel in an Emerging Economy. *Journal of Open Innovation: Technology Market, and Complexity*.
- Beltrán, H., Moreno Samaniego, R., & Padilla Valés, N. (2015). Identificación de Requisitos Legales y Otros Requisitos "Matriz Legal". Idumil.
- Bitácora. (16 de Marzo de 2021). American Eagle comprometidos en avanzar hacia materias primas sostenibles y reducir el uso de agua y energía presenta Real Good. Obtenido de <http://bitacoranoticias.com/american-eagle-comprometidos-en-avanzar-hacia-materias-primas-sostenibles-y-reducir-el-uso-de-agua-y-energia-presenta-real-good/>
- Brañez Sanchez, M., Gutiérrez, R., Pérez, R., & Valle, P. (Julio - Diciembre de 2018). Contaminación de los ambientes acuáticos generados por la industria textil. *CAMPUS, XXIII(26)*, 129-144.
- Bravo, J. E. (10 de Agosto de 2009). *Revista Unam*. Recuperado el 1 de Febrero de 2022, de <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num8/art54/int54-2.htm>
- Carvajal. (s.f). Certificaciones. Recuperado el Abril de 2021, de Certificaciones-SAC: <https://www.propal.com.co/certificaciones/>
- Chakraborty, S., & Biswas, M. C. (2020, May 29). 3D printing technology of polymer-fiber composites in textile and fashion industry: A potential roadmap of concept to consumer. *Composite Structures*.
- De Angelis, M., Adiguzel, F., & Amatulli, C. (1 de Octubre de 2016). The role of design similarity in consumer evaluation of new green products: An investigation of luxury fashion brands. *Journal of Cleaner Production*, 1515-1527.
- Deluxe. (2020). Etiqueta Jean Ref. Zinia. Bogotá, Colombia.
- Dhir, A., Sadiq, M., Talwar, S., Sakashita, M., & Kaur, P. (7 de Diciembre de 2020). Why do retail consumers buy green apparel? A knowledge-attitude-behaviour-context perspective. *Journal of Retailing and Consumer Services*.
- Diaz, A. (14 de December de 2020). Statista. Recuperado el Febrero de 2021, de Producción de plásticos a nivel mundial de 1950 a 2018 (en millones de toneladas métricas): <https://es.statista.com/estadisticas/636183/produccion-mundial-de-plastico/>
- Didi, S., Yan, R.-N., Bloodhart, B., Bajtelsmit, V., & McShane, K. (18 de Febrero de 2019). Exploring young adult consumers' sustainable clothing consumption intention-behavior gap: A Behavioral Reasoning Theory perspective. *Sustainable Production and Consumption*, 200-209.
- El Comercio. (23 de Abril de 2021). El proyecto de Levi's que invita a tomar conciencia sobre el futuro de nuestro planeta. Obtenido de <https://elcomercio.pe/viu/moda/moda-medio-ambiente-el-proyecto-de-levis-que-invita-a-tomar-conciencia-sobre-el-futuro-de-nuestro-planeta-noticia/?ref=ecr>

