

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN EL PROCESO
UNITARIO DE ACABADO, TEÑIDO Y BLANQUEADO PARA LA
FABRICACIÓN DE FIBRA TEXTIL**

PRESENTADO POR:

FRANCISCO ADALBERTO ALVARADO GARCÍA

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

CIUDAD UNIVERSITARIA, ENERO 2022

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

MSC. ROGER ARMADO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL:

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO:

PhD. EDGAR ARMANDO PEÑA FIGUEROA

SECRETARIO:

ING. JULIO ALBERTO PORTILLO

ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA E INGENIERIA DE ALIMENTOS

DIRECTORA:

ING. SARA ELISABETH ORELLANA BERRÍOS

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERO QUÍMICO

Título:

**IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN EL PROCESO
UNITARIO DE ACABADO, TEÑIDO Y BLANQUEADO PARA LA
FABRICACIÓN DE FIBRA TEXTIL**

Presentado por:

FRANCISCO ADALBERTO ALVARADO GARCÍA

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

ING. NELSON MAURICIO VAQUERO ANDRADE

CIUDAD UNIVERSITARIA, ENERO 2022

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

ING. NELSON MAURICIO VAQUERO ANDRADE

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a **Dios** por darme bendiciones que he recibido a lo largo de mi camino y principalmente por darme la oportunidad de culminar mis estudios con éxitos.

A mi madre **Roxana Maritza García de Alvarado** y mi padre **Juan Francisco Alvarado Osorio**, que con su paciencia y esfuerzo han hecho de mí una gran persona, agradecerles por apoyarme en toda mi etapa estudiantil y por acompañarme en cada desvelo para mantenerme despierto, sus apoyos han sido incondicional, gracias por guiarme hasta el final. Han sido un gran soporte y gracias a ello he salido adelante, a ustedes padres les dedico este triunfo que sin su ayuda no sería posible.

A mi hermano **Carlos Giovanni Alvarado García** por apoyarme en los proyectos y compartir su conocimiento que gracias a ti fue un éxito cada prototipo presentado a lo largo de la carrera.

A mi Tía **Alba Marlene Arceo** por estar pendiente cada día de mi progreso, tu apoyo cada año y tus consejos han sido bien recibidos gracias a ellos he podido triunfar y estar donde he querido estar.

A todos mis compañeros y amigos que conocí y compartí a lo largo de la carrera universitaria, **Jacqueline Vázquez, Andrea Flores, Angélica Aldana, Mario Umaña, Gustavo Adolfo, Luis Jurado** cada uno de ustedes son importantes en mi vida, gracias por compartir cada adversidad, esfuerzo, estudio, preparación y apoyo en el proceso de formación, sus aportes han sido valiosas, muchas gracias por su amistad.

A los Docentes **Ing. Nelson Vaquero** e **Ing. Rosmery Cerón** agradezco por su valioso aporte en el conocimiento del desarrollo del curso de especialización y en el desarrollo de esta tesina, sin duda alguna aproveche sus conocimientos para mi desempeño académico y profesional.

RESUMEN

Las industrias del sector textil a nivel general, generan grandes impactos ambientales, desde el uso de grandes cantidades de aguas, demanda del consumo energético, emisiones de gases, uso de materia prima para tintes, colorantes, disolventes, que se emplean durante el proceso de fabricación del hilo. Este trabajo permite un diseño para una propuesta en la implementación de un plan de Gestión Ambiental que permita establecer medidas de prevención, control y mitigación de los impactos ambientales.

La metodología se realizó mediante una investigación bibliográfica mediante un diagnóstico desde el punto de vista de procesos unitarios identificando cada uno de los procesos los aspectos e impactos ambientales que se deriven de ellos, se implementa un plan de mejora e involucra documentación relacionado a auditorías ambientales y evaluaciones ambientales con el fin de conocer puntos más significativos y el grado de cumplimiento que puede tener cualquier industria textil en base a requisitos legales ambientales en El Salvador.

INDICES.

