



Facultad de Ingeniería y Computación

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“ANÁLISIS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR APLICADA A LA
INDUSTRIA TEXTIL PARA LA FABRICACIÓN DE TEXTILES A
PARTIR DE RESIDUOS TEXTILES PRE Y POST CONSUMO”**

Trabajo de Investigación presentado por los
alumnos de la Escuela Profesional de
Ingeniería Industrial:

ANA PAULA HUERTA HERRERA

**DIEGO ANTONIO IRRAZABAL
CARBAJAL**

Para optar por el grado académico de
bachiller en Ingeniería Industrial.

Asesor: Dr. José María Antonio Corrales Nieves y Lazarte

Arequipa, 2019

Título

“Análisis de la economía circular aplicada a la industria textil para la fabricación de textiles a partir de residuos textiles pre y post consumo”

“Analysis of the circular economy applied to the textile industry for the manufacture of textiles from pre- and post-consumer textile waste”

Dedicatoria

Queremos dedicarle este trabajo de investigación a Dios por darnos la fortaleza para continuar aun cuando ya no las teníamos, al igual que nuestra familia por apoyarnos en cada paso que hayamos dado en este proceso y a nuestros profesores que fueron de guía para poder tener los conocimientos para realizar esta tesina.

Agradecimientos

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres: José Antonio y Siomara; y a Omar y Paola; por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras capacidades y expectativas, y también por los valores y principios que nos han inculcado.

Agradecemos también a nuestros docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica San Pablo, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de nuestra preparación profesional, de manera especial, al doctor José María Corrales Nieves, quien fue asesor de nuestra investigación y quien ha guiado con paciencia y conocimientos el desarrollo de la presente tesina.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación realizó un análisis bibliográfico sobre el reciclaje de residuos textiles pre y post-consumo para transformarlo en materia prima para otros procesos mediante la economía circular. El interés sobre el tema partió del conocimiento de los impactos que la industria textil genera, a raíz de ello se buscaron alternativas de solución, encontrando que el reciclaje textil representa una oportunidad para lograr sostenibilidad. Por lo cual el propósito principal que se busca mediante la presente investigación es dar a conocer la oportunidad que representa su implementación, para lo cual se aportará con conceptos previos que se necesitan conocer para llevar a su comprensión, conocer los factores que están implicados en su adopción y los beneficios y desafíos que representa para su aplicación en la industria.

Para la recolección de información se realizó una búsqueda de artículos científicos, tesis y libros relacionados con el tema, y que sean provenientes de fuentes confiables utilizando buscadores como el Scopus, Google Scholar, Science Direct.

Se obtuvo como resultados que para su desarrollo es necesario conocer sobre ecología industrial y simbiosis, relacionados a su vez con lograr un desarrollo sostenible; que su implementación es necesaria, sin embargo esto implica desarrollar herramientas desde el diseño como análisis del ciclo de vida, de la cuna a la cuna e implementar una logística inversa de ciclo cerrado para realizar la recolección de prendas; finalmente se pudo conocer que brinda beneficios en los aspectos económico, social y sobretodo ambiental, pero para ello es necesario realizar una optimización de los procesos y tecnología implicados.

Palabras Clave: Desarrollo sostenible, Fast Fashion, Análisis Ciclo de Vida, Economía Circular, Reciclaje textil, Fibras Textiles

ABSTRACT

The present research work carried out a bibliographic analysis on the recycling of pre and post-consumer textile waste to transform it into raw material for other processes through the circular economy. The interest on the subject was based on the knowledge of the impacts that the textile industry generates, as a result, alternative solutions were sought, finding that textile recycling represents an opportunity to achieve sustainability. Therefore, the main purpose that is sought through this research is to present the opportunity that represents its implementation, for which it will be provided with previous concepts that need to be known to lead to its understanding, to know the factors that are involved in its adoption and the benefits and challenges it represents for its application in the industry.

For the collection of information, a search of scientific articles, theses and books related to the subject was carried out, and that they come from reliable sources using search engines such as Scopus, Google Scholar, Science Direct.

It was obtained as results that for its development it is necessary to know about industrial ecology and symbiosis, related in turn to achieve sustainable development; that its implementation is necessary, however this implies developing tools from the design as analysis of the life cycle, from the cradle to the cradle and implement a reverse logistics of closed cycle to carry out garment collection; Finally, it was known that it provides benefits in the economic, social and above all environmental aspects, but for this it is necessary to perform an optimization of the processes and technology involved.

Keywords: Sustainable Development, Fast Fashion, Life Cycle Analysis, Circular Economy, Textile Recycling, Textile Fibers

INDICE GENERAL

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	10
1.1. Planteamiento del problema	10
1.1.1. Descripción del Problema.....	10
1.1.2. Formulación del Problema	12
1.1.3. Sistematización del problema.....	12
1.2. Objetivos de la Investigación	12
1.2.1. Objetivo General	12
1.2.2. Objetivos Específicos	13
1.3. Justificación.....	13
1.4. Delimitación.....	15
CAPÍTULO II: ASPECTOS METODOLÓGICOS	17
2.1. Tipo de estudio	17
2.2. Método de investigación	17
2.3. Fuentes para recolección de información.....	18
2.4. Tratamiento de la información	18
CAPÍTULO III: MARCO DE REFERENCIA	20
3.1. Estado del arte	20
3.2. Marco teórico - conceptual.....	22
3.2.1. Economía circular.....	22
3.2.1.1. Desarrollo sostenible.....	22
3.2.1.2. Ecología Industrial	24
3.2.1.3. Cradle to Cradle o de la Cuna a la Cuna	27
3.2.2. Industria Textil	29
3.2.2.1. Crecimiento de la industria textil.....	29
3.2.2.2. Análisis de la cadena de valor de la industria textil.....	30
3.2.2.3. Impactos del sector textil	32
3.2.2.4. Fast Fashion	35
3.2.3. Economía Circular en la Industria Textil	36

3.2.3.1. Análisis del ciclo de vida producto (LCA)	39
3.2.3.2. Logística inversa de ciclo cerrado.....	40
3.2.3.3. Reciclaje Textil	41
3.2.3.4. Impactos del reciclaje textil	46
3.2.3.5. Otras implicancias de la aplicación del reciclaje textil	47
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	49
4.1. Resultados	49
4.2. Conclusiones y recomendaciones.....	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Industrias implicadas en la cadena de suministro de la industria textil.	32
Ilustración 2. Cadena de valor de la industria textil.....	33
Ilustración 3. Ciclo de vida de la moda pasajera.....	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados del primer objetivo.	49
Tabla 2. Resultados del segundo objetivo.....	51
Tabla 3. Resultados del tercer objetivo.	53
Tabla 4. Resultados del cuarto objetivo.....	56
Tabla 5. Resultados del quinto objetivo.....	58

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1. Problema

1.1. Planteamiento del Problema:

1.1.1. Descripción del Problema:

Actualmente, la industria textil está yendo en constante crecimiento, generando oportunidades de empleo, aportando al crecimiento de países emergentes, creando economías, sin embargo se han presentado algunos desafíos a los cuales esta industria en la mayoría de los casos no ha sabido anteponerse o enfrentar de manera adecuada; el problema radica en que se sigue usando una economía lineal, cuyo impacto en el ambiente, sociedad y economía es perjudicial y puede hacer que esta industria en un futuro cercano sea insustentable.

La industria textil se encuentra expuesta a una mayor demanda, esto no solo se debe al crecimiento demográfico de los últimos años, sino también al consumismo. Solo en el año 2014 en Latinoamérica se produjo alrededor de 1,082,200 toneladas entre prendas de algodón, poliéster, poliamida y viscosa, con un consumo per cápita de 13.3 kg de prendas por habitante, según el IEMI (Instituto de Estudios y Marketing Industrial).

Otro factor que ha presionado a la industria es la alta competitividad que existe en este rubro. Es así que por querer ganar mayor participación en el mercado y poder cumplir con la demanda las empresas optan por el “fast fashion” definida por Barnes y Lea-Greenwood (2006), como una estrategia de negocio que actualmente las empresas vienen desarrollando; el cual, busca reducir las operaciones involucradas en la cadena de suministro para lograr productos acabados, prendas, lo más pronto posible en los almacenes, reduciendo costos, especialmente en los procesos de fabricación y

manufactura, para satisfacer las necesidades de sus clientes de manera rápida, así se obtiene un producto cuya vida útil será muy corta, es decir que después de aproximadamente 1 año desde su compra esta prenda terminará en vertederos, rellenos sanitarios o siendo incinerada.

Los estudios demuestran que de todas las prendas que son desechadas sólo un 8-10% de ésta es reciclada, mientras que aproximadamente el 90% restante contribuye a la contaminación de océanos, suelo y aire. Sin embargo, no basta con reciclarlas pues otro efecto de la sobreproducción de prendas es que las fuentes de materia prima necesarias para el proceso de producción se están agotando de manera acelerada y, además, requieren de productos dañinos para el ambiente como para la salud de las personas, como por ejemplo el uso de pesticidas, plaguicidas y fertilizantes químicos en el proceso de cultivo y siembra del algodón para las prendas.

Es por todo lo descrito anteriormente que surge la necesidad de un cambio en el paradigma de producción, así como en la cultura de las empresas involucradas; la solución que muchos autores piensan es la más adecuada es la economía circular, este término será descrito posteriormente y se espera conocer los beneficios que aportaría este modelo mediante el reciclaje de prendas post - consumo y retazos post-industrial para la obtención de materia prima para que esta vuelva a ser utilizada en los procesos de producción

1.1.2. Formulación Del Problema:

La presente investigación se centrará en darle respuesta a el siguiente problema, ¿Cuáles son las oportunidades de implementar el reciclaje de residuos textiles pre y post-consumo para su transformación en materia prima por medio de la economía circular?

1.1.3. Sistematización del Problema:

Para obtener una respuesta a la pregunta principal y poder ahondar más en el tema, se decidirá en subdividir el problema en las siguientes preguntas:

- ¿Qué conceptos anteceden a la economía circular?
- ¿Qué diferencias se encuentran entre la economía lineal y la economía circular?
- ¿Qué recursos y conocimientos implicaría optar por una economía circular en la industria textil?
- ¿Qué beneficios brindaría el utilizar la economía circular aplicando reciclaje para una empresa textil?
- ¿Qué tipos de textiles son factibles reprocesar y cuáles son los posibles productos finales?

1.2. Objetivos de la Investigación:

1.2.1. Objetivo General:

Al responder dichas preguntas, se podrá responder a la pregunta principal y así lograr el objetivo de conocer las oportunidades de implementar la economía circular del reprocesamiento de prendas post consumo y retazos post industriales.

1.2.2. Objetivos Específicos:

Además, que se podrá tener un conocimiento mayor para poder contestar los siguientes objetivos secundarios:

- Determinar los conceptos que anteceden a la economía circular
- Conocer las diferencias que existen entre la economía lineal y la economía circular
- Identificar los recursos y conocimientos que implicaría optar por una economía circular en la industria textil
- Conocer los beneficios que brinda el utilizar la economía circular aplicando el reciclaje en una empresa textil
- Identificar los tipos de textiles factibles a reciclar y cuales poseen mayor prioridad

1.3. Justificación:

1.3.1. Conveniencia:

El reciclaje y la sostenibilidad son aspectos que ya vienen tratándose desde tiempo remotos, como consecuencia el pensamiento consumista de las personas está dando un giro debido a la concientización del grave impacto que está generando la industria textil en el medio ambiente, siendo considerada la segunda industria más contaminante debido a que consume recursos de los cuales muchos de estos son no renovables; además genera un gran volumen de residuos y grandes cantidades de gases de efecto invernadero en su proceso de producción. Ante esta problemática, nace la idea de implementar la economía circular en la industria textil como una manera de cerrar el ciclo, evitando que las prendas y otros residuos no sean arrojados en los vertederos ni incinerados, sino que se les pueda

dar un mejor uso por medio de las distintas formas de reciclaje, promoviendo la sostenibilidad, una mayor productividad y genera como resultado una mayor competitividad en el mercado.

El conocimiento que se tiene sobre el tema de economía circular es basto, pero este es limitado en cuanto a la aplicación de ésta a la industria textil, motivo por el cual incita a indagar y explorar más sobre el tema. Este se encuentra relacionado con la carrera de Ingeniería Industrial debido a que se hará un análisis relacionado a procesos, investigación sobre los impactos del proceso al medio ambiente y los beneficios que genera su implementación; lo que será de ayuda para las posteriores generaciones de la carrera.

1.3.2. Justificación teórica:

La presente investigación nace del deseo de profundizar, abordar y otorgar conocimiento sobre la economía circular en la industria textil como solución a la contaminación ambiental que esta produce. Asimismo, se brindará a lo largo de toda la investigación los beneficios de implementarla, qué recursos y desafíos implica y cuáles son los resultados positivos obtenidos por empresas mundiales que ya lo han aplicado.

1.3.3. Justificación Metodológica:

El trabajo de investigación se basará en la revisión bibliográfica de artículos científicos basados en tesis de autores provenientes de distintas partes del mundo. La base de datos a utilizar proviene de Google Scholar, Scopus, Science Direct y solo se

considerarán artículos de entre 1 a 20 años de antigüedad debido a la novedad de algunos temas relativos al estudio.

1.3.4. Justificación Práctica:

La presente investigación servirá como fuente de información para poder tener un fundamento teórico para su posterior uso en la realización de una tesis acerca de una probable optimización o de un sistema de reciclaje de residuos textiles mediante la economía circular para alguna industria textil de Arequipa.

1.4. Delimitación

Para poder enfocar adecuadamente el problema y poder responder a las preguntas planteadas anteriormente se procederá a delimitar el estudio en 3 tipos:

1.4.1. Delimitación temática:

La presente investigación abordará estudios anteriores sobre la economía circular que ha sido aplicada a la industria textil, específicamente a las prendas y retazos textiles post-consumo.

1.4.2. Delimitación espacial:

La presente investigación se enfocará en recolectar información acerca de estudios y teorías vistas en todo el mundo, específicamente en Europa y Asia; debido a que es en esos continentes donde más se ha desarrollado la industria textil y donde tecnologías y nuevos procesos se han implementado

1.4.3. Delimitación temporal:

La presente investigación se desarrollará desde el día 26 de Agosto de 2019 hasta el día 06 de Diciembre del mismo año.

CAPÍTULO II: ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.1. Tipo de Estudio

Para la presente investigación se optó por realizar un estudio exploratorio no experimental debido a que solo se basará en la recopilación de información a través de la revisión bibliográfica proveniente de artículos de investigación, tesis y libros digitales y físicos para poder obtener un mayor conocimiento que nos permitan justificar el problema encontrado y responder a los objetivos planteados en la investigación.

2.2. Método de Investigación

2.2.1. Método de Análisis:

Se empleó el análisis para poder recopilar información referente al tema de investigación, y así se llegó a obtener como resultado aquellos conceptos que anteceden a la economía circular y aquellos métodos con los que tiene relación. También se empleó el análisis para poder encontrar información importante que fue utilizada en el marco teórico de la investigación.

2.2.2. Método de síntesis:

Se empleó la síntesis para relacionar las ideas tratadas por diferentes autores referentes a un mismo tema, y así se obtuvo un concepto más claro y confiable sobre un mismo tema. También se empleó la síntesis en los resultados y conclusiones para poder llegar a ideas específicas que resuman todo lo expuesto en el marco teórico.

2.3. Fuentes y técnicas para la recolección de información

2.3.1. Fuentes:

Para obtener información se recurrieron a fuentes secundarias, es decir aquella que ha sido recopilada y transcrita por otras personas. Esto se debe a que la naturaleza de la investigación solo se basa en un análisis bibliográfico, mas no experimental.

2.3.2. Técnicas:

El presente trabajo fue enfocado en una revisión documental de libros virtuales, documentos, artículos de investigación y tesis para poder tener información para la elaboración del marco teórico - conceptual del trabajo, además de haber conocido hasta qué punto se ha investigado del tema, el cual fue puesto en el estado del arte.

2.4. Tratamiento de la Información

2.4.1. Instrumento de Investigación:

Para poder realizar la presente investigación se utilizó el instrumento de búsqueda virtual en base de datos, debido a que se decidió optar por recoger información de fuentes confiables como Google Scholar, Scopus, Science Direct.

2.4.2. Proceso de Búsqueda:

Para encontrar la información utilizada en el trabajo de investigación, se optó por realizar una búsqueda por medio de palabras clave que tengan relación con el tema tratado, las cuales fueron: “reciclaje textil, economía circular, reciclaje de fibras, LCA, fast fashion, proceso sostenible”, las cuales al arrojarlos los resultados de búsqueda se trató de utilizar fuentes que no excedan de una antigüedad de 20 años.

2.4.3. Tratamiento de la información:

Para poder juntar y sintetizar las ideas clave de las fuentes de información consultadas, se optó por utilizar las “fichas de lectura”, el cual fue un instrumento que ayudo a resumir, sintetizar la información e identificar las palabras clave de cada fuente bibliográfica revisada para facilitar su uso en la redacción del marco teórico.

CAPÍTULO III: REFERENCIAL TEÓRICO

3. Marco de referencia

3.1. Estado del arte:

García Acosta (2018) propone el aprovechamiento o reciclaje de material textil en la ciudad de Bogotá para reprocesarlo y convertirlo en nueva materia prima para la producción de nuevas prendas, este proyecto lo analiza desde un enfoque de factibilidad técnica y económica.

En su estudio García describe el proceso desde el recojo o abastecimiento de prendas post consumo hasta cómo finalmente se obtiene fibra a partir de esta, cuál será la inversión necesaria y un análisis costo-beneficio para determinar su factibilidad. Además, incluye posibles estrategias para darle valor agregado al proceso. Llegando a la conclusión de que, si bien implementar este método puede resultar desafiante sobre todo en economías emergentes, como es el caso de muchos países latinoamericanos, es viable a realizarse por sus aportes técnicos y económicos.

Spathas (2017) quien en busca de una solución al impacto ambiental que significa producir nuevas prendas o incluso todo tipo de productos con material textil, y la problemática de desecharlos una vez que estos ya no se pueden reusar lo que conlleva a la incineración o acumulación de estos residuos; realiza una investigación del resultado de reciclar prendas evaluando el ciclo de vida útil, el impacto resultante de los procesos en distintas categorías en dos escenarios distintos uno de downcycling y otro en el que se utiliza materia prima recién extraída. Se realizó una comparación entre dos métodos de reciclaje distintos

Obteniendo como resultado que “el hilo reciclado tuvo el potencial de reducir los impactos incluyendo acidificación, eutrofización y consumo de agua. En los casos analizados, el cambio climático fue reducido en aproximadamente un tercio menos. Las diferencias de los resultados obtenidos se deben a reemplazar fibra de algodón virgen a una producción con algodón reciclado” (Spathas, 2017, pág. 62)

En relación a la economía circular, Castro Pérez (2018) sostuvo que el uso de los residuos sólidos en el país de Colombia en los últimos años ha obtenido logros en cuanto al control de impactos ambientales y la contaminación ambiental generada. Según el artículo, el autor describe la creación de la política Conpes3874, que forma parte de una Política para la “Gestión Ambiental de Residuos Sólidos” en dicho país. Dicha normativa está enfocada en 4 ámbitos, los cuales son, “[la prevención en la generación de residuos, la minimización de los que son llevados a disposición final, la promoción de la reutilización, aprovechamiento y tratamiento de los residuos, y evitar la generación de gases de efecto invernadero]”. Es por eso que se plantea una hoja de ruta con los parámetros y acciones que se deben de realizar para promover la recuperación de los residuos textiles, promoviendo la economía circular.

Según Fondo Europeo de Desarrollo Regional (2017) se dio a conocer que en el país Vasco gracias al alto flujo de textiles post consumo, se planteó una idea de proyecto por el grupo Kooperera, la cual trataba de el “upcycling” de los textiles post – consumo. El proceso contaba con una previa clasificación de manera automatizada de estos residuos en base a su composición; los cuales podían ser, entre los más característicos, de algodón, lana, poliéster y poliamida. Esta clasificación se decidió hacer utilizando un método espectroscópico para poder distinguir las distintas composiciones de los residuos textiles,

luego era llevado al proceso de triturado y desinsertado para poderlo volver hilo nuevamente. En el caso analizado, se estima que la incorporación del hilado reciclado podría facilitar la apertura de un nuevo mercado diferenciado.

3.2. Marco Teórico – Conceptual:

3.2.1. Economía circular:

3.2.1.1. Desarrollo sostenible:

Gutiérrez Carrasco (2018), sostiene que el desarrollo sostenible fue tratado por primera vez en la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, con la finalidad de encontrar una vía más justa, reduciendo los impactos al ambiente y promoviendo el desarrollo social para las comunidades. Este término guarda relación con el liderazgo y compromiso mutuo enfocados en el cuidado del medio ambiente, fomentando, inspirando e informando a la población en el mejoramiento de su calidad de vida, pero sin comprometer a las necesidades de las próximas generaciones. Loayza Pérez & Silva Meza (2013) en su investigación sobre “Los procesos industriales sostenibles y su contribución en la prevención de los problemas ambientales” hace mención que para que se dé un desarrollo sostenible, las industrias tienen que poseer procesos sostenibles que aprovechen al máximo las materias primas e insumos energéticos para la obtención de bienes y minimizar la presencia de residuos. Ante esta definición, Gutiérrez Carrasco (2018) coincide y lo complementa diciendo que estos procesos sostenibles deben desarrollar

productos que satisfagan las necesidades de las personas, brindándoles la mejor calidad posible, pero sin descuidar el uso racional de los recursos.

Según Pietro Sandoval, Carmen, & Marta (2017) y González (2013), señalan que a inicios se entendía como la combinación de 3 términos específicos: economía, sociedad y medio ambiente, y Gonzáles sostiene como complemento a esta idea afirmando que existen 6 principios para que se pueda dar la sostenibilidad: aumentar la calidad de vida de la población, mejorar la economía del entorno, establecer una igualdad social entre generaciones, la calidad del entorno en el que está la industria, mitigar los posibles impactos que genera la industria en el entorno y escuchar las opiniones de todos para la toma de decisiones. Pero según Mebratu (1998) citado también por Prieto Sandoval , Carmen, & Marta (2017), la sostenibilidad ya no es la combinación de los 3 términos, sino que es una evolución progresiva, con esto se refiere a que la sostenibilidad económica depende de la sostenibilidad social y estas dos dependen de una sostenibilidad ambiental, y un cuarto factor que añadió a su tesis es el tiempo, indica este debe entenderse como las acciones que toma la sociedad en la actualidad que generan sostenibilidad económica y ambiental en un corto, mediano o largo plazo.

Complementando esta idea, según Villegas Marín & González Monroy (2013) indica que para que se pueda aplicar la sostenibilidad en la industria textil, la persona que inicie este movimiento debe ser el diseñador, al promover el uso consciente de textiles reutilizables y sustentables, creando

así un cambio en el hábito de compra del consumidor para que sea consciente en el uso adecuado de la prenda y desprenderse de la filosofía del “fast fashion”.

Para poder aclarar mejor la idea de sostenibilidad, se ejemplificará con el proyecto “Humana”. HUMANA (2010) en el artículo “Reciclaje textil: medio ambiente y cooperación al desarrollo” explica cómo es realizado el proyecto, el cual es llevado a cabo en Barcelona con la finalidad de proporcionar sostenibilidad a la industria textil, evidenciándolo en sus 3 ejes principales descritos anteriormente: en lo económico, debido a que ayuda y beneficia mediante fondos al desarrollo de comunidades pobres; en lo ambiental, porque en sus actividades recolectan prendas para reciclarlas y a su vez se trata de tener el mínimo impacto y huella ambiental posible; en lo social, pues beneficia a comunidades mediante el empoderamiento y la educación.

Según Loayza Pérez & Silva Meza (2013), para poder establecer un diseño sostenible en la industria, tenemos que enfocarnos en otras disciplinas complementarias como el diseño “cuna a cuna”, la ecología industrial, la simbiosis industrial.

3.2.1.2. Ecología industrial:

La ecología industrial es vista como una vía de solución de aspecto técnico y socio- económico tomando como referencia la ecología ambiental. Gemma Cervantes, T. (2010), quien en su artículo llamado “La

ecología industrial: innovación y aplicación del desarrollo sostenible en sistemas humanos”, menciona que la ecología industrial es uno de los pocos métodos basado en contribuir con el desarrollo sostenible, ya que utiliza metodologías que ayudan a reducir el impacto ambiental que causan las actividades industriales para lograr una eco-eficiencia y mayor rentabilidad. La ecología industrial debe basarse en asignar una red de industrias que estén conectadas por los residuos que generan, dándole una relación simbiótica, y que estas a su vez estén relacionadas en un mismo entorno social y natural. Esta idea también la comparte González (2013) quien en su estudio indica que la ecología industrial tiene la finalidad de optimizar el ciclo total de los materiales, desde la obtención de materia prima hasta su eliminación y reciclaje. Sin embargo Loayza & Silva (2013) distinguen su estrecha relación con el concepto de proceso sostenible, ya que toda ecología industrial debe estar constituido por etapas que aprovechen al máximo el uso de los materiales y energía para que en la obtención de los productos finales se minimice la presencia de desechos. La autora también hace hincapié en que la ecología industrial debe ser vista como un ecosistema más que es parte dependiente de un ecosistema mayor. Mostrando una concordancia con esta idea, Delgado & Gil (2011) en su estudio denominado “Ecología Industrial: cerrando el ciclo de materias” muestran los principales beneficios que brinda la ecología industrial, dentro de los cuales tenemos:

- Lograr una conexión sostenible entre industria, medio ambiente y sociedad
- Reducir el uso de recursos al utilizar eficientemente la materia prima o reutilizándola, y lograr disminuir la contaminación que causan los vertederos de desechos.
- Generar una relación “empresarial” entre las industrias conectadas logrando una mayor rentabilidad al trabajar de manera colectiva.

Según (Preston, 2012), (Andersen, 2007), (Murray et al. 2017), autores que fueron citados por Wautelet (2018), para hablar de economía circular, se tiene que hablar antes de ecología industrial. Pero, para que se pueda se pueda articular el sistema industrial al sistema ambiental, antes se tiene que comprender cómo funciona el sistema industrial, como es el movimiento de sus flujos de material y energía, y cómo se relaciona su actividad con la biósfera.

Al referirnos de ecología industrial, (Erkman, 2011); citado por Wautelet (2018); indica que se tienen que cumplir 4 principios fundamentales:

- Valorizar los desechos y subproductos para poder alargar su vida útil
- Minimizar los impactos negativos que causa la industria tanto a la salud como al ambiente

- Desmaterializar la economía para promover el reúso de materia prima
- Utilizar otras fuentes de energía más limpias y amigables con el medio ambiente.

3.2.1.2.1. Simbiosis:

Cervantes (2010) indica que el termino simbiosis industrial aparece para referirse a la acción mediante la cual una empresa utilizará los residuos de otra empresa como elementos de materia prima para su proceso. Los objetivos que persigue son: la mitigación de residuos, brindar un tipo de solución económica y muchas ventajas ambientales.

Delgado & Gil (2011) en su estudio muestran una postura a favor de los aportes dados por Gemma Cervantes (2010), pero a estos le añade los 3 tipos de oportunidades que puede generar la simbiosis industrial, estos son: la reutilización de recursos, incentivar al uso de infraestructuras compartidas y el uso de servicios comunes.

3.2.1.3. Cradle to Cradle o de la Cuna a la Cuna:

Según Sandoval, Ornazábal y Jaca (2017), define el “Cradle to Cradle” como una estrategia que tiene la finalidad de que los productos sean elaborados para que al final puedan ser recuperados como ciclos técnicos. Esto se puede lograr por medio de 3 pasos importantes:

- Considerar los residuos como alimento: se refiere al hecho de tratar de imitar la transformación biológica de la naturaleza para desarrollar un modelo de metabolismo técnico enfocado en los materiales industriales para así poder eliminar los desechos.
- Hacer uso de energías renovables: utilizar estrategias eco-eficaces para suministrar energía a la industria basada en fuentes renovables; como la energía eólica, cinética, hídrica, etc.
- Fomentar la diversidad: en términos de proporcionar soluciones individuales según los hábitos socioculturales de cada localidad.

Según McDonough y Braungart (2002) investigadores citados por Wautelet (2018), complementan la idea de Cradle to Cradle expuestos anteriormente afirmando que esta estrategia tiene el objetivo de trabajar para que las cosas incorrectas sean menos malas y que los flujos de materiales sean cíclicos para que los materiales al ser reciclados mantengan su valor como recursos.

3.2.2. Industria textil

3.2.2.1. Crecimiento de la industria textil

La industria textil es una de las que más ha crecido en los últimos años, “(...) se reportó una producción de más de 100 millones de toneladas, entre fibras artificiales y naturales” (The Fiber Year Consulting, 2018).

Choudhury (2014) reporta que la demanda mundial de fibras artificiales y de fibras naturales aumentó significativamente de 52.6 millones de toneladas en el año 2000 a 70.5 millones en 2008, con un crecimiento de 3.3% anual, observándose un descenso en la demanda de telas sintéticas.

Este crecimiento se debe según Choudhury (2014) al desarrollo de nuevos mercados de consumo, a la expansión global de negocios modernos de retail, el auge de envío aéreo y por mar, al crecimiento de la producción textil en el este de Europa, Turquía, Sureste de Asia, India, China y Sudamérica la cual se espera que crezcan muchos más a largo plazo.

Según Carrillo (2010), el sector textil es de gran importancia ya que proporciona una gran fuente de empleo; pues representa el 11.5% del total de personas que trabajan dentro de la industria manufacturera, además mantiene una fuerte participación en la economía mundial y por último sostiene que este sector es de los que ha crecido con mayor constancia en los últimos años. Gutiérrez (2018) coincide con este último en cuanto al crecimiento de este sector e indica que la demanda de prendas textiles en el año de su estudio fue de 70 millones de toneladas, esto es observable

pues solo en Latinoamérica esta industria genera más de 160 mil millones de dólares y se espera para esta región un crecimiento de aproximadamente 7.2%, valor que supera a los de Norteamérica y Europa, los cuales esperan un crecimiento de 1.8 y 1.9% respectivamente. Estima además que para el año 2050 la demanda de prendas se duplique y alcance los 160 millones de toneladas en todo el mundo.

3.2.2.2. Análisis de la cadena de valor del sector textil:

Choudhury (2014) en su libro *Roadmap to Sustainable Textiles and Clothing, Environmental and Social Aspects of Textiles and Clothing Supply Chain* destaca la importancia de conocer toda la cadena de suministro y las industrias implicadas; el autor grafica el modelo de la cadena de suministro del sector textil de una manera simplificada, resalta el modelo lineal de esta, como se muestra en la figura 1, en donde se observa que la cadena comienza en la extracción de la materia prima y tiene como etapa final el desperdicio de las prendas, y ahí termina el ciclo.

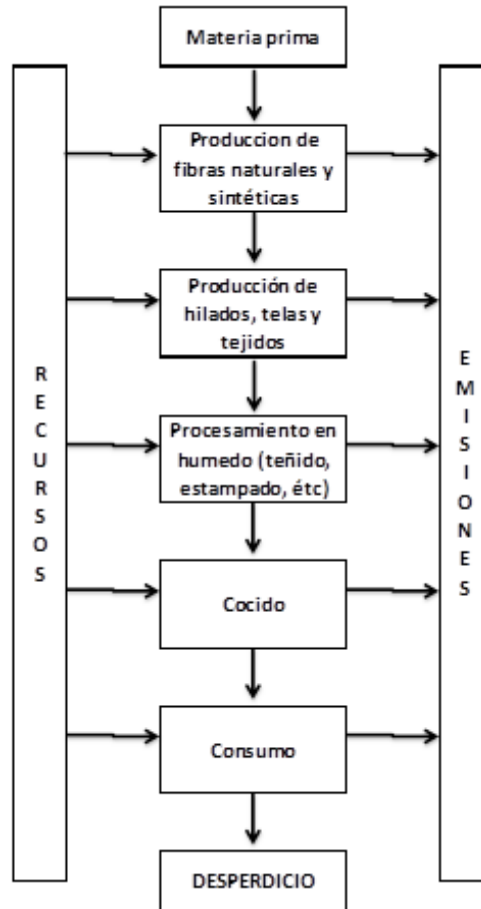


Ilustración 1. Industrias implicadas en la cadena de suministro de la industria textil. Fuente: Choudhury, A. K. (2014). *Roadmap to Sustainable Textiles and Clothing, Environmental and Social Aspects of Textiles and Clothing Supply Chain*

Según Euratex (2006) citado por Heikkilä & Fontell (2017) el proceso del sector textil es complejo pues interrelaciona a distintas industrias, en la figura 2 describe el flujo actual que sigue la industria textil, con un cambio registrado de lo planteado en la figura 1, pues es que en este modelo el producto al final puede terminar siendo un desperdicio o bien este puede ser reciclado, este último proceso daría lugar a lo denominado como economía circular.



Ilustración 2. Cadena de valor de la industria textil Fuente: Euratex para Tex-Map Project. Elaboración: propia

3.2.2.3. Impactos del sector textil

Según Choudhury (2014) en base a la cadena de suministro en la figura 1 es posible identificar los factores por cada proceso que hacen de este modelo lineal utilizado actualmente uno insostenible, Choudhury considera que estos son:

Según Choudhury (2014) en base a la cadena de suministro en la figura 1 es posible identificar los factores por cada proceso que hacen de este modelo lineal utilizado actualmente uno insostenible, estos son:

- **Uso de químicos peligrosos en los procesos:** los químicos más usados por la industria para la producción de prendas son: nonilfenol, alquilfenol, QPF, los cuales han sido identificados en efluentes de empresas textiles; y etoxilatos de nonilfenol, los cuales se desprenden de la prenda al lavarla. Estos químicos son alteradores hormonales, por lo que pueden llegar a causar

malformaciones en el desarrollo embrionario. La organización Greenpeace (2017) realizó un análisis a distintas prendas de muchas de las marcas con mayor presencia en el mercado obteniendo que al menos el 70% de estas utiliza estos componentes.

- **Consumo de agua:** el agua es un recurso básico y fundamental para la vida, el autor destaca el uso de este importante recurso en todos los procesos identificados en la Figura 2, siendo los que más hacen uso de este recurso el teñido, estampado, etc.; sin embargo este factor también implica la contaminación del agua por contenido orgánico y químico, altas temperaturas, pH elevado encontrados en efluentes que posteriormente pueden ser vertidos a cuerpos de agua sin un tratamiento de purificación adecuado llevando a la contaminación de ríos, lagos, mares y océanos, y posteriormente llegando a afectar la estabilidad de ecosistemas y la salud de las personas.
- **Uso de energía:** reporta que la industria textil utiliza energía durante todos sus procesos, siendo el que más necesita de este recurso el procesamiento químico, de esta la mayoría deviene de fuentes de energía no renovables, esto hace que esta industria sea una de las principales fuentes generadoras de gases de efecto invernadero.

- **Generación de residuos:** esta industria es generadora de todas las categorías de residuos; sin embargo, el autor destaca que muchos de estos pueden ser reintroducidos al proceso, de esta forma se reducirían los impactos generados.

Residuos textiles: Buyukaslan, Jevsnik & Kalaoglu (2015)

clasifican los residuos que produce el sector textil en:

- Pre-consumo: se refiere a retazos y desperdicios obtenidos en la producción de prendas
 - Post-consumo: son los productos que el consumidor ya no necesita y desea desechar pues han perdido su utilidad.
- **Contaminación atmosférica:** entre las emisiones generadas por el uso de energías fósiles se encuentran óxidos de sulfuro, óxido de nitrógeno, entre otros; que contribuyen a la formación de smog y a la acidificación del ambiente.
 - **Transporte:** tercerizar los procesos es una práctica que muchas empresas utilizan para reducir costos, contratando mano de obra barata; esto implica largos tramos.
 - **Material de empaque:** el material de empaque, dependiendo de cuál se utiliza, implica un sin número de impactos ambientales; recomienda prever aquel cuyos impactos sean menores mediante el asesoramiento del ciclo de vida (LCA).

3.2.2.4. Fast fashion:

Según Piccoli (2009) citado por Refosco, Oenning & Neves (2011), define fast fashion o moda rápida como el fenómeno por el que las prendas y productos textiles poseen procesos de manufactura cortos y ciclos de vida pequeños, pues las empresas se enfocan en que los consumidores renueven prendas ante la frecuente aparición de nuevas tendencias.

Greenpeace (2017) sostiene que se empieza a hablar de fast fashion a inicios de la década del noventa, su aparición se debió a que las empresas textiles buscan maneras de incrementar su rentabilidad aplicando estrategias para que los consumidores compren mayor cantidad de prendas en menor cantidad de tiempo.

López (2012) reporta que una característica del fast fashion es el que las industrias que aplican esta metodología realizan un cambio de la oferta de las prendas cada 15 días, dependiendo de la tendencia implantada en ese momento, así obtienen colecciones de ropa en tiempos cortos y con bajo costo. La necesidad de ofertar mayor cantidad de productos diferentes en menor tiempo, según López (2012) lleva a las empresas a tercerizar muchos de sus procesos en partes del mundo donde estos se realizan a menor costo, sin embargo también con menor calidad en muchos casos.

Bur (2013) en su investigación presenta un gráfico del ciclo de vida de los productos del fast fashion, estos se destacan por llegar al mercado frente a alguna tendencia nueva y pasajera, y posteriormente llega su obsolescencia en un tiempo más corto de lo normal.

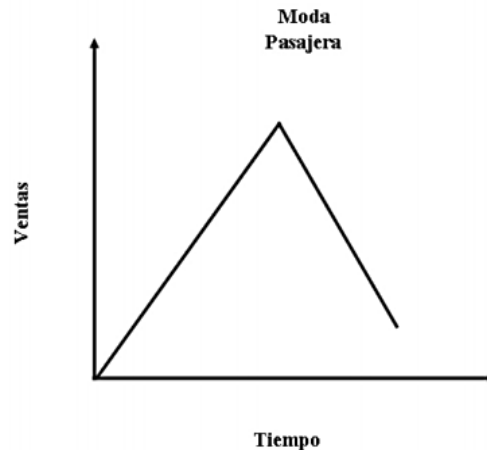


Ilustración 3. *Ciclo de vida de la moda pasajera* Fuente: *Moda, estilo y ciclo de vida de los productos de la industria textil*. Elaboración: Kotler y Keller (2006)

3.2.3. Economía circular en la industria textil

Para Heikkilä & Fontell (2017), la economía circular se presenta como una solución para aquellas industrias que operan bajo una economía lineal, es decir que se basan en ‘extraer, producir, desechar’ y que han generado insostenibilidad a lo largo del tiempo. El investigador la define como un modelo cuyo propósito es recuperar el valor de recursos, materiales y productos lo máximo posible durante el mayor tiempo posible y recuperar los residuos para volver a utilizarlo en constantes ciclos. Añade también que la industria textil debe implementar este sistema debido a que, debido a la extracción de materia prima sin control, uso de

energía, contaminación que produce actualmente; esta industria dejará de ser rentable pudiendo alzarse los precios a los recursos que necesita para poder operar. Esta teoría también es compartida por Lett (2014), quien además lo complementa diciendo que este modelo es como el cambio de la solución antigua de las 3R's a una “transformación profunda y duradera, que permita disminuir el impacto causado por las actividades humanas sobre el medio ambiente”

Según el informe presentado por la Comisión Europea (2019) titulada “Informe sobre la aplicación del plan de acción para la economía circular” muestra que para poder implementar la economía circular es necesario iniciar con el diseño del ciclo de vida de los productos, este paso es importante pues gracias a ello se minimizaran los recursos, fomentará la reutilización, recuperación y reciclabilidad. Además, toma en cuenta dos aspectos las medidas de diseño y etiquetado y el que estas reglas deben ser normalizadas para asegurar que los criterios se cumplan en todos los productos. Una vez diseñado el producto y su ciclo de vida asegurando su circularidad y durabilidad en el tiempo es necesario proceder a adaptar los procesos industriales para que sigan un ciclo cerrado.

En base a la idea de implementación de la economía circular en la industria textil, Sandin & Petes (2018) mencionan que este modelo ha ganado cabida en la industria textil actual, sin embargo, estas prácticas sólo son usadas en algunos lugares del mundo, sobre todo países desarrollados, la cantidad de material textil destinado a reusarse y reciclarse es baja, por lo tanto, hay un potencial a desarrollar sin embargo aún existen numerosas barreras. Kirchheer et al (2019) citado por Berg, y otros (2018) indica que las principales barreras a las que se

somete este modelo provienen de las barreras culturales y del mercado; debido a que la primera se refiere la falta de interés y conciencia de las personas; y la segunda barrera está enfocada a la falta de intervenciones gubernamentales que apoyen el desarrollo de la economía circular en la industria. Sandoval, Jaca & Ormazábal (2017) añaden que la economía circular debe ser vista como una filosofía enfocada a promover una oportunidad económica para cualquier empresa, a la vez que protege el medio ambiente evitando un impacto ambiental y generando un desarrollo sostenible.

Sandoval, Jaca & Ormazábal (2017) también indican que la economía circular posee 5 campos de acción:

- Extracción: las empresas deben hacer un uso eficaz y responsable de los recursos
- Transformación: fomentar la eco-innovación, y que esta se desarrolle sosteniblemente.
- Distribución: garantizar la rastreabilidad del producto para de manera eficiente reducir el impacto
- Usar: reducir la energía necesaria para el uso del producto y sus impactos medio ambientales.
- Recuperación: que residuos puedan ser recuperados de dos maneras: como recurso biológico o recurso interno

Para Wautelet (2018), hace falta un cambio de enfoque para desarrollar una economía circular; ya que se debe de pensar ya no en gestionar el flujo de rendimiento sino a optimizar las existencias y del enfoque en valor agregado a la preservación del valor y mantenimiento. Esto permite la creación de 3 bucles:

- Bucle de reúso: el cual son actividades de remarketing de los productos como los mercados de segunda mano o reutilización comercial.
- Bucle de remanufactura: se enfoca en las actividades que demanda extender la vida útil del producto; ya sea reparándolo, aplicar remanufactura o actualizándolo.
- Bucle de reciclaje: incluye las actividades centradas en el reprocesamiento de productos, recolectar residuos para que sean utilizados como materia prima en la fabricación de nuevos productos.

3.2.3.1. Análisis del ciclo de vida del producto (LCA)

Choudhury (2014) define el análisis del ciclo de vida de un producto, proceso o servicio como el análisis de impactos capaz de producir; implica realizar una aproximación científica para determinar los impactos del producto o servicio durante todas las etapas de su ciclo de vida, desde la obtención de la materia prima. Bartl (2012) plantea de manera más limitada que el análisis de ciclo de vida (LCA) es una herramienta que permite evaluar cantidad de energía y recursos que consume la fabricación de un producto.

Ekstrom & Salomonson (2014) señalan que este análisis debe ser realizado urgentemente en la industria textil, con el fin de ofrecer a los consumidores productos duraderos, cuya calidad y diseño aseguren que el producto no vaya a ser descartado en el corto plazo.

Schmidt, Watson, Ross, Askham & Poulsen (2016) en su libro “Gaining Benefits from Discarded Textiles” señalan que son pocas las aplicaciones del LCA realizadas a prendas textiles que hayan considerado la etapa de obsolescencia, es decir que impactos se producen al desechar residuos textiles. Plantea como opción el considerar diferentes formas de descartar tales residuos, siendo una de las formas el reciclaje y reutilización.

Existen distintas metodologías para realizar este análisis, en la norma ISO-14044 se presentan algunas directrices a realizar, mientras que los autores recomiendan hacer uso del método propuesto por Hauschild, llamado Huella Ambiental del Producto, que posee 15 tipos de impactos posibles por cada etapa.

3.2.3.2. Logística inversa de ciclo cerrado:

Bouzon y Govindan (2015) indican que la logística inversa o de marcha atrás es el proceso de mover los bienes de su típico final. Señalan que este procedimiento aún no se ha extendido en el sector textil y existen pocos estudios, a pesar de que esta industria es de las más contaminantes y en la cual existe gran potencial a desarrollar este proceso.

Eryuruk (2011) se refiere a un término similar relacionada a la logística inversa de ciclo cerrado, este es Green Supply Chain Management en su estudio menciona algunos beneficios de la aplicación de la logística inversa en cualquier proceso, que son: reducir el riesgo, aumentar la productividad, el valor de la propiedad y crear un ambiente más saludable, sin embargo tiene ciertas implicancias a realizar como: planear, aplicar y controlar la eficiencia, los costos y la efectividad de todo el proceso.

3.2.3.3. Reciclaje textil:

Sandin y Peters (2018) se refieren al reciclaje textil como el reproceso de material residual textil o no textil, pre- o post-consumo para la obtención de productos que no necesariamente deben ser textiles.

Eryuruk (2011) señala que el reciclaje textil implica la obtención de productos a partir de residuos post-consumo y pre-consumo, para que posteriormente sea reprocesado dependiendo del tipo de fibra y lo que se desea obtener, finalmente es posible convertirlo en materia prima que puede convertirse en prendas, tapices, etc. Este procedimiento tiene como beneficios el ahorro de energía, reduce el uso de sustancias nocivas y su exposición al ambiente, ahorra recursos y evita que los desechos terminen siendo acumulados o incinerados.

3.2.3.3.1. *Proceso del reciclaje textil*

- Acopio de residuos textiles:

Wang (2006) considera que el proceso de acopio es fundamental en la aplicación del reciclaje textil y sobre todo a medida que las prendas o residuos se van introduciendo más y más, la selección de textiles debe ser precisa por lo tanto, de todo lo que se clasifica el 29% por lo general es lo que se puede convertir en nuevos productos

Humana (2010) en su proyecto de reciclaje textil comenta la importancia de un sistema logístico desarrollado, esta organización para recolectar prendas colocan tachos en lugares específicos de la ciudad pidiéndoles a los colaboradores de esta organización que separen lo que ha perdido su utilidad, es decir lo que no se encuentra en condiciones de volver a ser usado.

García (2018) realiza un estudio para determinar la disponibilidad de materia prima, es decir de los residuos textiles necesario para el proceso. Plantea que la cantidad de materia prima disponible será igual a lo que se ofrezca de residuos textiles por parte de la ciudadanía e identifica que esto implica un riesgo para la producción en caso no haya legislaciones presentes o medidas del gobierno para la disposición de estos materiales

- Clasificación:

Juárez (2011) describe este proceso indicando que una vez los residuos hayan sido entregados es necesario quitar todo aquello que no sea material textil, seguido es necesario separar las piezas de acuerdo al producto final que se desea obtener clasificándolo según: tipo de material (lana, poliéster o fibra de poliéster), tipo de textura (de punto grueso o punto fino), por color.

Humana (2010) lleva a cabo este proceso implementando dos secciones en sus tachos, uno para que coloquen lo que no puede volver a usarse y otro para lo que aún puede usarse; posteriormente realizan una inspección a las prendas y se llevan a dos puntos, uno de clasificación para donación y otro de reciclaje; este último debe ser clasificado según el tipo de fibra o color.

Heikkilä & Fontell (2017) plantean que la clasificación debe hacerse en base a material virgen y a textiles que hayan sido desechados, pues ya no son útiles; estos también pueden ser considerados textiles pre-consumo y post-consumo; a partir de esa clasificación, se debe analizar qué tan fácil podría ser su reutilización, si no es factible debe seleccionarse material cuya materia prima sea homogénea.

Spathas (2017) menciona que la clasificación de material post-consumo puede automatizarse mediante el uso de un detector infra-

rojo que distingue el material según su composición, sin embargo este tiene una desventaja pues si el material está compuesto de distintas fibras este no será detectado.

3.2.3.3.2. *Tipos de fibras:*

En la industria textil distintos tipos de fibras Bartl (2012) toma la distinción realizada por BISFA (2000), las categorías de fibras son:

- Fibras naturales: pueden ser de fibras de cultivo o de fibras animales
- Fibras artificiales: dentro de esta categoría se encuentran las fibras orgánicas (polímeros naturales y sintéticos) e inorgánicas

Pérez et al. (2010) distingue en base a las fibras utilizadas nueve categorías de productos, estas son: fibras naturales o artificiales, tejidos de punto, planos o industriales, usados como revestimiento de pisos u otros productos del hogar, textiles no tejidos y por último material trenzado.

- Procesamiento:

Schmidt et.al (2016) clasifica las maneras de reciclaje textil en:

- **Reciclaje mecánico:** se realiza para textiles de alta calidad generalmente son reprocesadas para realizar

alfombras, tapetes, muebles y ropa para hogar; el material puede ser procesado solo o unirlo con fibras vírgenes. Para realizar este proceso es necesario una cámara compuesta por cuchillas a distintos niveles que permiten reducir el tamaño del material textil a reciclar.

- **Reciclaje químico:** este tipo de reciclaje descompone las prendas hasta llegar a un nivel molecular, posteriormente es necesario solubilizar los tintes presentes en el material usando una solución alcalina, después debe ser decolorado, lo obtenido debe ser ajustado según la viscosidad deseada y seguidamente se separa la fibra de contaminantes. Este proceso se realiza para mezclar fibras sintéticas y naturales.
- **Reciclaje por incineración:** se realiza con el objetivo de obtener energía.

Spathas (2017) y Gonzáles (2013) añaden que una vez obtenida la fibra reciclada es necesario pasarla por una máquina de hilar, además de los procesos mencionados anteriormente Gonzáles añade dos más en caso se desee utilizar el material reprocesado para convertirlo en material textil como tela para formar nuevas prendas, estos son:

- Lavado o limpieza
- Pre-producción de materias primas secundarias

3.2.3.4. Impactos del reciclaje textil:

Según la organización Humana (2010) el reciclaje textil permite evitar impactos ambientales al reprocesar lo que iba a ser incinerado o botado al mar y evitando 6000 litros de agua, 3.6 kg de CO₂ y el empleo de fertilizantes tóxicos para el ambiente.

Gonzales (2013) considera en base a su estudio y análisis de la literatura presente sobre el reciclaje textil que este puede aportar innumerables beneficios fundamentalmente en la solución de los numerosos problemas ambientales causados por el modelo lineal utilizado por la actual industria textil y a su vez es capaz de reforzar la economía de un país.

Heikkilä & Fontell (2017) consideran tras su estudio sobre las distintas formas de reciclar el material textil que este puede traer oportunidades directas no solo a la empresa que opta por aplicarlo sino también a la sociedad en general, menciona que son los siguientes:

- Permite reducir y reemplazar el uso y la extracción de material virgen.
- Reduce los desechos
- Ofrece nuevos empleos a las personas

- Genera la aparición de nuevas tecnologías innovadoras y negocios
- Promueve y genera concientización en la población acerca de sus hábitos comunes
- Impulsa el bien común

3.2.3.5. Otras implicancias de la aplicación de la economía circular en el reciclaje textil:

Según los autores Ekstrom y Salomonson (2014) debe existir y fomentarse la creación de una red de partes interesadas en promover y sostener esta iniciativa, para lo cual distinguen algunos factores importantes:

- Desarrollo de nueva tecnología para hacer de este proceso uno más eficiente tanto económicamente, como productivamente y que permita reducir en lo mínimo los impactos al medio ambiente.
- Desarrollar un sistema de redes a nivel nacional que permita recolectar textiles para ser reusados o reciclados; esto implicaría colocar puntos de colecta con el apoyo de municipalidades y promover el apoyo de la ciudadanía; de esta forma se agilizaría y se haría más rentable este proceso.
- Promover este tipo de iniciativas mediante políticas que remuneren prácticas eco-amigables y sostenibles y se le imponga algún tipo de

impuesto a aquellas que optan por producir de maneras no amigables con el medio ambiente.

- Diseñar cada producto para que sea duradero en el tiempo

CAPITULO IV: RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1. Resultados:

Respecto a la investigación realizada se encontraron los siguientes resultados:

Como primer resultado, respecto al objetivo referido a los conceptos que anteceden a la economía circular, se obtuvieron las siguientes afirmaciones:

Tabla 1. *Resultados del primer objetivo*

<p>Gutiérrez Carrasco (2018) en <i>“Análisis de la estrategia indumentaria en la práctica corporal contextualizada: el caso de fashion revolution en 2018”</i>.</p> <p>Pietro Sandoval, Carmen. J, & Marta. O (2017) en <i>“Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación”</i>.</p> <p>González (2013) en <i>“La sostenibilidad ecológica en el desarrollo de productos textiles: una revisión de literatura”</i>.</p>	<p>Uno de los conceptos fundamentales del que parte es el desarrollo sostenible, el cual surge con la finalidad de encontrar la vía más justa, reduciendo los impactos ambientales y promoviendo el desarrollo social para las comunidades para mejorar su calidad de vida, pero sin comprometer las necesidades de las próximas generaciones.</p>
<p>Loayza Pérez & Silva Meza (2013) en <i>“Los procesos industriales sostenibles y su contribución en la prevención de problemas ambientales”</i>.</p>	<p>Sostiene que para que se dé un desarrollo sostenible, las industrias tienen que poseer procesos sostenibles que aprovechen al máximo las materias primas e insumos energéticos y minimicen la presencia de residuos.</p>

<p>Wautelet (2018) en <i>“The concept of Economy circular: its Origins and its Evolution”</i>.</p> <p>Gemma Cervantes en <i>“La ecología industrial: innovación y aplicación del desarrollo sustentable en sistemas humanos”</i>.</p>	<p>Menciona que la ecología industrial es un método basado en los principios de desarrollo sostenible y comparte la metodología de economía circular. Sostiene también que, para hablar de economía circular, se tiene que hablar antes de la ecología industrial; y comprender como funciona el sistema industrial, su movimiento en sus flujos de material y energía; y cómo se relaciona su actividad con la biósfera.</p>
<p>Pietro Sandoval, Carmen. J, & Marta. O (2017) en <i>“Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación”</i>.</p>	<p>Sostiene que la estrategia “Cradle to Cradle” se basa en que los productos sean elaborados para que al final puedan ser recuperados ya sea reciclándolos o utilizarlos como fuente de energía para la industria; basándose en una economía circular.</p>

Elaboración Propia

La economía circular parte del concepto de desarrollo sostenible y está relacionado con el concepto de ecología industrial y simbiosis debido a que busca aprovechar los residuos para poder utilizarlos como nuevos insumos para otros procesos; de esta manera busca reducir los impactos que se generan al medio ambiente disminuyendo el desecho de residuos, generando sostenibilidad para las generaciones futuras.

Como segundo resultado, respecto al objetivo referido a las diferencias que hay entre la economía lineal y la economía circular; se obtuvieron las siguientes ideas por los autores:

Tabla 2. *Resultados del segundo objetivo*

<p>Choudhury (2014) en su libro <i>“Roadmap to Sustainable Textiles and Clothing, Environmental and Social Aspects of Textiles and Clothing Supply Chain”</i>.</p> <p>Heikkilä & Fontell (2017) en <i>“Model of Circular Business Ecosystem for Textiles”</i>.</p>	<p>Sostiene que el sector textil opera bajo un modelo de economía lineal en el que se extrae la materia prima, se produce la prenda y finaliza con el desecho de la prenda. En cambio, la economía circular se basa en que el producto no sea desechado al final de su ciclo, sino que pueda ser reciclado.</p> <p>También se expone que los factores que hacen insostenible una economía lineal en el proceso textil son debido al uso de químicos peligrosos de los procesos, el consumo de agua, uso de energía, generación de residuos, contaminación atmosférica y los materiales de empaque. En cambio, la economía circular se basa en recuperar el valor de recursos, materiales y productos lo máximo posible durante el mayor tiempo posible.</p>
--	---

<p>Lett (2014) en <i>“Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular”</i>.</p> <p>La Comision Europea (2019) en un informe titulado <i>“Informe sobre la aplicación del plan de acción para la economía circular”</i></p>	<p>Sostiene que la economía circular se diferencia mediante la fomentación de la reutilización, reciclaje y recuperación; como medio para una transformación profunda y duradera.</p>
<p>Pietro Sandoval, Carmen. J, & Marta. O (2017) en <i>“Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación”</i>.</p>	<p>Sostiene que la economía circular debe ser vista actualmente como una filosofía enfocada a promover una oportunidad económica para cualquier empresa, a la vez que incentiva la protección al medio ambiente y genera un desarrollo sostenible.</p>
<p>Wautelet (2018) en <i>“The concept of Economy circular: its Origins and its Evolution”</i>.</p>	<p>Sostiene que la economía lineal está enfocada en gestionar el flujo de rendimiento, pero que mediante la economía lineal se debe pensar en un enfoque basado en preservar el valor y el mantenimiento de los productos.</p>

Elaboración Propia

Ha sido demostrado por múltiples autores los impactos de la industria textil que llevarán a la insostenibilidad de esta, esto se debe al uso descontrolado de recursos, contaminación a cuerpos de agua, suelos y aire cuyo impacto al ambiente se presenta desde la extracción de material virgen hasta su desecho, característica básica de la economía lineal; es por ello que la mayoría coincide en realizar un cambio drástico en toda la cadena de valor, el cambio debería ser optar

por una economía circular, la cual se distingue de la economía lineal en que ésta en vez de desechar los residuos los recupera y reutiliza para crear nuevos productos o servicios y así aminorar los impactos ambientales que permite impulsar la sostenibilidad.

Como tercer resultado, con respecto al objetivo referido a los requerimientos en recursos y conocimientos, los autores consultados identifican lo siguiente:

Tabla 3. Resultados del tercer objetivo

<p>Ekstrom Y Salomonson (2014) en la revista <i>“Reuse and Recycling of Clothing Textiles - A Network Approach. Journal of Macromarketing”</i></p> <p>Choudhury (2014) en su libro <i>“Roadmap to Sustainable Textiles and Clothing, Environmental and Social Aspects of Textiles and Clothing Supply Chain”</i>.</p> <p>Schmidt, Watson, Ross, Askham & Poulsen (2016) en su libro <i>“Gaining Benefits from Discarded Textiles”</i></p>	<p>Señalan que es necesario realizar un “análisis del ciclo de vida del producto” al diseñar cualquier producto o servicio de manera urgente en la industria textil con la finalidad de proveer a los consumidores productos con baja huella ambiental y con la finalidad de que la calidad y diseño aseguren que el producto no vaya a ser descartado en el corto plazo.</p>
<p>Eryuruk (2011) en su libro <i>“Greening of Textile and Clothing Industry”</i></p>	<p>Señala que otra herramienta que se puede utilizar para lograr una economía circular es el “Logística Inversa” que consiste en mover los productos una vez terminado su ciclo de vida de su típico final, permitiendo reducir el</p>

	riesgo, aumentar la productividad, el valor de la propiedad y crear un ambiente más saludable.
Schmidt, Watson, Ross, Askham & Poulsen (2016) en su libro <i>“Gaining Benefits from Discarded Textiles”</i>	<p>Las técnicas existentes de reciclaje textil son las siguientes:</p> <p>o Reciclaje mecánico: Para realizar este proceso es necesario una cámara compuesta por cuchillas a distintos niveles que permiten reducir el tamaño del material textil a reciclar, permitiendo obtener alfombras, tapetes, muebles y ropa para hogar</p> <p>o Reciclaje químico: este tipo de reciclaje descompone las prendas hasta llegar a un nivel molecular, posteriormente es necesario solubilizar los tintes presentes en el material usando una solución alcalina, después debe ser decolorado, lo obtenido debe ser ajustado según la viscosidad deseada y seguidamente se separa la fibra de contaminantes.</p> <p>o Reciclaje por incineración: se realiza con el objetivo de obtener energía.</p>
Berg, Antikainen, Hartikainen, Kauppi, Kautto, Lazarevic (2018) en el informe	Indica que para el desarrollo del reciclaje textil es necesario eliminar barreras culturales

<p><i>“Circular Economy for Sustainable Development”</i> .</p>	<p>y como de mercado; debido a que la primera se refiere la falta de interés y conciencia de las personas; y la segunda barrera está enfocada a la falta de intervenciones gubernamentales que apoyen el desarrollo de la economía circular en la industria.</p>
--	--

Elaboración Propia

Optar por una economía circular implica realizar un análisis del ciclo de vida del producto en el diseño, considerando los impactos posibles en cada etapa de la cadena de suministro con la finalidad de que se pueda promover a los consumidores un mayor tiempo de uso. Otra herramienta que se debe utilizar es la Logística Inversa para recuperar los productos que iban a ser desechados. Para el reciclaje se puede optar por alguno de los reciclajes mencionados, los cuales son el reciclaje mecánico, químico y por incineración. Para realizar la economía circular es necesario también eliminar las barreras culturales y de mercado para promover su potencial desarrollo.

Como cuarto resultado, los beneficios de hacer un cambio a la economía circular mediante la implementación del proceso de reciclaje en una empresa textil son múltiples pueden ser clasificados según los factores del desarrollo sostenible:

Tabla 4. Resultados del cuarto objetivo

<p>Spathas (2017) en <i>“The Environmental Performance of High Value Recycling for the Fashion Industry”</i></p>	<p>Menciona que los beneficios obtenidos del reciclaje textil son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Una potencial reducción de la acidificación, eutrofización de efluentes de agua • Disminución del consumo de agua • Una reducción del cambio climático en un tercio menos que la producción de algodón virgen.
<p>Organización “HUMANA” (2010) en <i>“Reciclaje textil: medio ambiente y cooperacion al desarrollo”</i></p>	<p>El reciclaje textil permite evitar impactos ambientales al reprocesar lo que iba a ser incinerado o botado al mar y evitando la utilización de 6000 litros de agua, 3.6 kg de CO2 y el dejar de emplear fertilizantes tóxicos para el ambiente.</p>
<p>Heikkilä & Fontell (2017) en <i>“Model of Circular Business Ecosystem for Textiles”</i>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Permite reducir y reemplazar el uso y la extracción de material virgen. • Reduce los desechos • Ofrece nuevos empleos a las personas • Genera la aparición de nuevas

	<p>tecnologías innovadoras y negocios</p> <ul style="list-style-type: none"> • Promueve y genera concientización en la población acerca de sus hábitos comunes • Impulsa el bien común
<p>Eryuruk (2011) en su libro “<i>Greening of Textile and Clothing Industry</i>”</p>	<p>Señala que los beneficios del reciclaje textil son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El ahorro de energía • Reduce el uso de sustancias nocivas y su exposición al ambiente • ahorra recursos • evita que los desechos terminen siendo acumulados o incinerados.

Elaboración Propia

Como quinto resultado, con respecto a los tipos de fibras textiles a reprocesar, las fuentes tratadas muestran que antes de reciclar las prendas textiles, es necesario clasificarlas de acuerdo a su naturaleza

Tabla 5. *Resultados del quinto objetivo*

<p>Bartl (2012) en “<i>Fiber Recycling: Potential for Saving.</i>”</p>	<p>Propone que las fibras a reprocesar pueden ser las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fibras naturales: se refiere a fibras de cultivo o fibras animales • Fibras artificiales: dentro de esta categoría se encuentran las fibras orgánicas (polímeros naturales y sintéticos) e inorgánicas <p>Sin embargo, que lo más apropiado es realizar el procesamiento a aquellas prendas que ya no pueden ser usadas</p>
<p>Loayza Pérez & Silva Meza (2013) en “<i>Los procesos industriales sostenibles y su contribución en la prevención de problemas ambientales</i>”.</p>	<p>El autor distingue entre fibras naturales o artificiales, tejidas de punto, plano o industriales, usadas como revestimiento de pisos u otros productos del hogar, textiles no tejidos y por último material trenzado.</p>
<p>García Acosta (2018)</p>	<p>Indica que la tela a reprocesar dependerá de lo que se dese obtener; telas suaves y permeables necesitarán fibras naturales como algodón. Sin embargo, las fibras de mayor prioridad y las más difíciles de reciclar son las que están compuestas por</p>

	<p>fibras sintéticas, ya que la mayoría son provenientes de productos derivados del petróleo y tienen plástico en su composición lo que genera que no sean biodegradables, generando gran contaminación al ambiente.</p>
<p>Sandin & Peters (2018) en <i>“Environmental impact of textile reuse and recycling. Journal of cleaner production”</i></p>	<p>Distingue entre material que puede ser reciclado, refiriéndose a reciclado como el material que puede aportar al proceso ya sea como energía o materia prima:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monómeros, polímeros u oligómeros: tales como botellas • Fibras y telas en desuso

Elaboración Propia

Los autores coinciden en que los residuos textiles de mayor prioridad a reciclar son las que están compuestas por fibras sintéticas, ya que la mayoría son provenientes de productos derivados del petróleo y tienen plástico en su composición lo que genera que no sean biodegradables, generando gran contaminación al ambiente.

4.2. Conclusiones y Recomendaciones:

4.2.1. Conclusiones:

1. De acuerdo a los resultados obtenidos se ha podido determinar que para la economía circular los conceptos que anteceden a esta son ecología industrial, simbiosis y desarrollo sostenible; los términos revisados tienen en común un objetivo principal enfocado a reducir los impactos medio ambientales y consecuentemente generar un desarrollo sostenible en la industria.
2. Con respecto al segundo objetivo y los resultados obtenidos se ha podido concluir que la principal diferencia entre la economía lineal y la economía circular es que; la primera genera la insostenibilidad de la industria debido al uso de químicos peligrosos, el consumo descontrolado de recursos naturales, la generación de residuos en abundancia y la contaminación atmosférica; mientras que la economía circular se presenta como la única solución a ello, pues está basada en la recuperación, reutilización y reciclaje como medio para reducir la contaminación actual y generar sostenibilidad.
3. En función a los resultados obtenidos se obtuvo que los recursos y conocimientos fundamentales para optar por la economía circular dentro de la industria textil son: el análisis de ciclo de vida en cualquiera de los procesos involucrados, logística inversa para lograr un eficiente acopio de los residuos, cada análisis debe permitir asegurar que los impactos ambientales se encuentren cumpliendo los estándares y se permita reducirlos posteriormente.
4. Según los resultados alcanzados, los beneficios de implementar el reciclaje textil se pueden observar no solo en aspectos medio ambientales, sino también en aspectos

sociales y económicos. Por lo que representa una oportunidad tanto en el negocio o entidad que desee aplicarlo como para las partes interesadas de esta, permitiéndole incrementar su competitividad y rentabilidad.

5. Los textiles factibles a procesar son tanto fibras naturales como artificiales y pre-consumo como post-consumo; sin embargo, es de mayor prioridad enfocar los esfuerzos en reprocesar las fibras artificiales pues representan mayores impactos tras su disposición final.

4.2.2. Recomendaciones:

Se recomienda a las empresas que deseen implementar el reciclaje textil como parte de su proceso de producción que como primer paso realicen el análisis de ciclo de vida del producto para evitar cualquier impacto que se pueda presentar en la cadena de suministro, a su vez considerar que cada producto manufacturado debe diseñarse para poseer la mayor durabilidad, calidad posible y asegurar su recuperación como ciclos técnicos.

Se recomienda a los consumidores y a las empresas manufactureras textiles dejar de optar por filosofías como “fast fashion” y “consumismo” debido a los impactos que generan y que han sido mencionados anteriormente.

Se recomienda a futuros investigadores e interesados en el tema a generar modos de optimización del proceso de reciclaje, así como de otros procesos relacionados; con el fin de mejorar la eficiencia de este y maximizar los beneficios a obtener.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bartl, A. (2012). *Fiber Recycling: Potential for Saving*. Austria: Vienna University of Technology.
- Berg, A., Antikainen, R., Hartikainen, E., Kauppi, S., Kautto, P., Lazarevic, D., et al. (2018). *Circular Economy for Sustainable Development*. USA: Finnish Environment Institute .
- Bouzon, M., & Govindan, K. (2015). Reverse Logistics as a Sustainable Supply Chain Practice for the Fashion Industry: An Analysis of Drivers and the Brazilian Case. Springer.
- Bur, A. (2013). *Moda, estilo y ciclo de vida de los productos de la industria textil*.
- Buyukaslan, E., Jevsnik, S., & Kalaoglu, F. (2015). A Sustainable Approach to Collect Post-Consumer Textile Waste in Developing Countries. *Marmara Journal of Pure and Applied Sciences*, 107-111.
- Carrillo, D. (2010). *Diagnóstico del sector textil y de la confección*. Ecuador: Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- Castro Pérez, V. (2018). *Manejo de residuos sólidos del sector textil en Colombia basado en el modelo de economía circular*. Bogotá: Universidad Nueva Granada.
- Choudhury, A. K. (2014). Environmental Impacts of the Textile Industry and its Assessment Through Life Cycle Assessment. In *Roadmap to Sustainable Textiles and Clothing, Environmental and Social Aspects of Textiles and Clothing Supply Chain* (pp. 1-29). Serampore, Bengala Occidental: Springer.
- Comisión Europea. (2019). *Informe sobre la aplicación del Plan de acción para la economía circular en EU*. Bruselas.

- Ekstrom, K. M., & Salomonson, N. (2014). Reuse and Recycling of Clothing Textiles - A Network Approach. *Journal of Macromarketing*, 383-399.
- Eryuruk, S. H. (2011). *Greening of Textile and Clothing Industry*. Estambul.
- García Acosta, M. (2018, Diciembre 31). *Repositorio Universidad Distrital*. Retrieved from Udistrital:
<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/13550/1/Garc%C3%ADaAcostaM%C3%B3nicaViviana2018.pdf>
- Gemma Cervantes, T. (2010). *La ecología industrial: innovación y aplicación del desarrollo sustentable en sistemas humanos*. Colombia: SINNCO.
- González, J. (2013). La sostenibilidad ecológica en el desarrollo de productos textiles: una revisión de literatura. *Realidad Reflexión*, 65-97.
- Greenpeace. (2017). *Puntadas Toxicas: El Oscuro Secreto de la Moda*. Madrid.
- Gutierrez Carrasco, C. (2018). *Analisis de la estrategia indumentaria en la practica corporal contextualizada: el caso de fashion revolution en 2018*. Concepcion: Universidad del Desarrollo.
- Heikkilä, P., & Fontell, P. (2017, Noviembre). *Model of Circular Business Ecosystem for Textiles*. Finlandia: VTT Technical Research Centre of Finland Ltd.
- Hermida Balboa, C., & Dominguez Somonte, M. (2014). Economía circular como marco para el ecodiseño: ECO-3. *Informador Técnico Sena*, 82-90.
- Hidalgo García, M. d. (2017). *Un nuevo impulso hacia la economía circular*. España: Instituto Español de Estudio estrategicos .

HUMANA. (2010). *Reciclaje textil: medio ambiente y cooperacion al desarrollo*. Barcelona.

Juárez Gonzáles, J. (2011, Junio). *Implementación de sistemas de reciclaje en la industria textil para desarrollar nuevos productos*. Retrieved Agosto 2019, from http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2345_IN.pdf

Lett, L. (2014). Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular. *Revista Argentina de Microbiología*, 1-3.

Levitt, T. (1965, Noviembre). *Exploit The Product Life Cycle*. Retrieved Septiembre 7, 2019, from Harvard Business Review: <https://hbr.org/1965/11/exploit-the-product-life-cycle>

Loayza Pérez, J., & Silva Meza, V. (2013). Los procesos industriales sostenibles y su contribución en la prevención de problemas ambientales. *Industrial Data*, 108-117.

López Barrios, M. C. (2012). El impacto ambiental del fast fashion (pronta moda). *Arquetipo*, 71-79.

Pinzón Latorre, A. (2002). *La Simbiosis Industrial en Kalundborg, Dinamarca*. Colombia: Universidad de los Andes.

Prieto Sandoval , V., Carmen, J., & Marta, O. (2017). *Economía Circular: relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación*. España: Memoria Investigaciones en Ingeniería.

Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., & Ormazabal, M. (2017, Agosto). *Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación*. San Sebastián: España.

- Refosco, E., Oenning, J., & Neves, M. (2011). *Del "fast fashion" al "slow fashion": un gran desafío para la moda*. Brasil: E-periodico ModaPalabra.
- Regional, F. E. (2017). *Iniciativas empresariales de economía circular en el País Vasco*. España: dualxj comunicación&diseño.
- Sandin, G., & Petes, G. M. (2018). Environmental impact of textile reuse and recycling. *Journal of cleaner production*, 353-365.
- Schmidt, A., Watson, D., Ross, S., Askham, C., & Brunn Poulsen, P. (2016). *Gaining Benefits from discarded textiles*. Nordic: Rosendahls-Schultz Grafisk.
- Spathas, T. (2017). *The Environmental Performance of High Value Recycling for the Fashion Industry*. Gothenburg,: CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY.
- The Fiber Year Consulting. (2018, Mayo). World Survey on Textiles and Nonwovens. Austria.
- Valero Delgado, A., & Ursón Gil, S. (2011). *Ecología Industrial: cerrando el ciclo de materiales*. España: Prensasa Universitarias de Zaragoza.
- Valero Delgado, A., & Usón Gil, S. (2011). *Ecología industrial: cerrando el ciclo de materiales*. España: Prensas Universitarias de Zaragoza.
- Villegas Marín, C., & González Monroy, B. (2013). Fibras textiles naturales, sustentables y nuevos hábitos de consumo. *Legado de Arquitectura y diseño*, 31-45.
- Wang, Y. (2006). Textile recycling: a system perspective. In *Recycling in textiles* (pp. 7-23). Florida: Woodhead Publishing.
- Wautelet, T. (2018). *The concept of Economy circular: its Origins and its Evolution*. Luxemburgo: PositiveImpakt.