- El cuaderno del PorqueBiotecnología. (s.f). El cuaderno del PorqueBiotecnología. Obtenido de [https://www.porquebiotecnologia.com.ar/Cuadernos/El\\_Cuaderno\\_73.pdf](https://www.porquebiotecnologia.com.ar/Cuadernos/El_Cuaderno_73.pdf)
- Espejo, F. (19 de Marzo de 2014). Turismo Sostenible. Recuperado el 2021 de Abril, de Certificaciones Ambientales: <https://sites.google.com/site/turismosostenibleunidad2/4-2-1-certificaciones-ambientales>
- Espinel, E. (21 de Agosto de 2009). PURIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE  $\alpha$ -AMILASA DE PENICILLIUM COMMUNE PRODUCIDA MEDIANTE FERMENTACIÓN EN FASE SÓLIDA. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcolquim/article/view/13396/36546>
- Fashion Touch Martínez/Hernandez S.A.S. (2020). Informe Institucional. Corporativo, Fashion Touch Martínez/Hernandez S.A.S, Bogotá.
- Franco, I., & Vargas, K. (2020). Ventaja del sello ambiental colombiano en el posicionamiento de marca [Tesis de Pregrado, Universidad Santiago de Cali]. Recuperado de: <https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/4734/VENTAJA%20DEL%20SELLO.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Garzón Rengifo, D. (31 de Julio de 2020). La industria textil, un sector importante en la economía de Colombia. Recuperado el Marzo de 2021, de Revista CECAN E3: <https://cecane3.com/la-industria-textil-un-sector-importante-en-la-economia-de-colombia/>
- Green Peace; Universidad de los Andes. (2019). Situación actual de los plásticos en Colombia y su impacto en el medio ambiente. Green Peace. Bogotá: MASP.
- ICONTEC. (19 de Julio de 2017). Norma Técnica Colombiana 6238. Etiquetas Ambientales Tipo I. Sello Ambiental Colombiano (SAC). Criterios Ambientales para Materiales Textiles, Insumos para la Confección y Producto Terminado. Bogotá, Colombia.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (19 de Julio de 2017). Etiquetas Ambientales Tipo I. Sello Ambiental Colombiano (SAC). Criterios Ambientales para Materiales Textiles, Insumos para la Confección y Producto Terminado. Bogotá, Colombia.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2002). NTC 3205 Guía para plásticos y codificación. Bogotá: ICONTEC.
- Lamb, C. W., Hair, J. F., & McDaniel, C. (2011). Marketing. México D.F, Mexico D.F: Cengage Learning Editores.
- Levi Strauss & Co. (2015 de 2015). The Lifecycle of a Jean - Understanding the environmental impact of a pair of Levi's® 501® jeans. Obtenido de <https://www.levistrauss.com/wp-content/uploads/2015/03/Full-LCA-Results-Deck-FINAL.pdf>
- Levi's. (2021). Obtenido de Jean Levi's® 501® Crop para mujer: <https://www.levi.com.co/jean-501®-crop-203599-501/p>
- Madre Tierra. (2021). ¿Cómo se fabrican telas a partir del PET? Obtenido de <https://madretierra.com.co/blogs/tips-de-sostenibilidad/como-se-utiliza-el-pet-en-la-industria-textil>
- Martinez, J. (2019). H&M se vuelve sostenible: más del 50 por ciento de su material es reciclado. Obtenido de <https://fashionunited.co/noticias/empresas/h-m-se-vuelve-sostenible-mas-del-50-por-ciento-de-su-material-es-reciclado/2019040526344>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). Guía de emisiones de compuestos orgánicos volátiles. Bogotá: Minambiente.
- Ministerio de Ambiente. (2021). Sello Ambiental Colombiano. Recuperado el Marzo de 2021, de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/366-plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-19>



- Ministerio de Comercio. (2020). Certificaciones internacionales de Calidad para el Sistema Moda. Colombia Productiva.
- Moorhouse, D. (2020, July 24). Making Fashion Sustainable: Waste and Collective Responsibility. One Earth.
- Mutingi, M. (2013). Developing green supply chain management strategies: A taxonomic approach. *Journal of Industrial Engineering and Management*.
- Naciones Unidas. (12 de Abril de 2019). El costo ambiental de estar a la moda. Recuperado el Febrero de 2021, de Naciones Unidas: <https://news.un.org/es/story/2019/04/1454161>
- Notaro, S., & Paletto, A. (2 de September de 2020). Consumers' preferences, attitudes and willingness to pay for bio-textile in wood fibers. *Journal of Retailing and Consumer Services*.
- ONU. (2019, Abril 12). Noticias de la ONU. Retrieved from Noticias de la ONU: <https://news.un.org/es/story/2019/04/1454161>
- Ortiz, Y., & Garzón, M. (2015). Lineamientos generales para la obtención del sello ambiental colombiano al proceso productivo de los ladrillos fabricados con escombros generados en las actividades de construcción. [Tesis de Pregrado, Universidad Libre]. Recuperado <https://repository.unilivre.edu.co/bitstream/handle/10901/7955/LINEAMIENTOS%20GENERALES%20PARA%20EL%20OTORGAMIENTO%20DEL%20SELLO%20AMBIENTAL%20COLOMBIANO%20A%20LADRILLOS%20HECHOS%20A%20P.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Parentesis. (30 de Junio de 2020). parentesis.disenio. Recuperado el Marzo de 2021, de Instagram: <https://www.instagram.com/p/CCFPhjNJ9jE/?igshid=14ncx04qq00na>
- Pookulangara, S., & Shephard, A. (20 de Enero de 2013). Slow fashion movement: Understanding consumer perceptions—An exploratory study. *Journal of Retailing and Consumer Services*.
- #PorElClima. (s.f.). Por el clima. Obtenido de <https://porelclima.es/toolbox/2521-productos-de-limpieza>
- Portafolio. (25 de Septiembre de 2015). Portafolio Empresas. Recuperado el Abril de 2021, de Procesos empresariales se destacan con sellos ambientales: <https://www.portafolio.co/negocios/empresas/procesos-empresariales-destacan-sellos-ambientales-40862>
- Procolombia. (23 de Enero de 2020). Más de US\$12 millones en negocios dejó la misión compradores en Colombiatex 2020. Recuperado el Febrero de 2021, de Sala de Prensa | PROCOLOMBIA: <https://procolombia.co/noticias/mas-de-us12-millones-en-negocios-dejo-la-mision-compradores-en-colombiatex-2020>
- Puentes, A. (24 de Enero de 2019). ¿Sabes cuánto le cuesta al planeta producir un 'jean'? El Tiempo.
- Pure chemistry. (13 de diciembre de 2019). Pure Vhemistry. Recuperado el 1 de Febrero de 2022, de <https://www.purechemistryonline.com/blog/etoxilados>
- Rausch, T. M., & Koppling, C. S. (28 de Agosto de 2020). Bridge the gap: Consumers' purchase intention and behavior regarding sustainable clothing. *Journal of Cleaner Production*.
- Road Map to Zero. (2015). Road Map to Zero. Obtenido de roadmaptozero: <https://www.roadmaptozero.com/?locale=es>
- Rueda, S., Ubaque, Y., & Quijano, P. (2014). Diseño de una cartilla guía dirigida a los empresarios de bogotá acerca de los pasos para la implementación de los sellos verdes en su empresa. [Tesis de Especialización, Universidad La Gran Colombia]. Recuperado de: [https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/4522/Cartilla\\_empresarios\\_sellos\\_verdes.pdf?sequence=1](https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/4522/Cartilla_empresarios_sellos_verdes.pdf?sequence=1)
- Sandin, G., & Peters, G. M. (2018, February 24). Environmental impact of textile reuse and recycling e A review. *Journal of Cleaner Production*.
- SICEX Promoting Global Trade. (5 de Julio de 2019). Recuperado el Marzo de 2021, de Colombia: un país con potencial en la industria textil: <https://sicex.com/colombia-un-pais-con-potencial-en-la-industria-textil/>

Singh, A. A., Majumdar, A., Arora, S., & Shukla, S. (2020, April 29). Circular fashion: Properties of fabrics made from mechanically recycled poly-ethylene terephthalate (PET) bottles. *Resources, Conservation & Recycling*.

Valerio, O., Muthuraj, R., & Codou, A. (3 de Julio de 2020). Strategies for polymer to polymer recycling from waste: Current trends and opportunities for improving the circular economy of polymers in South America. Obtenido de Special issue on South America.

Vidal, J. (2009). The Guardian. Obtenido de Health risks of shipping pollution have been 'underestimated' - Shipping by numbers: <https://www.theguardian.com/environment/2009/apr/09/shipping-pollution>

Zarza, L. (s.f). iAgua. Obtenido de ¿Qué es la Eutrofización?: <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-eutrofizacion>