PORTADA.....	i
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN	vi
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	2
Objetivo General	2
Objetivo Especifico.....	2
CAPITULO 1 MARCO CONTEXTUAL REFERENCIAL.	3
1.1 El sistema de gestión ambiental de la industria textil.	3
1.1.1 Gestión ambiental.....	3
1.1.2 Estrategias de gestión ambiental en la industria.	4
1.2 El impacto ambiental.	5
CAPITULO 2 MARCO TEÓRICO.	7
2.1 Caracterización de los procesos.....	7
2.1.1 Cardado, estirado, peinado y enconado.....	8
2.1.2 Urdido y tejido.....	9
2.1.3 Blanqueo	9
2.1.4 Teñido	10
2.1.5 Acabado	11
2.1.6 Lavado y otras operaciones de limpieza (Pre-tratamiento)	11
2.2 Evaluación de aspectos e impactos de los procesos	12
2.3 Marco legal aplicable en El Salvador.....	14

2.3.1	Marco legal aplicable sobre aguas residuales	15
2.3.2	Marco legal aplicable sobre emisiones atmosféricas.....	16
CAPITULO 3 PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL		
Y ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS.....		
3.1	Aspectos ambientales significativos del proceso.....	17
3.2	Criterios relevantes Integrados.....	18
3.2.1	Intensidad del impacto.....	18
3.2.2	Extensión del impacto.	20
3.2.3	Duración del impacto.....	21
3.2.4	Determinación de la Magnitud del impacto.....	22
3.2.5	Determinación del valor del índice ambiental (VIA)	24
3.2.6	Determinación de la severidad del impacto	28
3.3	Alternativas de optimización de recursos.	30
CONCLUSIONES.....		33
BIBLIOGRAFÍA		35

Índice de figuras

Figura 1.1	Jerarquía del manejo ambiental (CGP+L, 2008)	4
Figura 1.2	Modelo del Sistema de gestión ambiental para norma 14001 (CGP+L, 2008)	4
Figura 2.1	Diagrama de flujo del proceso de producción de fibra textil adaptado de: (Guapo, 2016).....	7

Índice de Tablas

Tabla 2.1	Matriz de aspectos e impactos ambientales.....	12
Tabla 2.2	Límites permisibles de parámetros básicos de calidad de aguas residuales de tipo especial vertidas a medio receptor. (MARN)	15
Tabla 2.3	Parámetros de calidad del aire (NSO, 2016).....	16
Tabla 3.1	Ponderación de la intensidad del impacto (Greenleaf, s.f.)	19
Tabla 3.2	Ponderación de la intensidad del impacto para el proceso textil.	19
Tabla 3.3	Evaluación para la extensión del impacto del proceso textil.....	20
Tabla 3.4	Ponderación para la duración del impacto del proceso textil.....	22
Tabla 3.5	Matriz de valor de la magnitud de impacto para el proceso textil.	24
Tabla 3.6	Ponderación para el valor de índice ambiental (Greenleaf, s.f.)	25
Tabla 3.7	Ponderación de reversibilidad e incidencia para el proceso textil.....	26
Tabla 3.8	Determinación del Valor de Índice Ambiental para el proceso textil ..	27
Tabla 3.9	Escala numérica de la Severidad del Impacto. (Greenleaf, s.f.)	28
Tabla 3.10	Determinación de la Severidad del Impacto para el proceso Textil. ...	29
Tabla 3.11	Acciones a adoptar para cada oportunidad de mejora	31

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1	Magnitud del impacto.....	23
Ecuación 2	Cálculo del Valor del Índice Ambiental	26
Ecuación 3	Ecuación para determinar la Severidad del Impacto	28

INTRODUCCION

La evaluación de aspectos e impactos ambientales de las actividades industriales textiles en el proceso de fabricación de fibras permite a las empresas el reconocimiento del nivel de incidencia al ambiente donde les permitirá tomar las medidas necesarias correctivas adecuadas para vivir en un ambiente más seguro, con ello nos ayuda a hacer de manera más simple la gestión de administración de los procesos productivos, estas evaluaciones ambientales permitirán la formulación de políticas y objetivos ambientales, responsabilidad empresarial tomando en cuenta los requisitos legales de la legislación ambiental de El Salvador.

El sistema de gestión de la organización debe hacer valoraciones de cada aspecto según un sistema de puntuación que está determinado para cada criterio, se recolectará en una tabla de la ficha de evaluación de aspecto medioambiental donde se establecerá los aspectos que se consideren significativos.

Es muy importante realizar una evaluación de los aspectos ambientales que actualmente se tiene en las industrias textiles, por lo que este documento ayudará a establecer algunas directrices para optimizar los procesos y la gestión ambiental de este rubro.

OBJETIVOS

Objetivo General

Identificar Impactos Ambientales en los procesos de acabado, teñido y blanqueado para la fabricación de fibra textil.

Objetivo Específico

Realizar un diagnóstico general bibliográfico de los procesos de producción de fibra textil para cualificar las entradas y salidas en cada etapa del proceso

Identificar aspectos e impactos ambientales en las operaciones de acabado, teñido y blanqueado en la fabricación de fibra textil.

Proponer alternativas y/o propuestas de mejora para reducir los impactos ambientales.

CAPITULO 1 MARCO CONTEXTUAL REFERENCIAL.

1.1 El sistema de gestión ambiental de la industria textil.

1.1.1 Gestión ambiental.

La gestión ambiental se describe como el conjunto de acciones encaminadas a conservar, recuperar, mejorar y proteger los recursos naturales, usándolos de manera racional y sostenible. (Rivera, 2015)

La gestión ambiental es el manejo participativo de las situaciones ambientales de una región por los diversos actores, mediante el uso y la aplicación de instrumentos jurídicos, de planeación, tecnológicos, económicos, financieros y administrativos, para logra el funcionamiento adecuado de los ecosistemas y el mejoramiento de la calidad de vida de la población dentro de un marco de sostenibilidad. (Rivera, 2015).

La gestión ambiental realizada en esta forma permite que más recursos (materia prima, insumos, agua y energía) lleguen al producto final y por ende al consumidor; y que menos de estos lleguen a ser desechos o emisiones. Por lo cual, una gestión ambiental de este tipo evita el deterioro ambiental y el agotamiento de los recursos naturales, ya que se buscan alternativas que eviten o minimicen los impactos nocivos causado por las actividades humanas en la producción de fibras textiles. Por ello se toman acciones encaminadas a solucionar el problema desde el origen, así como el mejor manejo y consumos de los recursos de la fuente. (CGP+L, 2008)



Figura 1.1 Jerarquía del manejo ambiental (CGP+L, 2008)

1.1.2 Estrategias de gestión ambiental en la industria.

Las normas ambientales desarrollada por la Organización Internacional de Estandarización (ISO) son certificables bajo la norma (ISO 14001), dando así una ventaja competitiva a la hora de presentar el producto al mercado. La norma ISO 14001 es la principal referencia de estrategia para la gestión ambiental.

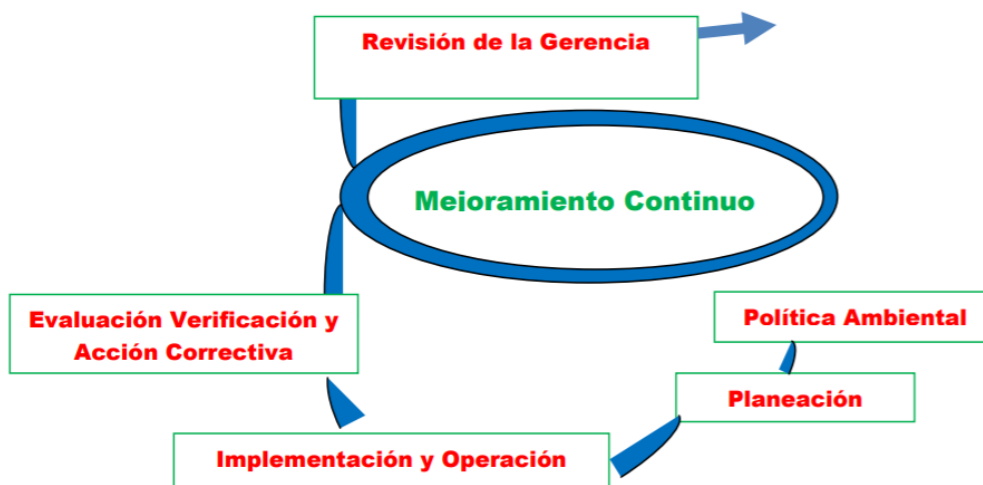


Figura 1.2 Modelo del Sistema de gestión ambiental para norma 14001 (CGP+L, 2008)

La gestión forma parte de la estrategia formulada por los ideólogos del desarrollo. Una estrategia de gestión permite y facilita que el conjunto de procesos, recursos, competencias y personas que lo conforman, sepan cómo actuar, dirigir y controlar una organización, cualquier fallo en una operación industrial puede tener efectos adversos en la calidad del producto, así como también en la seguridad y la salud de los trabajadores y en el medio ambiente.

En esta medida, los gobiernos han generado una serie de condiciones de uso de los recursos y aprovechamiento del mismo, reglamentando estas disposiciones por leyes medioambientales a través de resoluciones o decretos.

El cumplimiento de la estrategia ambiental es una función eminentemente pública, de responsabilidad natural y/o jurídica, que requiere del compromiso y la participación de toda la sociedad civil, incluyendo al sector productivo privado, de tal forma que esté dispuesto a asumir los costos que implicarían al implementar tal política.

1.2 El impacto ambiental.

El análisis del impacto ambiental se ha abordado desde diferentes campos de estudio, entre ellos, la industria textil. Es necesario realizar un análisis y reflexiones constantes sobre su estado actual, debido a las condiciones ambientales las cuales está expuesto nuestro planeta. Los estudios ambientales están enfocados, de manera muy específica para algunas áreas o sectores textiles, donde el impacto ambiental es muy visible, entre ellos debido al consumo elevado de productos químicos, agua y energía, en ese sentido, la propuesta de la implementación de técnicas específicas para un proceso industrial textil que permita la reutilización de los efluentes generados durante el teñido, ahorros energéticos, entre otros se hace necesario su implementación.

Hay estudios enfocados al manejo de los residuos sólidos generados por el sector textil, que se identifican como un factor fuerte de impacto ambiental como consecuencia del consumo de materia primas naturales y sintéticas que requiere un tratamiento para su disposición final, según (Vanegas, 2020) el 85% de la generación tiene que ver con el reciclaje y el 41% con la reutilización mientras que el 27% incluyen ambos de reciclar y reutilizar al mismo tiempo.

Los estudios ambientales están enfocados en:

- a) El ahorro de materias primas, agua y energía
- b) La eliminación, reducción y/o sustitución de materias peligrosas
- c) La reducción de cantidad y peligrosidad de los residuos y las emisiones contaminantes
- d) La reducción de los impactos durante el ciclo de vida de un producto, desde la obtención de las materias primas hasta el residuo final.

CAPITULO 2 MARCO TEÓRICO.

2.1 Caracterización de los procesos

El desarrollo de cada una de las actividades implica unas entradas y salidas determinadas. A continuación se muestra el detalle de cada uno de los procesos unitarios generales.

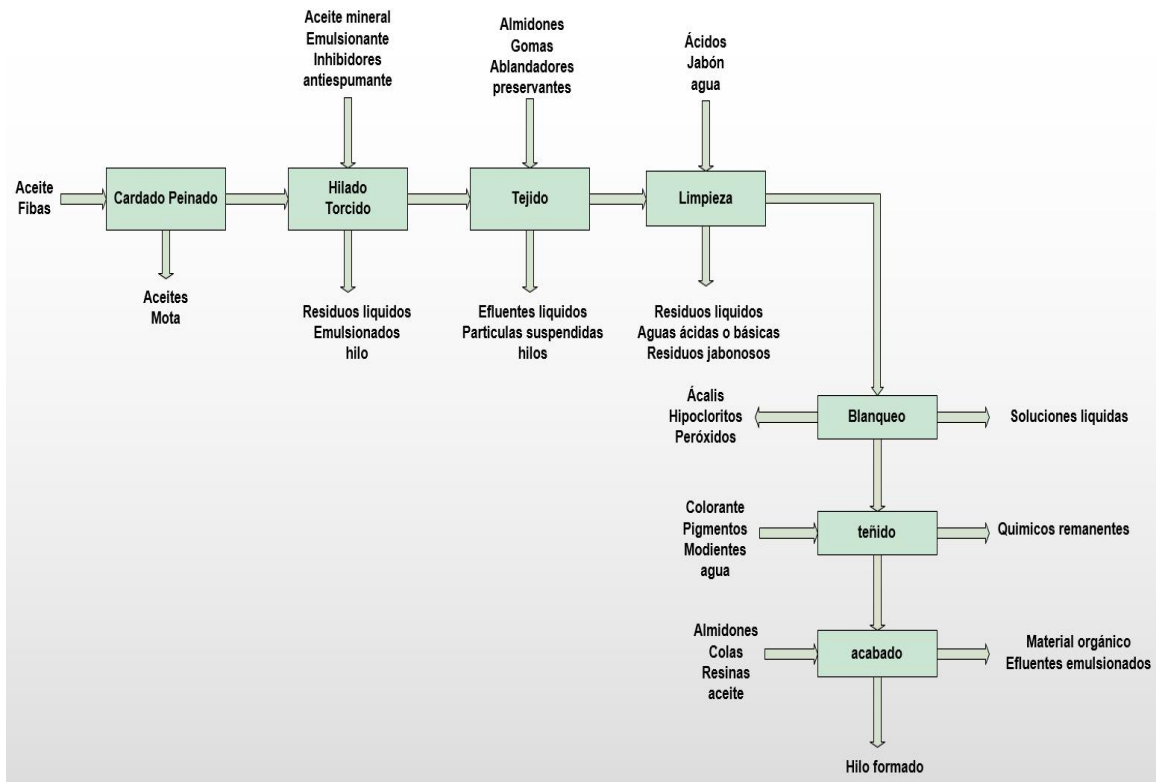


Figura 2.1 Diagrama de flujo del proceso de producción de fibra textil adaptado de:
(Guapo, 2016)

2.1.1 Cardado, estirado, peinado y enconado.

(FUNDES, 2021)

La materia prima (fibras), pasa por maquinas abridoras donde se limpia de cualquier residuo, restos de impureza que estén en las pacas, posteriormente se introducen los batanes donde se mezcla la materia prima para formar los rollos, seguidamente pasa al proceso de cardado que consiste en transformar las fibras textiles a mechas las cuales se enrollan hasta una longitud de aproximadamente 5,000 metros. Durante el estirado se regulan estas mechas, es decir se separan las mechas largas y las cortas o rotas. Las mechas generadas del estirado se dirigen hacia unas prensas de rodillos, las cuales las presionan y estiran para darle volumen al material. Es siguiente paso es el peinado en el cual se presionan y limpian las nuevas mechas que tienen un diámetro más pequeño, estas se estiran nuevamente y se unen y tuercen entre sí para formar una mecha a partir de cuatro. En el re-estirado se mezclan las mechas resultantes del peinado, en caso de ser necesario (por ejemplo, algodón y poliéster), para formar una nueva fibra. Aquí también se obtienen fibras más delgadas por un nuevo estiramiento.

A continuación las mechas siguen el proceso de torsión y tensión mecheras convirtiéndolas en pabilo los cuales se encarretan en bobinas de plástico o carretes metálicos. Con la finalidad de dar mayor resistencia a los pabilos, en el proceso de hilado, se someten a un último estiraje y torsión a partir del cual se obtiene el hilo que es enrollado en canillas. Finalmente en el enconado se lleva a cabo una purificación del hilo mediante la eliminación de impurezas como son: hilos gruesos, cortos, sucios rotos. Las materias primas utilizadas durante los procesos anteriores son fibras naturales y sintéticas, aceites minerales, aprestos emulsionantes y espumantes, entre otros.

2.1.2 Urdido y tejido

Dentro del proceso de tejido tiene como objetivo de entrelazar los hilos de la urdimbre y de tramar con otros, con el objetivo de transformar las fibras o hilos en telas. Dependiendo del artículo que se desee, se desarrolla el diseño, la proporción de la fibra y la estructura de la tela. Previo al tejido, las fibras se recubren con aprestos, los productos químicos empleados para esto son principalmente almidones, gomas, ablandadores, penetrantes y preservativos. Los ablandadores se usan para proporcionar flexibilidad a la película de almidón para propagar la lubricación a la hilaza que ha de pasar por los peines, lizos y atalajes del telar. (FUNDES, 2021)

2.1.3 Blanqueo

(FUNDES, 2021)

Los tejidos crudos, especialmente las fibras concentradas, contienen en su mayor parte suciedad que no son completamente removidos por los procesos de lavado. El blanqueo de las fibras se ven mejorado debido a la reducción de la suciedad. En la mayoría de las industrias textiles se utiliza el peróxido de hidrogeno (H_2O_2), que es el más importante como blanqueador y de menor uso es el hipoclorito de sodio ($NaClO$), en el caso del peróxido de hidrogeno su potencial redox facilita que pueda ser empleado en proceso en frío o en caliente.

De manera similar para el pretratamiento, el blanqueo de material de fibra textil se hace de distintas formas dependiendo el material a tratar.

A continuación se mencionan los procesos más comunes de blanqueo:

- a) Blanqueo al lino: Se utilizan soluciones diluidas en ácido clorhídrico, peróxido de hidrogeno y álcalis (compuestos genéricos).
- b) Blanqueo por concentración: se utiliza soluciones diluidas en Peróxido de hidrogeno e hipoclorito de sodio, compuestos clorados, agentes orgánicos e inorgánicos como poli fosfatos o ácido Etilendiaminotetraacético (EDTA).

- c) Blanqueo de la seda y lana: Se blanquean utilizando dióxido de azufre y peróxido de hidrógeno. Para estas telas no deben utilizarse compuestos que liberen cloro, ya que causan aspereza y amarillamiento.

2.1.4 Teñido

(FUNDES, 2021)

En este proceso es donde se genera mayor contaminación e impacta más al medioambiente, debido a que requiere el uso no solamente de colorantes y químicos, sino también de varios productos especiales conocidos como auxiliares de teñido. Estos constituyen una parte de los proceso de teñido por ejemplo: agentes reductores para el teñido con colorantes de tina, incrementando las propiedades de los productos terminados y mejorando la calidad del teñido, la suavidad, la firmeza, la textura, estabilidad dimensional, resistencia a la luz, al lavado.

Los auxiliares más comerciales son preparaciones que contienen varios de estos compuestos.

- a) Sustancias auxiliares para el teñido: agentes hidrotrópicos y solubilizantes del color.
- b) Ácidos y complejos metálicos:
- c) Agentes humectantes
- d) Dispersantes y coloides de protección

Los dispersantes empleados están divididos en dos clases:

- 1) Surfactantes
- 2) Oligo y polielectrolíticos solubles en agua

- e) Agentes de nivelación

Los agentes de nivelación facilitan una distribución uniforme del colorante sobre el textil, para obtener tonalidades e intensidades de coloración uniformes. Estos agentes actúan reduciendo la velocidad del teñido, incrementando la velocidad de

migración del colorante hacia el textil y mejorando la afinidad del color hacia las fibras. Otros efectos favorables son la prevención del depósito de impurezas y el incremento de la solubilidad o estabilidad del color disperso durante el teñido. Estos agentes se emplean en los procesos de teñido por agotamiento.

Las desigualdades presentes en la coloración son causadas e intensificadas por los siguientes factores:

- a) Variable afinidad del color por las fibras
- b) Distribución inadecuada del líquido en el textil
- c) Diferencias de temperatura en el textil
- d) Variable afinidad de las fibras por el color

2.1.5 Acabado

El acabado abarca todas las operaciones químicas y mecánicas a que se somete los hilos. Consta de los procesos de Pre-tratamiento, blanqueo, teñido, fijado, estampado, post-tratamiento.

2.1.6 Lavado y otras operaciones de limpieza (Pre-tratamiento)

(FUNDES, 2021)

Los procesos de pre-tratamiento son empleados para preparar el material textil para subsecuentes procesos tales como: blanqueo, teñido y estampado. Los procesos de limpieza, extracción y blanqueo remueven materiales desconocidos de las fibras. Para un tejido crudo fabricado de fibras naturales tales como el algodón, lino, lana y seda, el proceso de pre-tratamiento es más complicado, que para aquellos tejidos hechos de fibras sintéticas.

Los procesos de limpieza, extracción y blanqueo son necesarios para remover materiales desconocidos de las fibras, de tal manera que los grupos reactivos de las fibras, previamente bloqueados por las impurezas, son expuestos y el tejido en crudo es mejorado para el siguiente proceso.

Los procesos empleados dependen de la formación de la fibra y de la maquinaria disponible. Asimismo, los procesos de pre-tratamiento son específicamente del sustrato, por lo que existe un amplio rango de reacciones químicas y procesos físico-químicos involucrados.

2.2 Evaluación de aspectos e impactos de los procesos

A partir de los elementos de entrada y salida se pueden identificar los aspectos ambientales dentro del sistema de Gestión Ambiental asociado a los procesos, actividades, productos y servicios

Los aspectos ambientales se pueden identificar a partir de los grupos y categorías

Tabla 2.1 Matriz de aspectos e impactos ambientales

Proceso	Aspecto ambiental	Impacto ambiental
Cardado, estirado peinado y enconado	Generación de residuos sólidos	Contaminación de suelo y aire
	Consumo de material	Agotamiento de recursos no renovables
	Consumo de energía	consumo energético
Hilado y torcido	Generación de residuos sólidos	Contaminación del aire y suelo
	Consumo de material	Agotamiento de recursos no renovables
	Generación de residuos líquidos	Contaminación de efluentes líquidos emulsionados

Continúa...

Tabla 2.1 Matriz de aspectos e impactos ambientales (Continuación.)

Proceso	Aspecto ambiental	Impacto ambiental
Tejido	Generación de residuos sólidos	Contaminación del aire por partículas suspendidas debido a la mota.
	Consumo de combustible	Agotamiento del recurso no renovable
	Consumo energía	consumo energético
	Liberación de calor	Aumento de temperatura a los alrededores.
	Generación de efluentes con químicos	Contaminación de aguas por la presencia de material químico
Blanqueo	Consumo de materiales clorados y oxidantes	Contaminación de aguas superficiales
		Contaminación del aire debido a gases por desprendimiento de calor
	Consumo de energía	consumo energético
	Consumo de agua	Agotamiento del recurso agua/ Estrés hídrico
Teñido	Consumo de materiales pigmentados	Contaminación de aguas por partículas suspendidas
		Químicos remanentes
	Consumo de agua	consumo de agua
	Consumo de energía	consumo energético
	Generación de aguas con colorantes	Contaminación de aguas superficiales y suelos

Según (FUNDES,2021), La generación de residuos líquidos se manifiesta con cargas orgánica expresada en DBO provenientes de la sección de tintorería, limpieza y acabado. Los procesos que aportan la carga contaminante son:

- 1) En el proceso de descruces, las vertientes contienen cargas como: solventes, agentes secuestrantes, detergentes, emulsiones, suavizantes, antiespumante, productos engomantes.
- 2) En el teñido los vertimientos son con colorantes, igualadores, dispersantes, antiespumante, estabilizadores de pH.

- 3) En el blanqueo se da vertidos con soda caustica, solventes, blanqueadores ópticos, emulsionantes, peróxidos y ácidos.
- 4) En el lavado se da vertimiento con detergentes y de colorantes hidrolizados
- 5) Finalmente en el acabado las aguas contiene suavizantes, resinas, catalizadores, impermeabilizantes, humectantes y antideslizantes.

En cuanto a emisiones atmosféricas, los gases que se producen en el proceso de formación de la fibra las principales maquinarias que contaminan el aire son: termofijador, vaporizador, forrador, secador, chamuscador, estampadora engomadoras, entre otros.

Esta identificación de aspectos e impactos tiene como objetivos generar políticas de gestión ambiental empresarial con la finalidad de evita la generación, con ello es necesario impulsar medidas de prevención de la generación de residuos y de emisiones antes de definir medidas de tratamiento o manejo al “final de tubo”

Algunos de los aspectos importantes que se deben tener muy en cuenta para determinar el origen de la problemática ambiental partiendo de los generadores de residuos se tienen:

- a) Los tipos de residuos generados
- b) La cantidad de residuos generados
- c) El tipo de manejo y costos generados
- d) Posibilidades de minimización
- e) Tipo de insumos utilizados
- f) