

**APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE SUBLIMACIÓN EN
LA EMPRESA ALCESOF S.A.S**

DANIELA FAVARON WILCHES

**Informe de pasantía para optar al título de
INGENIERA QUÍMICA**

**Director
Juan Camilo Cely Garzón
Ingeniero**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BOGOTÁ D.C.
2024**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Juan Camilo Cely Garzón
Director

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá D.C., julio de 2024

DIRECTIVOS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Mario Posada García – Peña

Consejero Institucional

Dr. Luis Jaime Posada García – Peña

Vicerrectora Académica

Dra. María Fernanda Vega de Mendoza

Vicerrectora de Investigaciones y Extensión

Dra. Susan Margarita Benavides Trujillo

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. Ramiro Augusto Forero Corzo

Secretario General

Dr. José Luis Macías Rodríguez

Decana de la Facultad

Ing. Naliny Patricia Guerra Prieto

Directora del Programa

Ing. Nubia Liliana Becerra Ospina

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado primeramente a Dios, Quien ha sido mi fortaleza en todo el proceso de formación y que de manera especial siempre me ha acompañado y guiado, que me ha dado la sabiduría para responder en cada etapa de mi carrera aun cuando parecía tal difícil. De igual manera lo dedico a María Santísima que como Madre conoce las debilidades de sus hijos y los fortalece.

También lo dedico a mi mamá y a mi abuela apoyo indispensable en cada momento de mi vida, que gracias a ellas he superado momentos difíciles que siempre se presentan, con su compañía y su presencia en esos momentos me motivaban a no desfallecer y a seguir adelante.

Además, le dedico este trabajo a mis amigos sacerdotes, el Padre Gerardo y el Padre Nelson quienes, con su cercanía, consejos y algunos regaños me ayudaron a madurar y a ser mejor, me animaron a esforzarme de tal manera que pudiese dar lo mejor de mí, para en un futuro poder servir mejor.

Por último, quiero dedicarlo a toda mi familia que de una u otra manera con su presencia y cercanía me han animado y colaborado en estos valiosos años de esfuerzo y aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios y a María Santísima por haberme permitido culminar mis estudios en esta Universidad y haberlos llevado a feliz término con alegría y éxito.

Agradezco también a la Universidad de América y a cada uno de los miembros del cuerpo docente, ya que con sus valiosos conocimientos y formación profesional me han instruido muy bien a lo largo de mi carrera. Para mí ha sido un honor realizar mis estudios en esta institución y formar parte de esta gran comunidad formativa.

De igual manera, agradezco a Julie Paola Malagón Agreda, gerente de la empresa ALCESOF, por su colaboración y apoyo incondicional para el desarrollo de mis pasantías. Esta experiencia ha sido muy enriquecedora y maravillosa y ha favorecido significativamente a mi crecimiento personal y profesional.

Mi gratitud también al profesor Juan Camilo Cely por su disposición, y por el apoyo en las ocasiones que pudo.

Finalmente, agradezco a todos aquellos que durante el proceso de formación y la realización de esta tesis fueron fortaleza y ánimo, que junto con sus conocimientos y experiencia ha sido de gran ayuda en la realización de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	101
INTRODUCCIÓN	112
OBJETIVOS	134
1. MARCO TEÓRICO	14
1.1. Proceso de sublimación en la industria textil	14
1.2. La economía circular	21
1.3. Residuos de la industria textil	26
1.4. Industria textil en Colombia	28
1.5. Normativa aplicable en Colombia	30
2. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN EL PROCESO DE SUBLIMACIÓN PARA APROVECHAMIENTO	34
2.1. Alcesof S.A.S	33
2.2. Proceso de producción	34
2.3. Productos generados en la empresa	40
2.4. Residuos generados en la empresa	41
3. REVISIÓN DEL PROCESO DE SUBLIMACIÓN APLICADO AL CASO DE ESTUDIO	45
3.1. ¿Por qué es importante la gestión de residuos?	44
3.2. La economía circular en la industria textil	44
3.3. Economía circular aplicada en la empresa ALCESOF	51
4. SELECCIÓN DE TÉCNICAS Y/O TECNOLOGÍAS APLICABLES	59
5. CONCLUSIONES	64
6. REFERENCIAS	65
7. ANEXOS	69

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. <i>Diagrama Proceso productivo - Confección</i>	16
Figura 2. <i>Esquema del proceso de sublimación</i>	17
Figura 3. <i>Tintas para la sublimación</i>	18
Figura 4. <i>Termofijadora con sus diferentes piezas</i>	19
Figura 5. <i>Economía Circular</i>	22
Figura 6. <i>Economía Lineal</i>	22
Figura 7. <i>Diagrama de Mariposa - Economía Circular</i>	23
Figura 8. <i>Información estadística de la economía circular.</i>	25
Figura 9. <i>Proceso productivo sector textil</i>	29
Figura 10. <i>Desarrollo de la Industria Textil en Colombia.</i>	29
Figura 11. <i>Papel de sublimación rosado</i>	33
Figura 12. <i>Papel transfer</i>	34
Figura 13. <i>Proceso de Sublimación de Textiles.</i>	36
Figura 14. <i>Proceso de Sublimación de Cerámicas.</i>	37
Figura 15. <i>Proceso de Sublimación del Aluminio.</i>	38
Figura 16. <i>Proceso de Sublimación de Vidrios</i>	39
Figura 17 <i>Producción semanal de personalizaciones y residuos de la empresa ALCESOF.</i>	42
Figura 18. <i>Impactos de la industria textil</i>	45
Figura 19. <i>Ambiciones para una nueva economía textil.</i>	46
Figura 20. <i>Hoja de Ruta para la inclusión del Modelo circular</i>	48
Figura 21. <i>Proceso de impresión por sublimación.</i>	51
Figura 22. <i>Termofijadora 6 en 1</i>	56
Figura 23. <i>Termofijadora 8 en 1</i>	56
Figura 24. <i>Termofijadora Plancha80 x100</i>	57

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. <i>Temperaturas y tiempos de sublimación</i>	20
Tabla 2. <i>Producción semanal de la empresa ALCESOF</i>	40
Tabla 3. <i>Producción semanal de personalizaciones y residuos de la empresa ALCESOF</i>	41
Tabla 4. <i>Constituyentes del papel de sublimación</i>	43
Tabla 5. <i>Matriz de Decisión 1.</i>	60
Tabla 6. <i>Matriz de Decisión 2</i>	61
Tabla 7. <i>Matriz de Decisión 3</i>	62
Tabla 8. <i>Estado del arte</i>	70

RESUMEN

Durante años, la industria de la moda ha aportado a la sociedad un cambio relevante en la forma de vida, pues se ha encargado de definir un estilo al que las personas se van adaptando de acuerdo a la época; esto ha generado más oportunidades de trabajo para muchas personas en cuanto a la producción; sin embargo, con el pasar de los años también avanza la demanda, haciendo que sea necesario encontrar nuevas técnicas que aceleren el proceso de producción, y aunque tengan impactos negativos con el ambiente, logran la satisfacción del cliente.

Con la realización de este proyecto, se pretende crear nuevas técnicas para reutilizar materiales que son considerados como desperdicios, esto implica que se contrate más personal en la empresa para tratarlos; lo cual va de la mano con el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente el 8 que se basa en promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos, logrando que la empresa pueda disminuir sus gastos, al reutilizar los desperdicios, y así colabore con la sostenibilidad ambiental.

También se busca dar cumplimiento al ODS número 12, que busca garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles, disminuyendo en la mayor medida posible el impacto ambiental de la empresa.

Además, a través de este proyecto se pretende determinar la viabilidad a nivel económico, técnico, y socioeconómico de un plan de acción que permita disminuir o mitigar el impacto ambiental de esta empresa.

Palabras Clave: Economía Circular, Residuos, Sublimación, Industria, Reutilización.

INTRODUCCIÓN

La industria de la moda actualmente se puede entender como un universo dinámico que va más allá de la confección y diseño de prendas, pues se ha convertido en una expresión cultural y personal que cada vez adquiere más fuerza e influencia en la sociedad.

Este mismo afán de consumo, ha ocasionado que los productores de esta industria, centren todos sus intereses en la satisfacción de los clientes, sin importar el proceso que involucre llegar a este objetivo. El factor determinante es poder llegar a ubicarse en una posición favorable frente a los consumidores, especialmente marcando la diferencia.

De esta manera, se han desarrollado distintas técnicas para personalizar los diseños que son comercializados, ignorando los impactos negativos que estas causan al ambiente. Algunas de estas técnicas son la serigrafía, el bordado, el vinilo textil, la sublimación, el estampado digital, la pintura textil entre otros.

En este trabajo, particularmente se hablará de la técnica de la sublimación, que consiste en una impresión de tipo textil, que se caracteriza por su durabilidad y por su apariencia agradable al tacto; tiene la particularidad que sólo se adhiere a los polímeros propios del poliéster.

Sin embargo, al igual que las otras técnicas, presenta inconvenientes, como por ejemplo la generación de los residuos, cuyo problema de investigación se ha planteado en este proyecto, ya que una vez usado el papel de transferencia es desechado, generando así otro enorme impacto ambiental desde esta industria.

A través de una investigación hecha en la empresa ALCESOF S.A.S, se ha conocido la sublimación como técnica de personalización de diferentes prendas y artículos, las diferentes implicaciones que tiene realizar este proceso y el tipo de procedimiento que emplea esta empresa para realizarlo según cada sustrato.

Sumado a esto, después de una exhaustiva revisión del proceso, se evidenció que la cantidad de desechos era proporcional a la cantidad de productos terminados, lo cual es desfavorable hablando de impacto ambiental; pero ¿qué acciones se pueden implementar al proceso convencional de sublimación de la empresa ALCESOF S.A.S para que disminuya su impacto ambiental y se convierta en una técnica moderna pero que vaya también de la mano con la economía circular?

A lo largo de este trabajo, se pretende profundizar en el tema de la economía circular y cómo

ésta puede ser aplicada en distintos tipos de proceso, de manera particular en la industria textil, a fin de que empresas como ALCESOF y todas las que se dediquen a la personalización de artículos, puedan implementar eficazmente alternativas de mejora a sus procesos

OBJETIVOS

Objetivo General

Estructurar la viabilidad de implementar los principios de la economía circular seleccionados para el proceso de sublimación y los residuos generados en la empresa ALCESOF.

Objetivos Específicos

1. Identificar en los residuos generados, los constituyentes que potencialmente pueden ser aprovechados.
2. Revisar el proceso de sublimación para una posible mejora por medio de los mecanismos de la economía circular.
3. Seleccionar tecnologías y/o técnicas aplicables de principios de economía circular para el proceso de sublimación y sus residuos, considerando su posible implementación y viabilidad.

1. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se pretende dar un contexto general sobre la industria textil y los residuos provenientes de esta; de igual manera, abordando el proceso de sublimación en la industria mencionada, se plantearán los principios de la economía circular como una alternativa basada en los antecedentes que se tienen frente a este proceso.

Si bien se conoce en la industria textil, la sublimación como una alternativa óptima para la misma, se ha dejado de lado la problemática de la generación de residuos que ésta trae consigo, la cual fue evidenciada de manera puntual, luego de una detallada observación a través de visitas a la empresa ALCESOF S.A.S, evidenciándose que tras cada proceso de personalización que allí se realiza, un porcentaje de material se desecha.

Dicho material considerado como desecho, no recibe ningún tratamiento que le permita volver a ser reinsertado en una cadena de producción, por el contrario, se le ha considerado como inservible, sumándose a los impactos negativos producidos por la industria textil a nivel general.

1.1. Proceso de sublimación en la industria textil

La sublimación se define como el proceso físico de transición, que consiste en el cambio de estado de la materia sólida, al estado gaseoso sin pasar por el estado líquido. Esto se produce cuando el material sólido es sometido a condiciones específicas de presión y temperatura, produciendo de esta manera el cambio de estado. [1]

Este proceso tiene distintos usos de acuerdo con la industria en la que se desee manejar, ya que, si se habla, por ejemplo, de la industria química, éste se usa para purificar las sustancias sólidas, calentándose para que se sublimen, y luego recuperando el gas por medio del proceso de condensación. Si se habla de la industria textil, se usa para la personalización de prendas u objetos, transfiriendo una imagen determinada desde un papel especial, sobre el material que se desee, mediante la aplicación de temperatura y presión proporcionada por una máquina termofijadora. En la física, se usa este proceso para estudiar la cinética y la termodinámica de los sólidos, midiendo el cambio de masa producido por la sublimación en diferentes condiciones de temperatura y presión. Esta técnica también es aplicada en la industria alimentaria para la producción de productos congelados y en la industria farmacéutica, para la producción de medicamentos. [2].

Aunque es un proceso con un inmenso campo de aplicación, este proyecto se centra en su impacto en la industria textil, pues desde hace ya un tiempo, ha marcado un antes y un después en

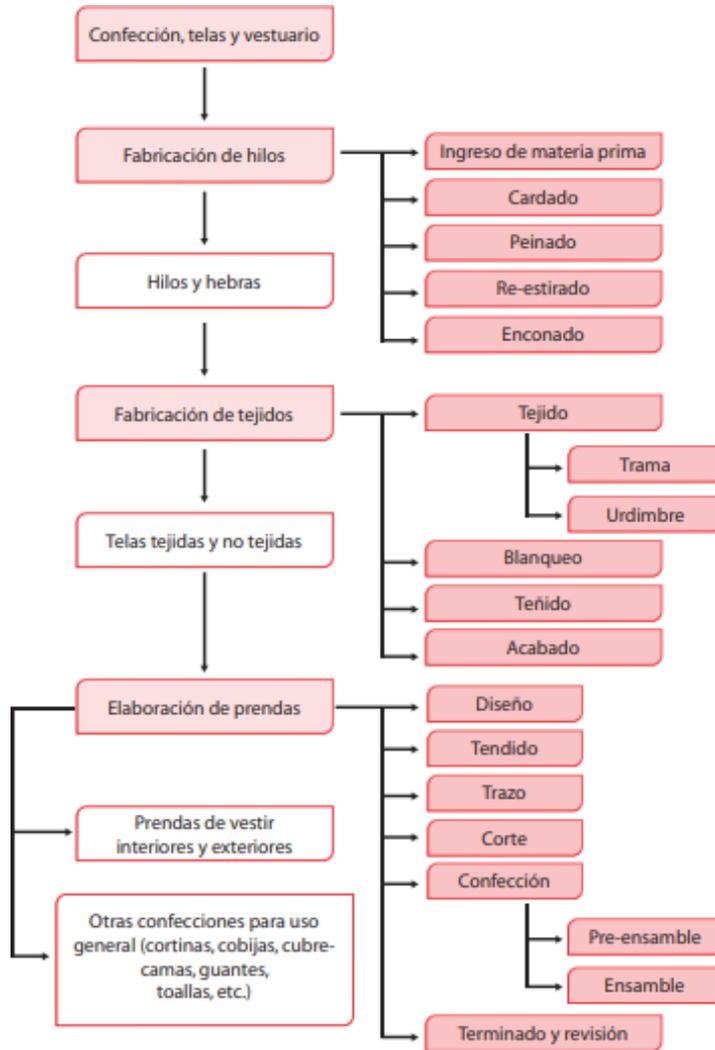
la personalización de objetos, prendas y complementos.

Como es bien sabido, la industria textil, es una de las industrias que cambia con más frecuencia, debido al interés de expansión que tiene cada marca para ir entrando a nuevos mercados. Sin embargo, depende en gran medida del comportamiento de los consumidores, cuyas decisiones se encuentran determinadas por factores culturales, sociales, económicos y actualmente también ecológicos, pues poco a poco se ha ido tomando conciencia de los diferentes beneficios que se obtienen al adquirir textiles más sostenibles.

Para tener una somera idea del proceso de producción industrial, a continuación se presenta un diagrama que facilita la comprensión:

Figura 1.

Diagrama Proceso productivo - Confección



Nota. Proceso productivo del subsector confección, telas y vestuario. Tomado de [En línea]: Benavides Rivera, V. (2015). Diseño del plan de gestión ambiental para la industria textil Aritex de Colombia SA (Bachelor's thesis, Universidad Autónoma de Occidente).

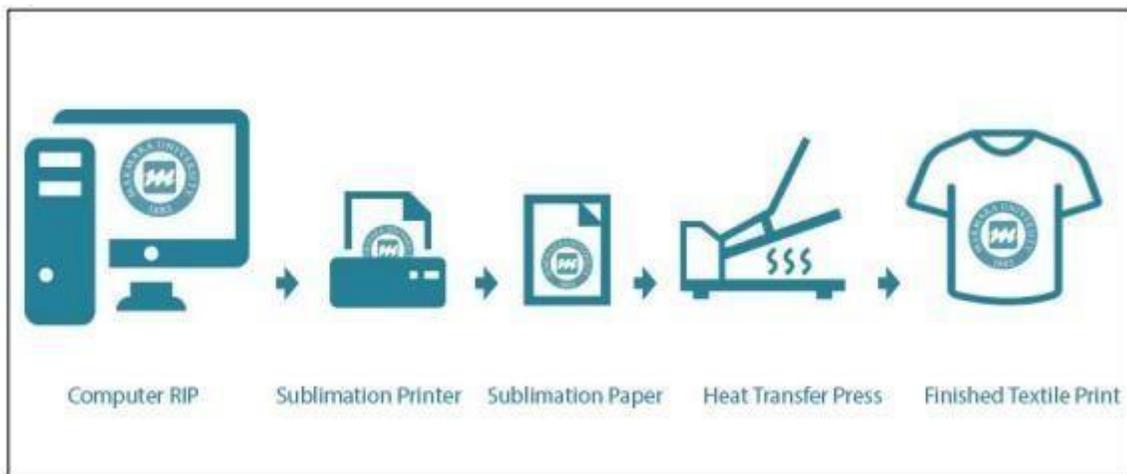
Sin embargo, sabiendo que, en la sociedad actual, el consumo tiene un papel central para favorecer la construcción de las identidades personales y del mundo social, sobre todo en la etapa adolescente y preadolescente, los productos y las diferentes marcas, emplean todos sus esfuerzos

para ayudar a los jóvenes a construir su identidad y a proveerles de un sentido de sí mismos, [3] aunque esto en muchas ocasiones no tenga los resultados esperados, ha primado la idea de que el mercado se mueve por la cantidadde ventas que genere.

Es así, como la sublimación se ha establecido en el mercado como una opción favorable al momento de optar por la personalización de prendas y objetos, pues es un proceso de transferencia, de un pigmento rico en polímeros a un papel de transferencia especial y de adhesión, de la imagen formada en el papel a las fibras del tejido mediantepresión. Los parámetros que se deben tener presentes para llevar a cabo éste proceso de la manera más óptima son la temperatura, la presión, el tiempo y las propiedades del sustrato. [4]

A nivel general, el proceso de sublimación se desarrolla tal como lo presenta el siguiente esquema [5]

Figura 2.
Esquema del proceso de sublimación



Nota. Esta figura evidencia los pasos requeridos para realizar el proceso de sublimación Tomado de: Ozomay, M. & Ozomay, Z. (2021). *The Effect of Temperature and Time Variables on Printing Qualityin Sublimation Transfer Printing on Nylon and Polyester Fabric European Journal of Science and Technology*, (23), 882-891

De esta manera, se entiende que, para la ejecución de este proceso, se requieren equipos como un computador, una impresora y una termofijadora; además de materiales especiales como tintas, cintas, papel de trasferencia, entre otros.

El computador, se requiere para la primera etapa del proceso, que es la creación del diseño o

la selección de la imagen a estampar; esto se puede hacer a través de diferentes programas específicos, para obtener un mejor resultado de personalización. Seguido de esto, las tintas y el papel de transferencia se utilizan para imprimir el diseño en una impresora inkjet, la cual utiliza tintas especializadas para la sublimación, suele usarse el modelo de color CMYK, que son los colores básicos en la impresión: cian, magenta, amarillo y negro. El amarillo se suele añadir para controlar el tono y la luminosidad de los colores producidos. La tinta negra se añade para aumentar el contraste y los detalles en tonos oscuros y reducir el consumo general de tinta. [5]

Figura 3.

Tintas para la sublimación



Nota: Tintas utilizadas para la impresión en Sublimación. Tomada de [En línea]: . Rizzo suministros.<https://www.suministrosrizzo.com/producto/tinta-sublimacion-x-litro-c-m-y-k-cl-cm/>

Estas tintas contienen una mezcla específica de colorantes y disolventes que se activan con el calor y son menos solubles en agua, lo cual significa que cuando se sublima, la tinta que es sometida al calor se convierte en gas y penetra la superficie del material; además poseen disolventes menos tóxicos que las tintas convencionales.

Por otra parte, sobre el papel de transferencia se imprime la imagen o diseño que se desea transferir, por eso, éste debe poseer parámetros de temperatura, presión, secado, etc; además posee en su superficie un químico de goma que impide que la tinta moje el papel, y se absorba, para que la tinta se evapore a través del calor y se transfiera a la tela.[6]

La última etapa de este proceso es la sublimación, en la cual es necesario ubicar el sustrato

(objeto que se desea personalizar, ya sea prenda, cerámica u otros) sobre la plancha térmica o termofijadora que es la que genera el calor para la termofijación de la pintura sobre el objeto deseado, una vez ha sido transferida al papel de sublimación; luego se pone el papel transfer sobre éste, y si es necesario se asegura con cinta térmica, se cierra la prensa, permitiendo así, que mediante la presión y el calor la tinta se transfiera al sustrato deseado. [7]

Figura 4.

Termofijadora con sus diferentes piezas



Nota. Termofijadora con sus partes para sublimar cada sustrato. Tomado de. Rizzo suministros. [En línea]:

<https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-554567413-termofijadora-8-en-1-garantia-de-un-ano-papel-sublimacion->

El tiempo que dura esta etapa del proceso, depende del sustrato, tal como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 1.

Temperaturas y tiempos de sublimación



The infographic features a logo with a stylized 'P' and 'M' and the word 'SUBLIMACIÓN'. Below the title, a table lists the following data:

Producto	Tiempo	Temperatura
Cerámica: Tazas, Platos, Vasos y más...	120 - 180 s. aprox.	180° - 190°
Vidrio: Tequilero, Tarro, Tazas y más...	120 - 180 s. aprox.	170° - 180°
Aluminio: Latas, Botellas, Laminas y más...	90 s. aprox.	180° - 190°
Acero: Latas, Botellas, Jarras y más...	60 - 90 s. aprox.	180° - 190°
Cartón: Rompecabezas, Blistar y más...	20 - 30 s. aprox.	190°
Textil: Playera, Babero, Mandil y más...	25 - 55 s. aprox.	190° - 200°
Sandalia	25 - 40 s. aprox.	180° - 190°
Pantufla	40 - 50 s. aprox.	190°
Vinil Textil	5 - 12 s. aprox.	150° - 160°
Subtil Textil con Acabado Terciopelo y Elástico	30 - 40 s. aprox.	190° - 200°
Sublicotton Tela	40 - 50 s. aprox.	190° - 200°

Nota. Tabla que describe los parámetros para la sublimación. Tomado de colormake. [En línea]: <https://colormake.com/tiempos-y-temperaturas-para-sublimar/>

Conociendo el proceso de la sublimación, se ha destacado también por ser un proceso más asequible económicamente y por emplear una menor cantidad de tiempo en su ejecución, superando de esta manera procesos como la serigrafía o la impresión rotativa que emplean múltiples equipos y mucho más tiempo. [8]

Con base a investigaciones que se han realizado, se ha hecho evidente que, si se siguen consumiendo los recursos de la manera que se ha venido haciendo en América, se necesitarían 5 planetas para la producción de textiles que se tiene proyectada para los próximos 25 años. [4] Dichos resultados también han ocasionado que muchas empresas textiles ubicadas en diferentes países, salgan de los parámetros que se centran únicamente en el consumo y empiecen a implementar medidas que disminuyan el impacto ambiental que generan sus cadenas de producción, desde la fabricación de hebras, hilos, tejidos, telas y prendas, esto sin que afecte su proceso productivo.

En una entrevista realizada en 2019 a los principales fabricantes de impresión porsublimación, afirmaron que existen muchas oportunidades de expansión en el mercado de la moda, y que se estima que este mercado de sublimación en general crecería en unatasa compuesta anual de 16,8% entre 2019 y 2024, dado el avance significativo que estáteniendo esta industria. [8]

Estos datos, sin duda alguna, manifiestan que, aunque la sublimación es un proceso que actualmente está teniendo mucho éxito por todas las ventajas que tiene, se han dejadode lado las consecuencias que impactan negativamente el ambiente, puesto que, al ser un proceso relativamente corto y sencillo, no se presta atención a los daños causados a largo plazo, ni a las medidas que se podrían tomar para mitigarlos.

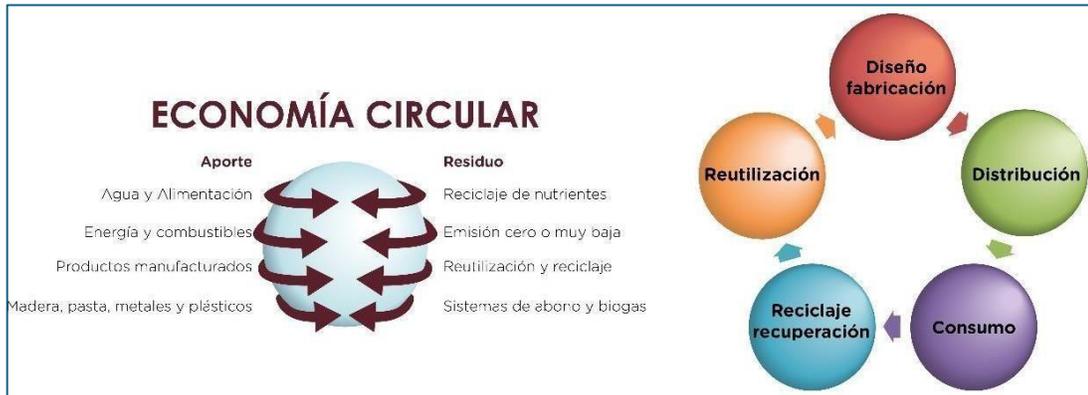
Se hace realmente necesario, que la industria textil implemente mecanismos que vinculados a la economía circular permitan un mayor aprovechamiento de los residuos que allí se generan, ayudando a un sostenimiento en todos los ámbitos que abarca esta industria; pues si este tema se sigue tomando a la ligera, a medida que aumenta la demanda del mercado, aumentará consigo la cantidad de desechos que se generen en ella.

1.2. La economía circular

Se define como un sistema de aprovechamiento de recursos cuyo pilar es el uso de las 4 cuatro “R”: reducir, reutilizar, reparar y reciclar, es decir que los materiales nunca se convierten residuos, por el contrario, se mantienen en circulación mediante procesos como el mantenimiento, el compostaje, entre otros. Es un nuevo modelo de producción y consumo que garantiza un crecimiento sostenible en el tiempo, va más allá del reciclaje y se propone ir a la raíz del problema para ofrecer soluciones viables. [5]

La economía circular supone transitar del modelo lineal, al modelo circular en el que los residuos son los insumos o recursos para una nueva producción.

Figura 6.
Economía Circular



Nota. Principios de la Economía Circular. Tomado del Observatorio del Desarrollo Económico.[En línea]:<https://observatorio.desarrolloeconomico.gov.co/crecimiento-economico-industria/principios-de-economia-circular>

Figura 5.
Economía Lineal



Nota: Principios de la Economía Lineal. Tomado del Observatorio del Desarrollo Económico.[En línea]: <https://observatorio.desarrolloeconomico.gov.co/crecimiento-economico-industria/principios-de-economia-circular>

La alternativa circular pretende alcanzar tres objetivos: uso de energías renovables, eficiencia energética y gestión eficiente y responsable de todo tipo de recursos. Para esto, establece principios fundamentales como:

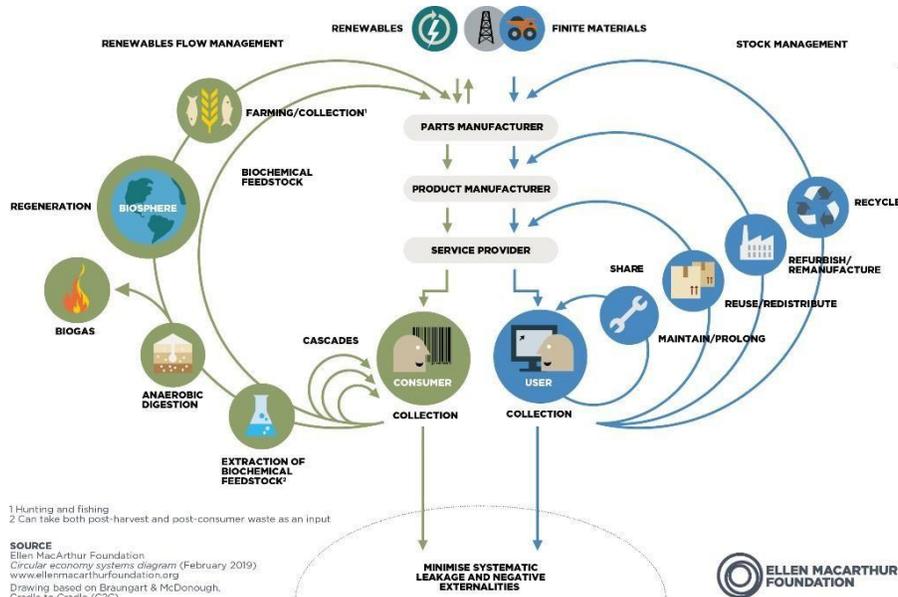
- A. Preservar y mejorar el capital natural
- B. Optimizar el uso de los recursos
- C. Promover la existencia de los sistemas
- D. Reintroducir

E. Reutilización y Reparación

F. Fuentes Renovables

De igual forma, es imprescindible que se conozca que en todas las actividades humanas que realizamos, se evidencia un continuo flujo de materiales, el cual se expone en el diagrama de mariposa:

Figura 7.
Diagrama de Mariposa - Economía Circular



Nota. Diagrama de Mariposa. Tomado de Research Gate.
[En línea]: https://www.researchgate.net/figure/Circular-Economy-System-Diagram-Infographic-circular-economy-2017_fig1_335401761

El cual en el lado izquierdo representa el ciclo biológico, que son todos aquellos insumos que pueden biodegradarse y volver de manera segura a la tierra, principalmente se encuentran aquí los alimentos que consumimos, y desde la economía circular se pueden aplicar técnicas de regeneración de la naturaleza, como la agricultura, el compostaje, digestión anaeróbica, cascadas, extracción de materia bioquímica, entre otras.

Por otro lado, en el lado derecho del diagrama, está representado el ciclo técnico, donde se encuentra todo lo que no se consume, sino que se usa; allí se representan las diferentes etapas y cómo cada una de ellas evita que los materiales se conviertan en residuos, entre las etapas están: Intercambio, mantenimiento, reutilizar, redistribuir, renovación, remanufactura y reciclaje.

La economía circular, además necesita basarse en una recolección de datos para crear estadísticas que le permitan establecer en qué porcentaje se está alcanzando el cumplimiento de los objetivos propuestos con base al cuidado de la casa común. En Colombia concretamente, el SIEC (Sistema de Información de Economía Circular) es el conjunto articulado de entidades públicas y privadas que interactúan entre sí para recopilar, consolidar y difundir la información estadística relacionada con la economía circular; y tiene como finalidad, tomar decisiones en materia política y evidenciar la transición del país hacia este modelo de producción y consumo.

[6]

Es importante conocer dentro del tema, que la recopilación, consolidación e información estadística relacionada con la economía circular en el SIEC se clasifican en cuatro componentes, de acuerdo con su enfoque:

1. Demanda de activos ambientales y servicios ecosistémicos
2. Conservación o pérdida de valor de los materiales en el sistema productivo.
3. Presión en los ecosistemas por la disposición de residuos.
4. Factores que facilitan la economía circular.

Entre las entidades involucradas en el SIEC están los usuarios que son los que consumen los datos e información que se encuentra en el sistema, y los productores que son las entidades que suministran la información estadística al sistema.

ambiente, desde lo más sencillo hasta lo más complejo, se entiende que están llevando a cabo una gestión verde, sin embargo, para que se hable de una economía verdeo sostenible, se debe hablar de una progresiva incorporación de pautas amigables con el ambiente, a fin de que las empresas respeten los acuerdos de sostenibilidad, aun cuando se advierta que el impacto ambiental de la economía global es insostenible. [7]

Esta sostenibilidad económica es una decisión particular de las empresas dentro de cada industria, pues depende de un completo análisis de cada proceso productivo, ya que en cada etapa pueden haber posibilidades de optimización, mejor manejo de materias y materiales, y un mayor aprovechamiento de los desechos producidos.

1.3. Residuos de la industria textil

En la actualidad los recursos económicos disponibles para el manejo de los residuos, están distribuidos según lo concertado en cada Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos a nivel municipal o distrital, que por lo general son entregados principalmente para la creación o ampliación de los rellenos sanitarios, esto significa que se sigue dando prioridad en las políticas públicas a una infraestructura tradicional de la economía lineal [9]

La cadena del textil y la moda se caracteriza por tener ciclos de vida cortos y un elevado valor de los productos, lo que hace de ella un sector de inversión atractivo. Sin embargo, esto se traduce en una elevada huella ambiental la cual se concentra en la obtención de materias primas, el proceso de producción, y en gran medida en el uso por parte del consumidor y su disposición final. [9]

La industria textil, a pesar de ser una de las industrias más importantes a nivel de consumo, también se caracteriza por estar entre las más contaminantes a nivel mundial, puesto que atenta directamente contra los recursos naturales, como el agua, empleando 2700 litros por la elaboración de una camiseta y contaminando el 20% del agua potable a nivel mundial, debido a los microplásticos y a los más de 15000 químicos que se emplean para su fabricación. Entre los contaminantes, los que más destacan son los colorantes, que se diseñan para ser altamente resistentes, incluso a la degradación microbiana, por lo que son difíciles de eliminar aún en plantas de tratamiento. [5]

En cuanto a las emisiones de gases de efecto invernadero, se considera esta industria como la responsable del 10% de emisiones de carbono a nivel mundial. En cuanto a residuos, también es responsable de los porcentajes actuales de contaminación, puesto que sólo el 1% de ropa usada se

recicla, lo demás es considerado como desecho.

En la industria textil son muchos los materiales que se utilizan para el desarrollo o producción de textiles que luego serán distribuidos en el mercado. Se habla de dos grandes grupos de materiales que se utilizan en la producción textil: los materiales naturales y los materiales sintéticos; los primeros provienen de recursos naturales y los segundos se dan a partir de procesos en la producción textil. Estos últimos son los que de alguna manera afectan más el ambiente y producen más residuos por el hecho de darse por medios de producción industrial. Los materiales que más se usan en esta industria son: el algodón, el poliéster, lino, lana, seda, nylon, lycra, entre otros.

Debido a esta misma cantidad de materiales, se generan diversas actividades dentro de la industria textil, por lo que, los residuos, se pueden clasificar de la siguiente manera, con el correspondiente código del Catálogo Europeo de Residuos (CER):

- 04 02 Residuos de la industria textil.
- 04 02 09 Residuos de materiales compuestos (tejidos Impregnados, elastómeros...)
- 04 02 10 Materia orgánica de productos naturales (por ejemplo, grasa, cera).
- 04 02 14 Residuos de acabado que contienen disolventes orgánicos.
- 04 02 15 Residuos del acabado distintos de los especificados en el código anterior.
- 04 02 16 Colorantes y pigmentos que contienen sustancias peligrosas.
- 04 02 17 Colorantes y pigmentos distintos a los mencionados en el código anterior
- 04 02 19 Lodos del tratamiento de efluentes que contienen sustancias peligrosas.
- 04 02 20 Lodos del tratamiento de efluentes distintos de los mencionados en el código anterior.
- 04 02 21 Residuos de fibras textiles no procesadas.
- 04 02 22 Residuos de fibras textiles procesadas.
- 04 02 99 Residuos no especificados en otra categoría. [10]

Sumado al impacto ambiental que produce este tipo de materiales, está la falta de integración que presenta la cadena de suministro, dificultando la colaboración entre las diferentes etapas productivas y de reciclaje. Además, la falta de constantes monitoreos y seguimiento a los impactos ambientales en la cadena productiva, impide la implementación de controles a los residuos, ya que esto implica elevados costos para las empresas.

Entre los países que más generan impacto ambiental se encuentra México, en el cual se desechan

3.700 millones de toneladas de residuos textiles al año, sobre todo de ropa de cama e interior, así como cortinas, y sólo se recicla uno por ciento, revelan datos de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. De acuerdo con información del portal de la organización ambientalista internacional Greenpeace, la contaminación que genera la producción de ropa es de aproximadamente 500 mil toneladas de microplásticos al año que llegan a los océanos.[6].

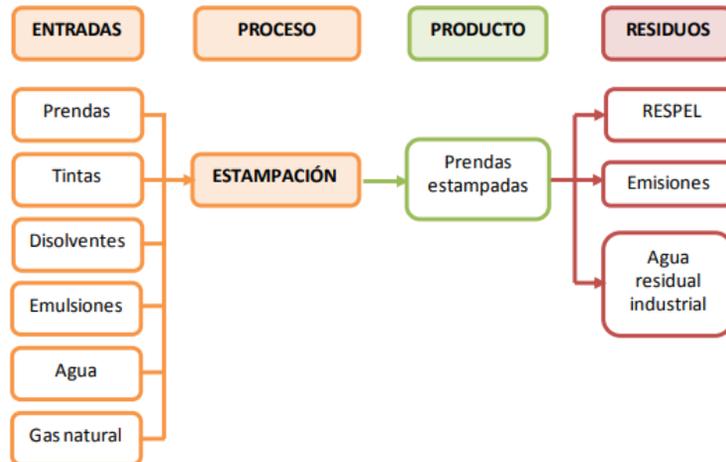
Unido a esto, la Oficina de Reciclaje Internacional - BIR (por sus siglas en inglés) informó que gracias a la reutilización de materiales textiles recuperados durante los procesos de fabricación o en la disposición final luego de su consumo, se obtiene un descenso importante en las emisiones de CO₂. Informa que mediante la recolección de 1kg de ropa usada, se logra la reducción de 3.6 Kg de emisiones de CO₂, 6000 litros de consumo de agua, 0,3 kg de utilización de fertilizantes, 0,2 kg de utilización de pesticidas, sin embargo, actualmente el reciclaje textil sólo es viable para los residuos de la industria textil, se requiere una solución técnica y económicamente factible para la reutilización de los residuos textiles post – consumo. [9].

1.4. Industria textil en Colombia

En nuestro país, sin duda alguna también hay una fuerte presencia de la industria textil, y a su vez, diferentes impactos ambientales que esta trae consigo. Aunque es imprescindible conocer todo el proceso que hay detrás de la confección de una prenda, también es vital evidenciar que en cada uno de estos pasos se van obteniendo residuos, que van sumando al impacto de esta industria. Entre estos pasos se encuentran 4 que son fundamentales:

- **Producción de fibras:** Las fibras son las materias primas básicas de toda producción textil. Pueden ser generadas por la agricultura, la ganadería, la química o la petroquímica. En Colombia, su producción está concentrada principalmente en Medellín.
- **Hilandería:** Es el proceso de convertir las fibras en hilos. Gran parte de los hilos que utiliza el país son importados. La producción nacional se concentra en Bogotá.
- **Textiles:** Es el proceso de convertir hilos en telas.
- **Confección:** Es la fabricación de ropa y otros productos textiles a partir de telas, hilos y accesorios. La producción está concentrada en Bogotá y Medellín.
- **Personalización:** Es el proceso de personalizar las prendas obtenidas en la confección, valiéndose de diferentes métodos para lo mismo.

Figura 9.
Proceso productivo sector textil



Nota. Entradas, productos y residuos del proceso de corte [En línea]: Benavides Rivera, V. (2015). Diseño del plan de gestión ambiental para la industria textil Aritex de Colombia SA (Bachelor's thesis, Universidad Autónoma de Occidente).

En nuestro país, hay muchas empresas que día a día incentivan más a la competencia entre sí, debido al aumento en las importaciones y la presencia de distintas marcas reconocidas. Entre los departamentos que más se presenta este fenómeno son:

Figura 10.
Desarrollo de la Industria Textil en Colombia.



Nota. Departamentos que trabajan la industria textil. [En línea]: VÉLEZ CABRERA, Luis Guillermo; et al. Desempeño del sector textil confección 2008 – 2012. Bogotá D.C.: Superintendencia de Sociedades, 2013.

Aunque estos datos provienen de un estudio realizado en el año 2012, actualmente el sector textil se ha expandido por muchos más departamentos del país, en los cuales se presentan distintos escenarios que permiten a las empresas darse cuenta de que han colaborado con el impacto ambiental, pero así mismo, han buscado alternativas en sus procesos productivos.

Por ejemplo, Lafayette que asegura la reutilización de los insumos y materias primas que pueden volver a ser usados durante la producción, según su programa denominado Re- ciclos, además esta empresa se destaca por la fabricación de sus hilos a partir de botellas PET que se convierten en poliéster reciclado, y por contar con dos plantas de aguas residuales que reciclan el 50% de estas. [10]

Por otro lado, se encuentra la empresa Coltejer, que se encarga de reutilizar el subproducto del algodón mediante un proceso de limpieza y transformación, que luego se emplea en las prendas de vestir con fibras compostables y fibras y resinas biodegradables. También cuenta con técnicas de teñido que le permite disminuir los tiempos y el consumo de agua, energía e insumos químicos.

Permoda por su parte, en los últimos años ha logrado reducir el 44% de consumo de agua gracias a la recirculación y re-uso del recurso. Además, han reducido el 8% del consumo energético con respecto al consumo del año 2021 y le han dado un manejo integral a los residuos sólidos tras la creación de un centro de acopio para los mismos, aprovechando el 60% de los mismos para otros procesos mediante alianzas estratégicas.[11].

Entre los grandes retos que ha tenido que asumir esta industria, está el contrabando, los gravámenes arancelarios, el atraso en maquinaria y tecnología, los costos de producción, la corrupción y tasas de intereses muy altas, pues esto ha provocado que el sector textil este pasando por un declive cada vez mayor y que muchas de las empresas que pertenecen a este sector hayan salido del mercado y las que aún se sostienen tienen problemas de liquidez, baja en ventas y poca innovación.

1.5. Normativa aplicable en Colombia

Algunas de las normas, leyes y decretos que aplican para el manejo de residuos en la industria textil, son:

- **Estrategia Nacional de Economía Circular**

Promueve la integración de materiales usados a un nuevo ciclo de vida.

- **Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible de 20011.**

Permite identificar cuáles son los patrones de consumo de materiales en la sociedad actual, lo que permite la mejora de estos.

- **CONPES 3934 de 2018**

Permite la identificación del manejo y evolución del crecimiento verde en el país.

- **Decreto 2412 de 2018**

Permite identificar cómo debe ser el aprovechamiento y tratamiento que se le pueda dar a la ropa de segunda mano.

- **Decreto 3750 de 2011**

Permite conocer las modificaciones en los objetivos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

- **Decreto 1351 de 2016**

Permite conocer los aranceles y los beneficios que posee el intercambio de materias primas escasas adquiridas de terceros.

- **Decreto 1074 de 2015**

Permite conocer las políticas o reglas establecidas para el sector de industria y comercio.

- **Política de Crecimiento Verde de 2018**

Se enfoca en el uso sostenible de textiles.

- **Ley 99 de 1993**

Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA.

- **Ley 172 de 1994**

Por la cual se conocen los tratados de comercio, de importación y exportación de materias primas o bienes.

- **Norma Técnica Colombiana NTC 6039**

Esta norma especifica los requisitos ambientales para tintas utilizadas en procesos de impresión

flexográfico, rotograbado, serigrafía, litografía offset y letter press. [13].

2. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN EL PROCESO DE SUBLIMACIÓN PARA APROVECHAMIENTO

A lo largo de este capítulo, se pretende profundizar más en la razón de ser de la empresa ALCESOF, puesto que, como empresa constituida, se ha dedicado a la satisfacción de los clientes al personalizar las prendas y los artículos deseados. Durante este tiempo en la empresa, fue posible establecer diferencias entre los procesos, las preferencias al momento de aceptar los diferentes sustratos y demás decisiones necesarias para este proceso.

2.1. Alcesof S.A.S

Es una empresa que se encarga de personalizar prendas, y artículos a través del proceso de la sublimación. De manera especial, se ha encargado de desarrollar este proceso a través de dos tipos de papel según el artículo que se desee sublimar:

- Papel de Sublimación Rosado: Óptimo para sublimar
 - ✓ Pocillos
 - ✓ Platos
 - ✓ Lienzos
 - ✓ Termos
 - ✓ Gorras
 - ✓ Prendas

Figura 11.

Papel de sublimación rosado

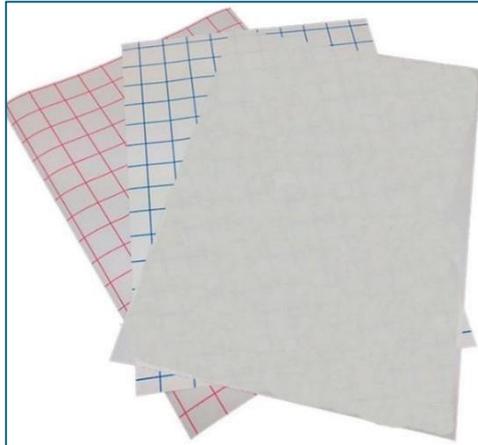


Nota. Papel de sublimación rosado. Apto para diferentes superficies.

- Papel de Sublimación Transfer: óptimo para sublimar

✓ Prendas claras y oscuras.

Figura 12.
Papel transfer



Nota: Papel de transferencia para sublimar. Tomado de Digitranfer.

[En línea]: <https://digitranfer.net/papeles-de-sUBLIMACION/>

A pesar de que estos dos tipos de papel aplican para diferentes sustratos debido a sus propiedades, se ha evidenciado una problemática que presentan en común, pues para realizar estos diseños, se requiere la adhesión completa del tinte al objeto escogido, a través de una impresión de papel que se transfiere mediante calor a una temperatura que puede variar desde los 180°C en adelante.

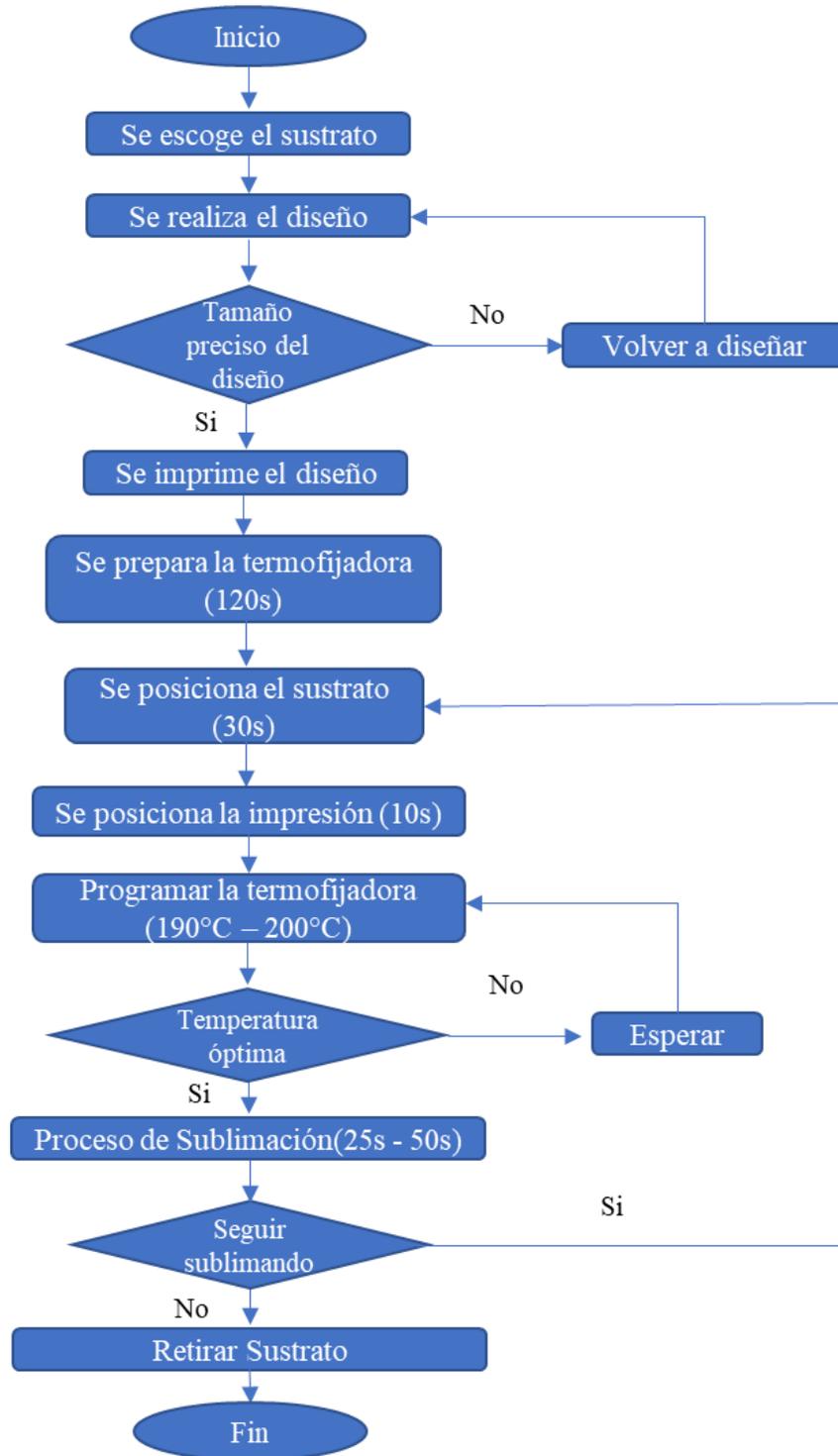
2.2. Proceso de producción

La empresa ALCESOF se dedica a personalizar prendas y objetos como vasos, termos, cuadros, esferos, lozas, cerámicas, gorras, entre otros, los cuales se adquieren como materias primas con proveedores específicos, es decir, que el cliente sólo se preocupa por escoger el diseño de personalización, mientras la empresa le brinda el sustrato deseado. Esto es una ventaja para ALCESOF, ya que le concede autonomía al momento de escoger los sustratos según los parámetros necesarios en el momento de la sublimación, pues no todos los materiales van a

soportar el mismo nivel de temperatura, y tampoco el mismo tiempo bajo esas condiciones.

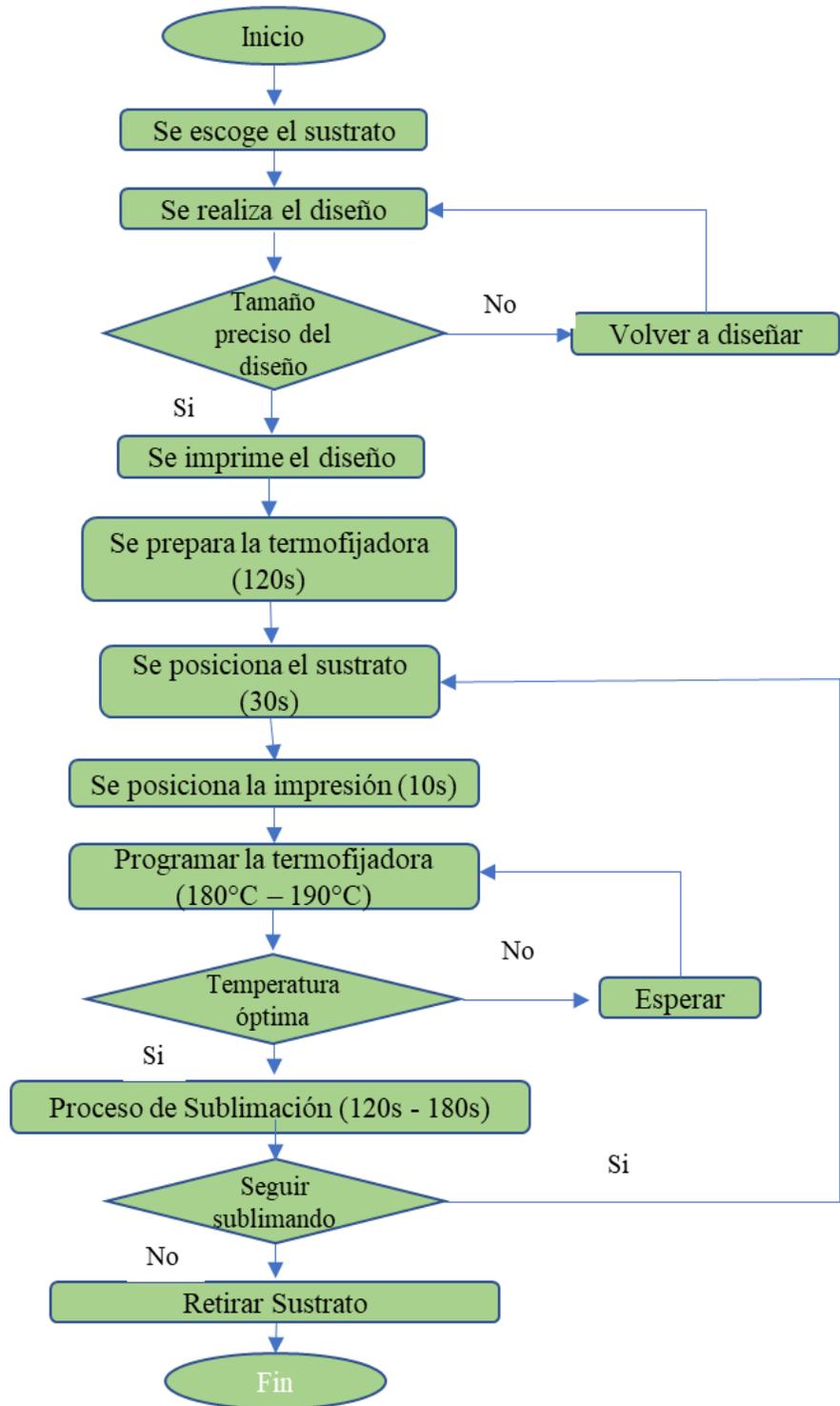
A continuación, se representan los respectivos diagramas, correspondientes al proceso de sublimación de textiles, de cerámicas, de termos en aluminio, de cuadros y envases de vidrio

Figura 13.
Proceso de Sublimación de Textiles.



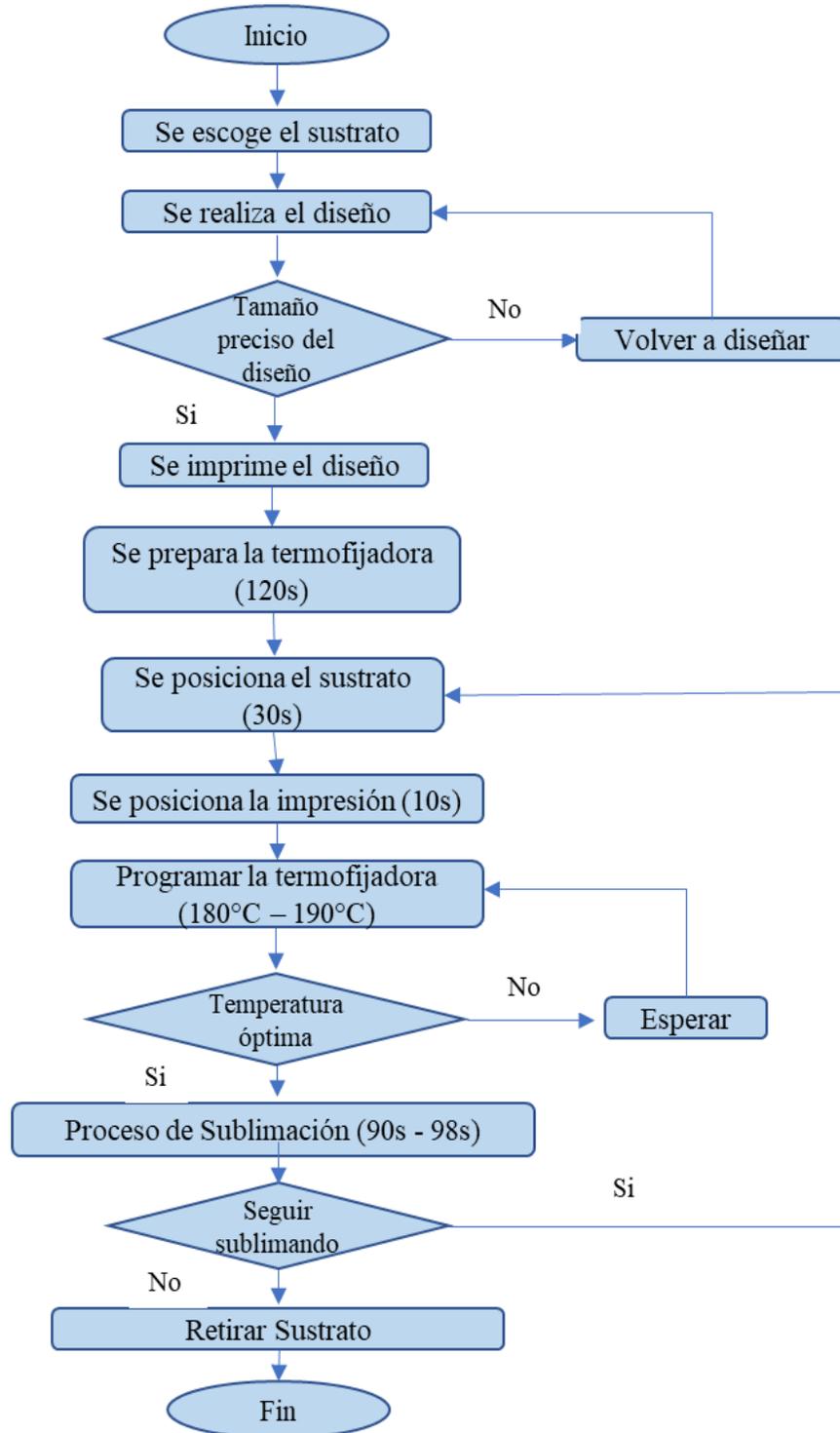
Nota. Diagrama del Proceso para la sublimación de textiles.

Figura 14.
Proceso de Sublimación de Cerámicas.



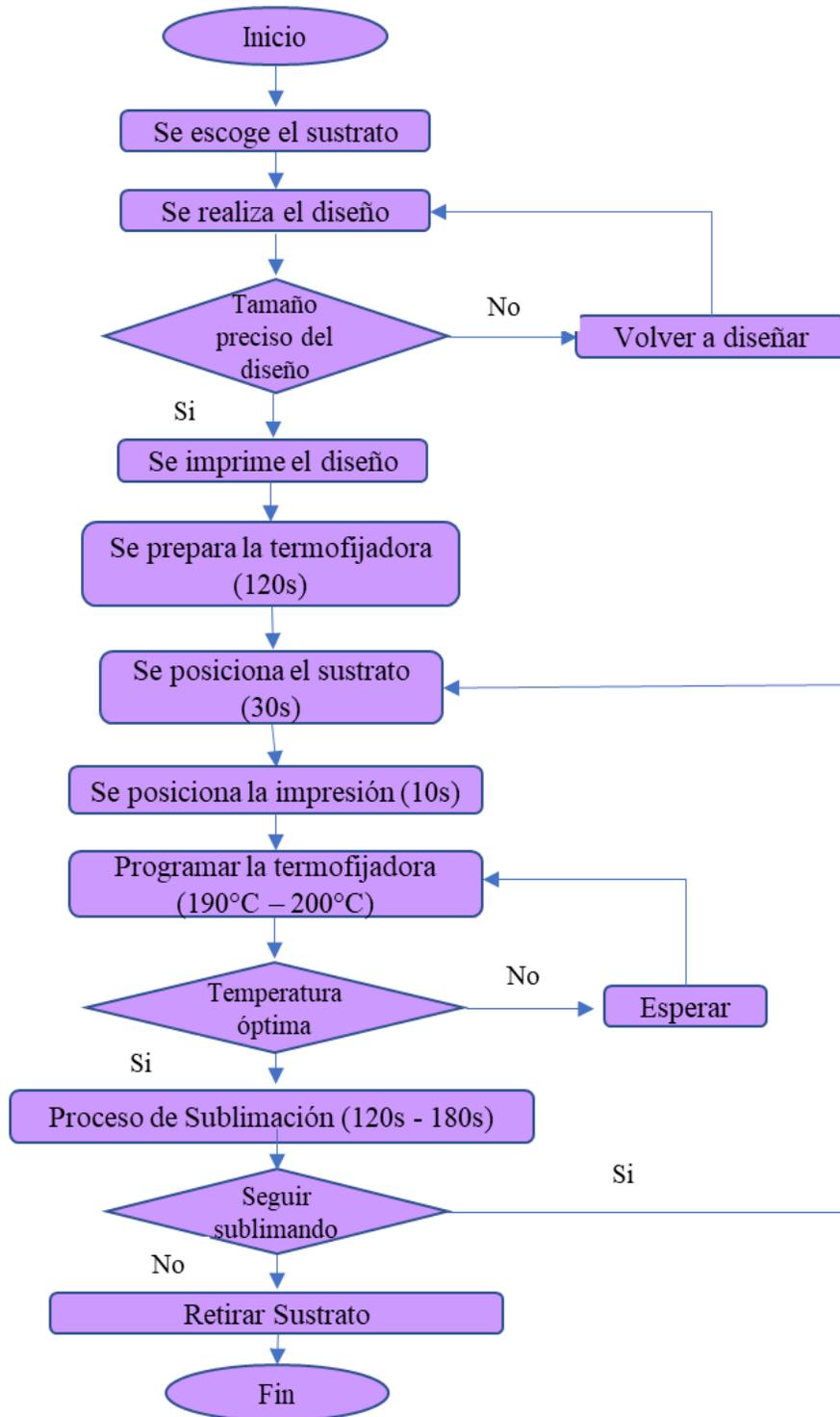
Nota. Diagrama del Proceso para la sublimación de cerámicas.

Figura 15.
Proceso de Sublimación del Aluminio.



Nota. Diagrama del Proceso para la sublimación del aluminio.

Figura 16.
Proceso de Sublimación de Vidrios



Nota. Diagrama del Proceso para la sublimación de vidrios.

2.3. Productos generados en la empresa

Es imprescindible conocer, que para que se lleve a cabo de manera satisfactoria el proceso de la sublimación, se deben manejar sustratos que estén compuestos por al menos un 75% de poliéster o de vinilo textil que lleve consigo un recubrimiento especial. Si los artículos o prendas no llevan estos recubrimientos, no es posible sublimarlos, o no se garantiza que queden de la mejor manera.

Entre los artículos más personalizados en esta empresa, se encuentran los pocillos y platos que están compuestos por materiales como la cerámica y la porcelana, estos requieren una temperatura de 360°C durante 100s en la termofijadora; las gorras compuestas por malla, poliéster, algodón, goma, lycra o nylon; los termos, hechos de acero inoxidable; las camisas y cuadros, cuya tela puede ser la seda fría, chifón, lienzo con poliéster, microfibra, o acetato, estos por su parte requieren una temperatura de 180°C y una duración que varía entre los 10 y los 60 segundos según el tipo de papel que se esté usando.

Cada uno de estos artículos que se subliman, son traídos por los clientes, o muchas veces se encargan, para que la empresa los consiga y luego proceda a sublimarlos, lo cual le permite a la empresa ahorrarse todo el proceso de producción de estos sustratos, para centrarse únicamente en la personalización.

Mensualmente la empresa personaliza una cantidad exacta de productos, los cuales se entregan semanalmente, sin embargo, hay temporadas altas en los cuales las ventas se incrementan, por lo cual, los niveles de productos sublimados, suelen aumentar. Entre los últimos 6 meses, esta fue una de las producciones que se llevó a cabo en una semana:

Tabla 2.
Producción semanal de la empresa ALCESOF

N°	Producto	Cantidad
1	Pocillos	40
2	Termos	20
3	Platos	20
4	Gorras	40
5	Camisas	80
6	Chaquetas	25
7	Cuadros	15
8	Llaveros	10

Nota. Productos personalizados en una semana por la empresa ALCESOF.

2.4 . Residuos generados en la empresa

En cuanto al tema de la generación de residuos de esta empresa, cabe mencionar que se generan dos residuos principales, que son: la emisión de CO₂ en la generación de energía de origen renovable, pues la energía que necesita este proceso se obtiene de la electricidad, la cual puede provenir de la combustión de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas natural, las cuales son altamente contaminantes al liberar grandes cantidades de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero a la atmósfera, generando impactos negativos como el calentamiento global y el cambio climático. [12]

De igual manera, durante la sublimación se puede estar generando CO₂ como resultado de la descomposición térmica de los materiales presentes en el proceso, como por ejemplo el poliéster; en otras palabras, la generación de este residuo puede ser ocasionada como consecuencia de la reacción térmica de los materiales utilizados en estas máquinas. [13]

El otro residuo que se genera en mayor cantidad es, el tener que desechar todo el papel impreso después de la transferencia de la imagen, ya que no se puede reutilizar. Al ser el principal residuo sólido de este proceso, se centrará la aplicación de las alternativas de economía circular en éste.

Durante el tiempo de pasantía en la empresa fue evidente que se generaba un gran número de residuos sólidos de diferentes tamaños, de acuerdo al artículo sublimado, y dependiendo también de la cantidad de personalizaciones que cada sustrato necesitase, lo cual generó que los pesos de los residuos fuesen diferentes para cada objeto personalizado, tal como lo demuestra la tabla 3 y la gráfica 17.

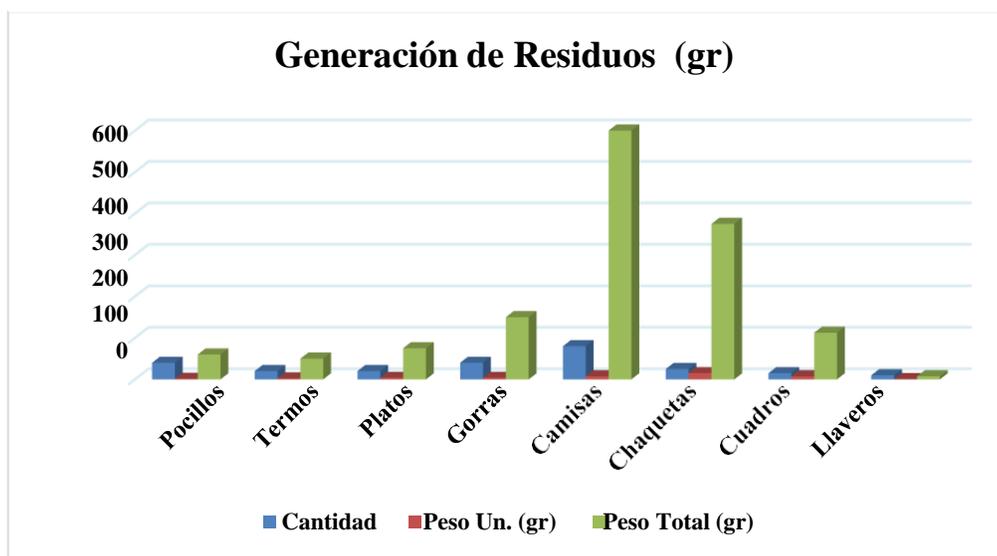
Tabla 3.
Producción semanal de personalizaciones y residuos de la empresa ALCESOF

N°	Producto	Cantidad Producto	Residuos	
			Peso Un. (gr)	Peso Total (gr)
1	Pocillos	40	1,5	60
2	Termos	20	2,5	50
3	Platos	20	3,75	75
4	Gorras	40	3,75	150
5	Camisas	80	7,5	600
6	Chaquetas	25	15	375
7	Cuadros	15	7,5	112,5
7	Llaveros	10	0,75	7,5

Nota. Residuos generados en una semana por la empresa ALCESOF.

Figura 17

Producción semanal de personalizaciones y residuos de la empresa ALCESOF.



Nota. Residuos generados en una semana por la empresa ALCESOF por cada personalización.

Partiendo de esta información, fue evidente que los productos que más generaron residuos sólidos en la sublimación, son aquellos que necesitaban más de una personalización, o alguna de mayor tamaño. Seguido de esto, se procedió a realizar una revisión bibliográfica y una consulta con distintas personas especializadas en este proceso, para lograr establecer cuáles son los principales componentes presentes en los papeles utilizados para la sublimación, aunque pueden variar algunos componentes dependiendo del tipo de papel que se emplee, cuentan con los mismos de manera fundamental.

En la tabla 4 se presentan los componentes presentes en los tipos de papel utilizados en la empresa ALCESOF S.A.S.

Tabla 4.
Constituyentes del papel de sublimación

COMPUESTOS [14] [15]
Fibra
Agentes liberadores
Pigmentos
Celulosa modificada
Polímeros Termosensibles
Tensioactivos
Aditivos
Agua

Nota. Componentes principales del papel de Sublimación.

Estos constituyentes, le dan al papel características como: secado instantáneo, alto rendimiento de transferencia, absorción rápida de tinta, así como reducción de desperdicios, alta ganancia de color, entre otros.

Sin embargo, todos los tipos de papel para la sublimación tienen una capa de cera en uno de los lados, donde se realiza la inyección de tinta para el soporte final, lo cual impide que se pueda aplicar algún proceso químico para la reutilización de estos materiales, sin embargo, no cierra por completo las posibilidades para reinsertarlos en la cadena de producción.

3. REVISIÓN DEL PROCESO DE SUBLIMACIÓN APLICADO AL CASO DE ESTUDIO

A lo largo de este capítulo se pretende identificar y establecer la importancia de la gestión de residuos en la industria textil, partiendo de diferentes estudios e investigaciones que se han hecho a nivel general frente a este proceso. Además de esto, a nivel particular se pretende exponer el estado actual del proceso de sublimación en la empresa ALCESOF, así como los diferentes impactos que este ha tenido sobre el ambiente.

3.1. ¿Por qué es importante la gestión de residuos?

Los residuos resultantes de diferentes procesos de la industria han sido conforme ha pasado el tiempo un problema en crecimiento, y aunque su impacto es de alto nivel suele ser silencioso muchas veces. Evitar la generación de tantos residuos por parte de las diferentes industrias podría ser un medio de solución, sin embargo, algo bastante difícil y complejo de asumir, es por esto por lo que es aún más necesario plantear la gestión de estos residuos y su importancia, pues puede ir siendo una alternativa a este problema.

La gestión de residuos puede llegar a verse desde diferentes perspectivas, pero en principio es manejar e implementar un correcto sistema de reciclaje, de manera que se pueda minimizar el impacto ambiental que van generando cada uno de estos procesos [16], y buscar la posibilidad de darle un nuevo uso a estos residuos, de manera que se pueda hacer también un aprovechamiento para estos. A su vez, la gestión de estos residuos contribuye a la recuperación de diferentes recursos.

3.2. La economía circular en la industria textil

Sabiendo que la economía circular se basa en tres principios, impulsados por el diseño, que son:

- Eliminar los residuos y la contaminación.
- Hacer circular productos y materiales (en su mayor valor)
- Regenerar la naturaleza

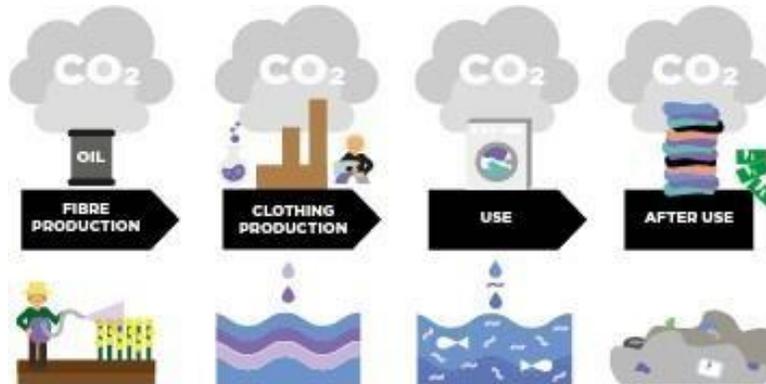
Podríamos hablar de otros tres principios aplicables a la industria textil, a fin de construir productos que sean:

- Más usados

- Hechos para ser hechos de nuevo
- Hecho de insumos seguros y reciclados o renovables

El sistema actual de confección ejerce presión sobre los recursos, contamina el medio ambiente y genera impactos sociales negativos tal como se observa en la siguiente imagen.

Figura 18.
Impactos de la industria textil

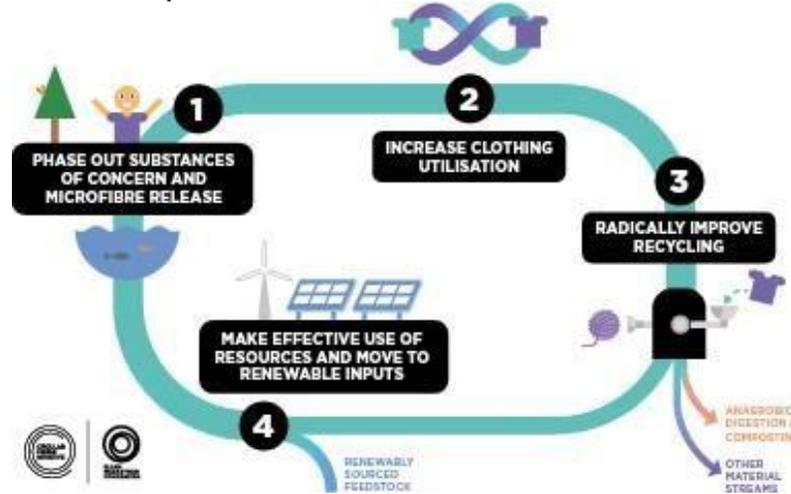


Nota. Impactos que genera la industria textil en sus diferentes Etapas [En línea]: <https://textilelearner.net/sustainability-in-apparel-retail-supply-chain/>

Partiendo del actual desarrollo de la industria textil, es necesario utilizar nuevas tecnologías de impresión, en las que la personalización de diferentes artículos se dé de manera ágil, es decir, que generen un menor impacto en el ambiente; sin embargo se puede partir de los avances que ha tenido la industria textil en el ámbito de la economía circular, pues día a día se van originando más alternativas para aprovechar mejor los recursos, optimizar los procesos y disminuir la cantidad de desperdicios.

Figura 19.

Ambiciones para una nueva economía textil.



Nota. Nuevas estrategias a implementar en la industria textil.

[En línea]: <https://es.slideshare.net/slideshow/a-new-textiles-economy-redesigning-fashion-s-future/259643142>

El modelo de negocio sostenible en la industria textil encuentra su base en un sistema de economía circular (y un sistema de cadena de suministro cerrada), lo que dará lugar a un producto sostenible (por medio de una cadena de suministro cerrada).

Entre las alternativas que se han planteado según su viabilidad hasta el momento, se encuentran:

- **Implementar la recogida de ropa a gran escala.**

Es necesario que esta dinámica se implemente junto con las tecnologías de reciclado, sobre todo en lugares que no existe, ya que muchas personas al no encontrar estos puntos de recogida en lugares cercanos, prefieren botarla y así abrir espacio para futuras adquisiciones. De igual manera, la recolección de materiales usados, también generará muchísimas más oportunidades en el ámbito laboral, pues se presentaría un aumento en la generación de empleo desde el momento de la recolección hasta el momento de la incorporación en el proceso de la producción, y así mismo, se obtendría un mayor valor de estos materiales.

- **Proyecto Make / Use**

Su objetivo principal es evitar que se pierdan trozos de tela, conocidos comúnmente como retazos, los cuales son pequeños y no alcanzan para realizar otro diseño, sin embargo, este proyecto pretende que, si llegan a sobrar éstos, sean empleados en el mismo diseño.

Expertos en moda, como H&M han adaptado estas ideas en algunos de sus diseños, pues esta empresa ha identificado tres factores claves para implementar a gran velocidad la economía circular en sus procesos, entre estos se encuentran:

- ✓ **La innovación:** Invierte en tecnología que favorezca el reciclado de prendas y así mismo extender la vida de los productos.
- ✓ **La transparencia:** Destaca el uso de sistemas estandarizados de medida de la sostenibilidad. Busca darle mucha fuerza a las decisiones de los clientes.
- ✓ **La recompensa:** Motiva a los clientes y a los proveedores a ser partícipes de la sostenibilidad, mediante diferentes recompensas.

- **Upcycling**

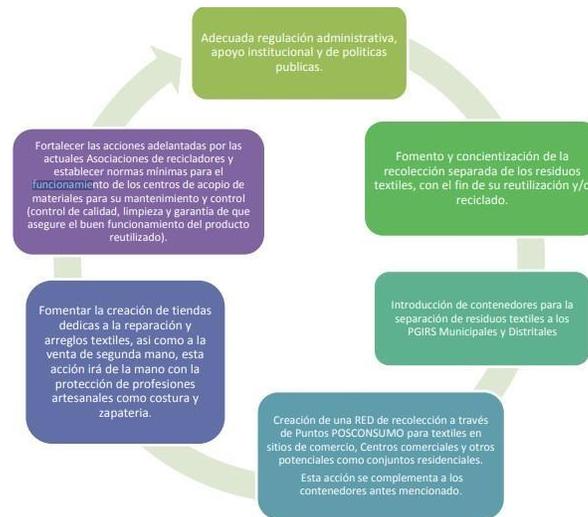
Este es otro método que tiene como objetivo la transformación de residuos y desechos, para la fabricación de propias materias primas. Un ejemplo, es la marca española ECOALF, que transforma el plástico y otros materiales que los pescadores extraen del mar, en prendas de diseño.

- **Utilizar eficazmente los recursos y pasar a insumos renovables**

Si cada vez se logra que haya una mayor utilización de la ropa reciclada, y un aumento del proceso de reciclaje, se puede hablar de un uso eficaz de los recursos; sin embargo, puede ocurrir que se necesiten insumos de materiales vírgenes, y si no se dispone de materiales reciclados, se debe optar por los recursos renovables, por ejemplo, el uso de materias primas renovables para la fabricación de fibras plásticas y la agricultura regenerativa. [11]

El establecimiento de una hoja de ruta puede permitir la inclusión del modelo y generar la promoción del mismo frente a los empresarios textiles, tal como se observa en la imagen. [12]

Figura 20.
Hoja de Ruta para la inclusión del Modelo Circular



Nota. Acciones que se deben implementar para avanzar en el proceso de la economía circular.
Tomado de: Ellen MacArthur Foundation. [En línea]: *The NewPlastics Economy: Rethinking the future of plastics* (2016).

Por ejemplo, Coltejer es una empresa colombiana que se ha dedicado a reducir los recursos energéticos e hídricos en sus operaciones. Es decir, continúan con la fabricación de telas, pero ahora también vende los excedentes de uso energético como consecuencia del ahorro; además usan esas ventas para sostener la operación, evitando de esta manera las pérdidas. [13]

- **Fibras**

Las fibras naturales o a base de celulosa se someten a menudo a tratamientos de acabado textil que pueden impedir que las microfibras se biodegraden de forma segura en el medioambiente.

- **Transición de procesos de producción**

Optar por procesos que generen menos residuos (retazos), que necesiten menos insumos de recursos como químicos, reduzca el uso de agua, sean eficientes energéticamente y funcionen con energías renovables. [13]

- **Eliminar gradualmente las sustancias peligrosas y la liberación de microfibras**

Se debe garantizar que la entrada de materiales sea segura y saludable para que pueda ciclar

en el sistema y evitar impactos negativos durante las fases de producción, uso y post-uso. La eliminación de sustancias químicas dañinas con el medioambiente es clave para recapturar el valor total de las prendas en un sistema circular. Para esto es necesario, en primer lugar, reducir drásticamente la necesidad de insumos vírgenes mediante la reutilización, la reelaboración y el reciclado y, a continuación, obteniendo los insumos vírgenes restantes de materiales renovables utilizando prácticas de producción regenerativas. Es necesario impulsar una colaboración de toda la industria para desarrollar prácticas que eliminen sustancias reconocidas como dañinas por todos; una identificación clara de las sustancias más dañinas permite identificar “lagunas” en la innovación para ofrecer productos adecuados. [14]

- **Envases**

Los envases se reducen al máximo y se fabrican con materiales reutilizables, reciclables o compostables, ajustándose más ampliamente a la visión de la Fundación Ellen MacArthur de una economía circular para el plástico (y equivalente para otros materiales de envasado), para que, no sólo se encarguen de proteger el producto de cualquier daño y prolongar su vida útil, sino que también evite la contaminación del medio ambiente. De esta necesidad surgen los empaques biodegradables como una respuesta a las demandas del consumidor; pues aunque esta se considera una etapa mínima y final del proceso, también se deben incluir como nuevo modelo de negocio. [15]

- **Fabricación**

Los productos y sus materiales se diseñan y se fabrican para que puedan desmontarse de modo que puedan reutilizarse, rehacerse, reciclarse y -en su caso, y tras un uso y ciclo máximos- compostarse de forma segura. En otras palabras, se puede hablar de un diseño, que, según la Economía Circular, parte de dos conceptos: [16]

- ✓ **Diseño de Desmontaje:** Es aquel que favorece el despedazamiento de materiales y su reciclaje, permitiendo de esta manera que se eleve el valor de los productos desechados y se puedan integrar nuevamente en la cadena de suministro de la empresa.
- ✓ **Diseño socialmente relevante:** La parte más relevante sobre un diseño es cómo se relaciona con las personas, pues cuando se logra reposicionar al consumidor dentro de un rol de acción colaborativa, puede participar en un proceso de diseño abierto, volviéndose así un sujeto activo y transformándose en un co-diseñador, y así tiene más control sobre las instituciones y tecnologías que afectan su vida. [17]

- **Producción**

Todos los productos que se fabrican se utilizan. El exceso de inventario se reduce al mínimo y nunca se destruye. Para esto, es necesario que exista una buena planificación, implementación, y controles constantes desde las materias primas, hasta las demandas de los productos. [18]

- **Post – Consumo**

El contenido reciclado post-consumo se utiliza tanto para ayudar a desvincularse de materias primas finitas como para estimular la demanda de recogida y reciclaje.

- **Clasificación de residuos**

La mejora de las tecnologías de clasificación también contribuiría a aumentar la calidad del reciclado al proporcionar materias primas bien definidas, en particular en la fase de transición hasta que existan tecnologías comunes de seguimiento y localización.

- **Compromiso del Consumidor**

Todos los planes de acción anteriormente mencionados favorecen la implementación de una economía circular en la cadena de suministro de la empresa. De esta forma se logran dos de los tres elementos esenciales de un sistema holístico; (i) la obtención de un producto sostenible y (ii) la adopción de modelos alternativos de negocio. No obstante, favorecer el compromiso del consumidor con la sostenibilidad es igualmente importante.

Conociendo los distintos procesos que se están desarrollando en la industria textil en cuanto a la economía circular, es indispensable reconocer su íntima unión con los principios de la química verde, la cual centra sus esfuerzos en el uso que se le puede dar a la química para evitar la contaminación y promover el desarrollo de procesos y productos benéficos para el medio ambiente. Tales principios son: [19]

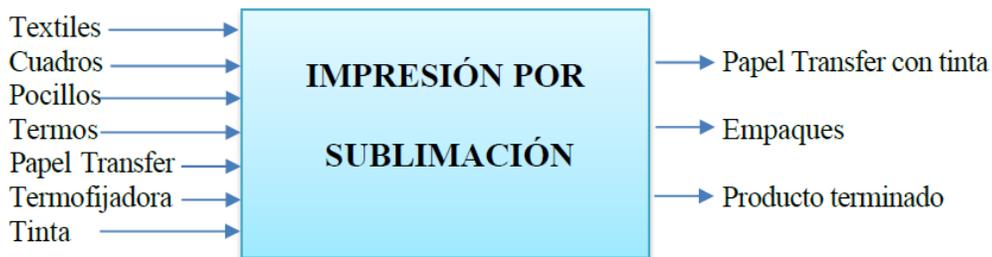
1. Prevenir la creación de residuos
2. Maximizar la economía atómica
3. Realizar síntesis química menos peligrosa
4. Diseñar productos compuestos y menos peligrosos
5. Utilizar disolventes y condiciones seguras de reacción

6. Diseñar para la eficiencia energética
7. Utilizar materias primas renovables.
8. Evitar derivados químicos.
9. Utilizar catalizadores
10. Diseñar productos fácilmente degradables al final de su vida útil.
11. Monitorear los procesos químicos en tiempo real para evitar la contaminación.
12. Prevenir accidentes.

3.3. Economía circular aplicada en la empresa ALCESOF

Partiendo de todas las medidas que se han tomado en la industria textil para favorecer la economía circular, se ha analizado el proceso de sublimación bajo estos mismos criterios, sin embargo, en primer lugar, es necesario considerar las entradas y salidas que interactúan en este proceso, tal como se observa en el diagrama:

Figura 21.
Proceso de impresión por sublimación.



Nota. Entradas y salidas del proceso de sublimación.

Ahora, teniendo claro este objeto de estudio en el análisis de la economía circular, es necesario plantear los principios que aplicarían para cada entrada y salida del proceso, sabiendo que cada temperatura presión y tiempo, varían de acuerdo a la naturaleza del sustrato, entonces: [20]

ENTRADA DEL PROCESO

- **Textiles**

Para la personalización de textiles, es necesario saber que es importante no utilizar prendas que

sean hechas en algodón, puesto que su composición atómica, no permite que la tinta impregne su estructura para crear imágenes nítidas y duraderas; por el contrario, es viable utilizar prendas hechas en otros materiales, tales como:

- ✓ Poliéster: Que maneja unas temperaturas de trabajo entre los 193°C y los 200°C, con un nivel ligero de presión y una duración entre los 50 y los 60 segundos de trabajo.
- ✓ Las mezclas de Poliéster: Que maneja unas temperaturas de trabajo entre los 190°C y los 198°C, con un nivel ligero de presión y una duración entre los 55 y los 65 segundos de trabajo.
- ✓ Neopreno cubierto de poliéster: Que maneja unas temperaturas de trabajo entre los 193°C y los 200°C, con un nivel ligero de presión y una duración entre los 45 y los 55 segundos de trabajo.

ALTERNATIVA DE ECONOMÍA CIRCULAR

Para este caso, lo más óptimo sería realizar un reemplazo de todos aquellos textiles que están compuestos 100% por poliéster, por textiles hechos a partir de mezclas de poliéster y neopreno cubierto de poliéster, ya que requieren un menor perfil de temperatura en la impresión por sublimación, reduciendo de igual forma el consumo energético

• Cuadros

Para la personalización de cuadros, es imprescindible tener claro, que se puede sublimar sobre distintos tipos de material, tales como metal, madera, aluminio, tela, entre otros y cada uno de estos requiere condiciones especiales; así:

- ✓ Metal: Que maneja una temperatura de trabajo de 200°C, con un nivel medio de presión y una duración de 180 segundos de trabajo.
- ✓ Madera: Aunque es un material poroso, permite realizar impresiones por sublimación, sin embargo, la imagen final no tendrá un aspecto tan bueno como cuando la madera es revestida. Esta maneja una temperatura de trabajo de 200°C, con un nivel medio de presión y una duración de 30 segundos de trabajo.
- ✓ Aluminio: Que maneja unas temperaturas de trabajo entre los 180°C y 190°C, con un nivel ligero de presión y una duración de 60 segundos de trabajo.
- ✓ Textil: Que maneja una temperatura de trabajo de 200°C, con un nivel ligero de presión y una duración de 40 segundos de trabajo.

ALTERNATIVA DE ECONOMÍA CIRCULAR:

Reducir el tiempo de consumo energético, y tiempo de programación de la máquina, ya que podría manejarse la misma configuración que con los textiles, pues es evidente que, para que se maneje de una manera más eficiente el proceso, valdría la pena optar por hacer las personalizaciones sobre tela.

• Pocillos o Tazas

Existen tres tipos de materiales principales para la personalización de éstos, los cuales son escogidos dependiendo del uso final que se le quiera dar al producto:

- ✓ Cerámica: Que maneja unas temperaturas de trabajo entre los 190°C y los 200°C, con un nivel ligero de presión y una duración entre los 2 y los 4 minutos de trabajo.
- ✓ Vidrio: Maneja unas temperaturas de trabajo entre los 170°C y los 180°C, con un nivel ligero de presión y una duración entre los 180 y los 200 segundos de trabajo.
- ✓ Metal: Que maneja una temperatura de trabajo de 200°C, con un nivel medio de presión y una duración de 180 segundos de trabajo.

ALTERNATIVA DE ECONOMÍA CIRCULAR:

Reducción del consumo energético, a través del reemplazo de materiales por pocillos de cerámica, pues, aunque estos emplean un mayor rango de temperatura, requiere un menor tiempo para el proceso de sublimación, generando también reducción de tiempo. De igual manera, cuando estos sustratos reciben algún daño, se puede alargar su ciclo de vida, usándolos para otros fines. [21]

• Termos

Únicamente se han empleado en la sublimación aquellos que están hechos en acero, por lo cual sus parámetros son de 200°C a 210°C, por un tiempo de 130 a 150 segundos.

ALTERNATIVA DE ECONOMÍA CIRCULAR:

Aplicaría el reciclaje, ya que se le podría dar un segundo uso a la parte interior que es la cápsula y a la parte exterior que es metal, ya sea para fabricar nuevos termos, o para generar nuevos productos. [22]

• Tintas [20] [25]

Son compuestos de color disueltos en líquido, prácticamente insolubles en agua, pero altamente resistentes al calor y a la presión. Actualmente existen diferentes tipos de tintas de sublimación, entre las cuales se encuentran

✓ **Tinta de sublimación Acuosa**

- Fue la primera tinta usada para este proceso.
- Son absorbidas fácilmente por el poliéster
- Están compuestas por:
 - ❖ 30% - 95% agua
 - ❖ 1% - 10% de partículas de tinte (Color real de la tinta)
 - ❖ 5% - 40% de solutos como propilenglicol, dipropilenglicol o glicerol.(Aumentar solvencia y ayudar con la mezcla)
 - ❖ 1% - 5% tensioactivos (Emulsionantes para reducir la tensión)
 - ❖ 1% - 5% de biocidas (Reducir los organismos nocivos) (Conservante)

✓ **Tinta de sublimación de tinte Solvente**

- Utiliza una base de aceite para suspender los pigmentos de la tinta
- Utiliza un solvente volátil que es portador de los compuestos de color
- Contienen compuestos orgánicos volátiles, que generan un olor desagradable
- No contienen agua
- Están compuestas por:
 - ❖ Solución de acetato al 78% - 95% (relacionado con cantidad ac.Ferúlico)
 - ❖ 25% - 9% tinte disperso subliminal
 - ❖ Copolímero de cloruro y acetato de vinilo al 2% - 6%
 - ❖ 0% - 4% de amida polimérica
 - ❖ 0% - 4% acetato de etilo
 - ❖ 0% - 3% varios destilados
 - ❖ 0% - 2% propilenglicol
 - ❖ 0% - 2,5% acetato de N-butilo
 - ❖ 0% - 1,25% 2-metoxi-1-metiletilo
 - ❖ 0% - 0,5% butan-2-OL

✓ **Tintas Ecosolventes [23]**

- Utiliza pigmentos de color suspendidos en un disolvente biodegradable.
- Olor suave: Sirve para interiores y exteriores.
- No liberan compuestos orgánicos volátiles

- Líquidos solventes de su composición son 100% biodegradables.

✓ **Tinta de Látex**

- Utiliza tintas suspendidas en agua y partículas microscópicas de polímeros
- Olor suave: Sirve para interiores y exteriores.

✓ **Tinta Ultravioleta**

- Es la versión más nueva de tintas.
- Utilizan monómeros, oligómeros, pigmentos y fotoindicadores.

ALTERNATIVA DE ECONOMÍA CIRCULAR:

Reemplazo total de las tintas desublimación acuosas y de solvente, por las tintas Ecosolventes, las cuales en un primer momento pueden impactar el bolsillo en mayor medida, pero al no liberar compuestos volátiles, evitan impactos negativos contra la salud humana y el ambiente.

PROCESO DE SUBLIMACIÓN

• **Papel de Transferencia [24]**

Este insumo se ha definido como un material indispensable para el proceso de sublimación. Sin embargo, existen dos tipos, de papel de transferencia: el papel transfer láser y transfer inkjet; este primero se usa exclusivamente con las impresoras láser, que utilizan tóner y es usado para fondo claros y oscuros. Por otra parte, el papel transfer inkjet se usa con las impresoras de inyección de tinta, y existen también claros y oscuros dependiendo del sustrato que se desee. La desventaja que presentan estos papeles de transferencia, es que su ciclo de vida es demasiado corto, debido a que después de transferir la imagen, se retiran y se desechan, ya que no quedan aptos para ser reutilizados.

ALTERNATIVA DE ECONOMÍA CIRCULAR:

Reducción en el consumo innecesario de papel, pues es imprescindible darle el mayor aprovechamiento, puesto que si por cada hoja, sólo se saca el diseño para un sustrato, quedaría mucho papel sin utilizar y se desperdiciaría; es mucho más amigable con el ambiente, que por cada hoja se puedan sacar varios diseños, a fin de que los cortes sean muy justos y sea mínimo el papel que quede sin imágenes para transferir.

De igual manera, según la bibliografía consultada, es posible reducir al máximo el uso de este papel, realizando las impresiones directas sobre el material, pues el proceso sería algo muy similar: El medio, que puede ser un trozo de tela de poliéster, se alimenta directamente a través del rodillo de la impresora de sublimación, y la tinta se aplicará mediante calor y presión intensos, para forzar el

cambio de estado. [20]

- **Termofijadora [26]**

Son máquinas diseñadas para la sublimación textil, publicitaria y de artes gráficas. Cuentan con la particularidad, de que se pueden fabricar en diferentes tamaños de acuerdo al tamaño del estampado que se vaya a realizar. Entre las termofijadoras más reconocidas, se encuentran:

Figura 22.
Termofijadora 6 en 1



Esta requiere:

Voltaje: 110v

Amperaje: 4,1 A

Potencia: 450w

Nota. Termofijadora para sublimar 6 productos. Tomado de: Mercado Libre [En línea]: <https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-451715499-termofijadora-sublimadora-6-en-1>

Figura 23.
Termofijadora 8 en 1



Esta requiere:

Voltaje: 110v

Amperaje: 7,2 A

Potencia: 800w

Nota. Termofijadora para sublimar 8 productos. Tomado de: Tesh Mark. [En línea]: <https://teshmark.com/product/termofijadora-tesh-8-en-1/1>

Figura 24.
Termofijadora Plancha 80 x100



Esta requiere:
Voltaje: 220v
Amperaje: 21,8 A
Potencia: 4800w

Nota. Termofijadora para sublimar productos grandes.[En línea]:
<https://digitransfer.net/termofijadora-38x38/>

ALTERNATIVA DE ECONOMÍA CIRCULAR:

Reducción del consumo energético, y del tiempo, ya que la empresa cuenta con la termofijadora 8 en 1, lo más viable es que se puedan sublimar todos los sustratos necesarios en un mismo lapso de tiempo, evitando así, que se tenga que estar encendiendo esta máquina frecuentemente, gastando de igual manera energía innecesaria. [21].

SALIDA DEL PROCESO

• Papel Transfer con Tinta [21]

La cantidad de estos residuos son proporcionales a la cantidad de productos personalizados en la empresa. Si se logra optimizar el papel para obtener muchos diseños por cada hoja, se estarían generando los residuos a una mayor velocidad.

ALTERNATIVA DE ECONOMÍA CIRCULAR:

Reciclar y reutilizar estos papeles, para elaborar uniones entre estos, de 20cm de ancho por 30cm de largo, y por cada dos láminas que se hagan de éstos, realizar uno de 20cm largo por 5cm de ancho.

• Empaques [25]

Estos se manejan para cada producto terminado, sea camisa, pocillo, vaso, cuadro, entre otros, hasta el momento se han trabajado con bolsas, cajas, o bolsas y cajas para cada artículo, según

corresponda.

ALTERNATIVA DE ECONOMÍA CIRCULAR:

Reutilizar los papeles que se consideran residuos después de la sublimación y usar las láminas que se deberían elaborar con estos para fabricar bolsas completamente únicas y además amigables con el ambiente.

4. SELECCIÓN DE TÉCNICAS Y/O TECNOLOGÍAS APLICABLES

Para este último capítulo, se realizaron tres matrices de selección para cada etapa del proceso de sublimación (entrada, sublimación, salida), estas incluyen diferentes criterios que parten de la economía circular, a fin de que se puedan escoger las mejores alternativas para que la empresa ALCESOF pueda considerar su posterior implementación. Para realizar el análisis cualitativo de cada matriz, se empleó una escala cuantitativa, donde:

0 es nulo,

3 es medio

5 es óptimo

A cada criterio se le otorga una calificación de acuerdo a cada alternativa de la economía circular, así, las que tengan el puntaje más alto, serían las mejores opciones a seleccionar por la empresa.

ENTRADA DEL PROCESO

Tabla 5.

Matriz de Decisión 1.

CRITERIOS	Reemplazo de los Textiles	Reducción de tiempos	Reciclajes de Aceros	Uso de Tintas Eco-solventes
Mínima generación de residuos	5	5	5	5
Baja Peligrosidad	5	5	3	5
Uso de Disolventes	0	5	0	5
Nivel de Eficiencia energética	5	5	0	0
Materias primas renovables.	5	0	5	0
Derivados químicos.	0	0	0	5
Degradabilidad	5	0	3	0
Impacto económico	3	5	0	5
Posibilidad de Implementación	5	5	0	3
Disponibilidad	5	5	3	5
TOTAL	38	35	19	33

Nota. Matriz de decisión para la entrada del proceso de sublimación.

PROCESO

Tabla 6.

Matriz de Decisión 2.

CRITERIOS	Reducción uso del Papel	Reducción tiempos de Operación Termofijadora
Mínima generación de residuos	5	3
Baja Peligrosidad	0	0
Uso de Disolventes	0	0
Nivel de Eficiencia energética	0	3
Materias primas renovables.	0	0
Derivados químicos.	3	0
Degradabilidad	0	0
Impacto económico	5	5
Posibilidad de Implementación	5	5
Disponibilidad	5	5
TOTAL	23	21

Nota. Matriz de decisión para la realización del proceso de sublimación.

SALIDA DEL PROCESO

Tabla 7.

Matriz de Decisión 3.

CRITERIOS	Reutilización del Papel	Empaques Ecológicos
Mínima generación de residuos	5	5
Baja Peligrosidad	0	0
Uso de Disolventes	0	0
Nivel de Eficiencia energética	0	0
Materias primas renovables.	3	3
Derivados químicos.	0	0
Degradabilidad	0	5
Impacto económico	5	5
Posibilidad de Implementación	5	5
Disponibilidad	5	5
TOTAL	23	28

Nota. Matriz de decisión para la salida del proceso de sublimación.

A través de cada matriz de decisión que se ha planteado, es posible reconocer y definir cuáles son las tecnologías más óptimas para aplicar al proceso de sublimación, particularmente en la empresa ALCESOF; por ejemplo, de la tabla 5, es evidente que los cambios más favorables que se podrían implementar en la empresa, son el reemplazo de los materiales de los textiles, y la reducción de tiempos de operación, puesto que ambos tienen una alta posibilidad de implementación y no requieren de un aporte económico significativo.

En cuanto a la tabla 6, la reducción de tiempos de operación y de consumos energéticos en la termofijadora podría contribuir de manera significativa a reducir los impactos ambientales, ya que habría una reducción en las emisiones de CO₂ y una mejor optimización del tiempo de trabajo.

Por último, la tabla 7 demuestra que implementar el proceso de fabricación de empaques a partir de residuos, es una manera eficiente de llevar a la realidad la economía circular, ya que se aprovechan al máximo los principales residuos de este proceso, y se crean alternativas creativas y ecológicas.

5. CONCLUSIONES

Fue posible identificar a grandes rasgos, los residuos que se generan en el proceso de sublimación, siendo los principales: las emisiones de CO₂ derivadas de la dependencia tiene la termofijadora a la electricidad, la cual puede provenir de la combustión de combustibles fósiles; aunque no es posible identificar fácilmente este residuo, seentiendo que está presente en el proceso.

De igual manera, el papel de transferencia después de usado, se convierte en otro residuo de este proceso, ya que sus constituyentes le impiden ser reutilizado; al ser este el principal residuo sólido, se ha centrado la investigación en este.

Tras investigar diferentes fuentes bibliográficas y con base en los parámetros de reducir, reutilizar, reemplazar, reciclar, reinsertar, reparar, entre otros, se evidenció que, a cada una de las etapas del proceso de personalización de artículos, se le podíanimplementar diferentes alternativas de economía circular, partiendo de los principios de ésta, pues ninguna etapa estaba por fuera del alcance de estos mecanismos.

De acuerdo a diferentes matrices de selección, fue posible reconocer y seleccionar lastécnicas que tenían mayor probabilidad de implementación en la empresa, tales comoel reemplazo de los materiales de los sustratos usados, lo cual es viable para la empresa ya que tiene la autonomía de escogerlos. Por otra parte, también fue considerada como óptima la alternativa de reducir los tiempos de uso de la termofijadora, aprovechando al máximo los tiempos de uso, y disminuyendo los consumos de energía. Finalmente, el aprovechamiento del residuo del papel para la fabricación de empaques, es otra de las alternativas óptimas, ya que se evitaría el desecho de tanto papel y serían empaques reutilizables, evitando así la contaminación y los gastos con otro tipo de empaques. Sin embargo, es importante recalcar que la implementación de todas estas alternativas, quedan a consideración dela empresa ALCESOF S.A.S

REFERENCIAS

- [1] Álvarez, D. O. (2021, 15 julio). Sublimación - Definiciones de físico-química, psicoanálisis,diseño. Concepto. <https://concepto.de/sublimacion/>
- [2] (2023, 19 septiembre). ¿Qué es sublimación? ✓¿Cómo Funciona? ✓ Ventajas y Desventajas. ¿Qué Es? <https://quees.pro/que-es-sublimacion/>
- [3] Contrí, G. B., Descals, A. M., Alonso-Geta, P. M. P., & Leonhardt, P. C. (2001). Los adolescentes como consumidores: la familia como agente de socialización. *EstudConsumo*, 58, 35-46.
- [4] Jin, H., y Sturm, J. C. (2010). Super-high-resolution transfer printing for full-color OLED display patterning. *Journal of the Society for Information Display*, 18(2), 141-145.
- [5] Ozomay, M. & Ozomay, Z. (2021). The Effect of Temperature and Time Variables on Printing Quality in Sublimation Transfer Printing on Nylon and Polyester Fabric *European Journal of Science and Technology*, (23), 882-891
- [6] Ardanuy, M.; Capdevila, F. Fibras procedentes de recursos renovables: una oportunidad para innovar y mejorar la competitividad. "Revista de química e industriatextil", 20 Deseembre 2011, núm. 205, p. 24-29.
- [7] Ponce Ponce, P. E. (2018). *Estandarización de los procesos de estampado y sublimación para evitar los cambios físicos que sufren los materiales textiles rayón y poliéster* (Doctoral dissertation, Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra).
- [8] *Sublimación: las empresas de impresión buscan constantemente oportunidades en nuevos mercados.*(s.f.).Interempresas. <https://www.interempresas.net/Graficas/Articulos/263599-Sublimacion-empresas-de-impresion-buscan-constantemente-oportunidades-en-nuevos-mercados.html>
- [9] Uribe-Macías, M. E., Vargas-Moreno, Ó. A., & Merchán-Paredes, L. (2018). La responsabilidad social empresarial y la sostenibilidad, criterios habilitantes en la gerencia de proyectos. *Entramado*, 14(1), 52-63.
- [10] Gómez Ruiz, M. C. (2021). Economía circular: una contribución a la competitividad dentro de la industria textil colombiana.

- [11] Sacristán Vega, L y Urrego Arias, E. (2022). Programa de reciclaje textil como herramienta para el aprovechamiento y valorización de residuos en la ciudad de Bogotá. Universidad Externado de Colombia.
- [12] Anderson, L. (2023, octubre 23). El impacto ambiental de la producción eléctrica: ¿Cómo afecta al medio ambiente? *eco360*. <https://eco360.info/medio-ambiente-y-conservacion/el-impacto-ambiental-de-la-produccion-electrica-como-afecta-al-medio-ambiente/>
- [13] Gualpa Ayala, E. S. (2019). *Análisis de demanda y eficiencia energética en el portador eléctrico del proceso de termofijado en una industria textil* (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).).
- [14] Arévalo Campos, L. M., & Méndez Navarro, A. (2022). Acciones basadas en la economía circular que minimicen los impactos ambientales generados por la confección de prendas de vestir en Colombia.
- [15] Papel de Sublimación A5 - Resma. (2020, febrero 29). Grupo ESS S.A.S; GrupoESS S.A.S. <https://grupoess.com/producto/papel-de-sublimacion-resma/>
- [16] Adel, AM, Ahmed, NM, Diab, MA *et al.* Exploración de la capacidad de los papeles modificados imprimibles para su aplicación en la impresión por transferencia por sublimación térmica de tejidos de poliéster. *Representante científico* **13** , 6536 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-33546-9>
- [17] Castro, V. K. (2018). *Manejo de residuos sólidos del sector textil en Colombia basado en el modelo de economía circular*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10654/20378>
- [18] Ellen MacArthur Foundation, World Economic Forum, and McKinsey & Company, *The New Plastics Economy: Rethinking the future of plastics* (2016).
- [19] Gómez Ruiz, M. C. (2021) *Economía circular: una contribución a la competitividad dentro de la industria textil colombiana*. [Trabajo de grado, Fundación Universidad de América] Repositorio Institucional Lumieres
- [20] Technopolis group (2016.) citado por Vasiljevic-Shikaleska, A., Gjozinska, B., &

- Stojanovikj, M. (2017). The circular economy-a pathway to sustainable future. *Journal of Sustainable Development*, 7(17), 13.
- [21] Venkatesh, V. G. (2010). Reverse Logistics: An Imperative Area of Research for Fashion Supply Chain. *IUP Journal of Supply Chain Management*, 7.
- [22] Pájaro Castro, N. P., & Olivero Verbel, J. T. (2011). Química verde: un nuevo reto. *Ciencia e ingeniería Neogranadina*, 21(2), 169-182.
- [23] Artlex. (s. f.). *Dye Sublimation Printing: Definition, Printers, Materials, and Inks*. Artlex. <https://www.artlex.com/printing/dye-sublimation-printing/>
- [24] showdemanualidades. (2020, 6 marzo). *3 Hermosas Ideas CON TAZAS ROTAS | No Lo Tires a La Basura* [Vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=wNE_SJvH6E
- [25] Admin. (2021, 18 marzo). *Reciclaje de termos de acero: reutiliza y reduce residuos*. Reciclaje Contemar. <https://www.reciclajecontemar.es/reciclar-termos-de-acero/>
- [26] Gorki Aguirre Torres, M. S., & Araujo, P. M. Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil.
- [27] Faus, O. (2023, 24 febrero). *Diferencias entre el papel de sublimación y el papel de transferencia térmica*. Vinilos y Serigrafía. <https://www.vinilosyserigrafia.com/diferencias-entre-el-papel-de-sublimacion-y-el-papel-de-transferencia-termica/>
- [28] Fletcher, K., & Grose, L. (2012). *Fashion and sustainability: design for change*. Laurence King.
- [29] Rivera, C., Contreras, F., Ariza, W., Bonilla, S., & Cruz, A. (2019). Los empaques biodegradables, una respuesta a la consciencia ambiental de los consumidores. *Realidad empresarial*, (7), 2-8.
- [30] Granja Santos, F., Ruiz Moreno, F., Jiménez, J., Gil, M. K., & Marin Montoya, S. *Emprendimiento social con papel y cartón reciclado sector El Tintal*
- [31] Rubio, M. H. (2010). *Conveniencia de las bolsas de polietileno entre sus alternativas*.

- [32] Caro Rios, N. S., & Rativa Rodriguez, M. S. (2022). Formulación de un modelo de negocio para producir guata para el sector de la construcción e industrial a partir del aprovechamiento de residuos textiles en el marco de la economía circular.
- [33] Martínez Alanya, C., Serván Galdos, L. M., Varela Garcia, C., & Villanueva Díaz, P.(2015). Planeamiento estratégico para el sector textil y de confecciones de Perú con economíacircular.
- [34] Carolina, L. C. C. (2023, 13 noviembre). Diseño de un modelo para incrementar la eficiencia en el proceso de sublimación en una MYPE utilizando la metodología Lean Manufacturing en el Sector Textil.
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/671833>
- [35] Del Carmen, T. M. M. (2015). Sublimación textil. Experimentación sobre diferentesbases textiles. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/4780>
- [36] Cortes, D. (2023, 13 enero). Diseño de prendas a partir de PET recuperado: unapropuesta de solución ante el fast fashion. <http://cathi.uacj.mx/handle/20.500.11961/25118>
- [37] Huerta Herrera, A. P., & Irrazabal Carbajal, D. A. (2019). Análisis de la economía circular aplicada a la industria textil para la fabricación de textiles a partir de residuos textiles pre y post consumo.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSP_df9de64e38a505624a66791796cc84a3

ANEXOS

ANEXO 1.
ESTADO DEL ARTE

Tabla 8.

Estado del Arte consultado

<u>TÍTULO DOCUMENTO</u>	<u>TEMA TRATADO</u>
Diseño de un modelo para incrementar la eficiencia en el proceso de sublimación en una MYPE utilizando la metodología Lean Manufacturing en el Sector Textil. [28]	Este trabajo expone las problemáticas que se presentan en una empresa al tener baja eficiencia en el proceso de sublimación y a través de éste, proponen herramientas que permitan incrementar la eficiencia, y la productividad, y disminuir la cantidad de productos no conformes y la sobreproducción.
Sublimación textil. Experimentación sobre diferentes bases textiles. [29]	Este trabajo presenta las generalidades del proceso de sublimación, tales como los insumos necesarios, las técnicas y los pasos para la ejecución del mismo. Además, se presentan diferentes experimentos y resultados de la aplicación de esta técnica sobre diferentes sustratos.
Diseño de prendas a partir de PET recuperado: una propuesta de solución ante el fast fashion. [30]	Este artículo presenta diferentes técnicas que se pueden aplicar para optimizar el proceso de la sublimación, evitando al máximo la generación de residuos; además presenta alternativas en las materias primas de los sustratos.
Análisis de la economía circular aplicada a la industria textil para la fabricación de textiles a partir de residuos textiles pre y post consumo. [31]	Este trabajo de investigación presenta una investigación sobre el reciclaje de residuos textiles pre y post-consumo para transformarlo en materia prima para otros procesos mediante la economía circular.

ANEXO 2.
CORRECCIONES

<u>CALIFICADOR</u>	<u>COMENTARIO</u>	<u>CORRECCIÓN (PÁG)</u>
1	¿Por qué se genera CO2 en el proceso? No se explica esta parte en el proceso de sublimación?	40
	Los diagramas de flujo de la figura 13, 14, 15, 16, tienen un paso de decisión sin criterio para seguir sublimando.	35 - 38
	Según el texto la tabla tres se produce después de lo que llamaron una profunda revisión bibliográfica pero no tiene ni una sola referencia	42
	En la identificación de las salidas de residuos de la sublimación máximo se nombran y no se definen siquiera las cantidades promedio para la empresa en mención lo que no da cuenta del impacto ambiental que esta está causando, ¿qué se hará para mejorar este aspecto en el alcance del proyecto.	41
	Para algunos de las entradas y salidas se propone un cambio como alternativa de su composición y/o material, es esto posible cuando es el cliente final el que elige el material. Incluso llegan a proponer	34

	cambiar la máquina de es esto posible.	
	¿En el proceso de sublimado dónde se usa el acero y por qué se menciona como una alternativa óptima en la matriz de selección de tecnologías de economía circular?	61

<u>CALIFICADOR</u>	<u>COMENTARIO</u>	<u>CORRECCIÓN (PÁG)</u>
2	En el texto del Marco teórico se suministra información puntual de organizaciones, específicamente en el capítulo de la Industria textil en Colombia sin reportar ninguna referencia.	29 - 30
	El subcapítulo de normativas aplicables a nivel ambiental se encuentra muy incipiente para la investigación, existen regulaciones que aplican a cada uno de los componentes ambientales afectados, inclusive existe una normativa local y guías ambientales específicas del sector	30 - 31
	En el capítulo 2.1 se realiza la afirmación de no generación de vertimientos y generación de CO2 por energía no renovable, esta información no se referencia, ni se argumenta, puede noser cierta, así como se desconocen otras emisiones generadas en el proceso.	40

	En el capítulo 2.2. Se utiliza el término “cantidad de temperatura”, no es un término apropiado en el contexto.	34
	Los diagramas de flujo suministrados no están correctamente estructurados	35 - 38
	En el capítulo 2.4 no es claro el tipo de residuo que se genera y por lo tanto, no se vislumbra el cumplimiento del objetivo.	40 - 41
	Corregir error ortográfico del primer párrafo del capítulo 3.	43
	En el capítulo 4 al determinar la escala es claro el criterio pero no el parámetro a evaluar, lo que dificulta la apropiación de la evaluación.	59
	El documento no presenta conclusiones	62

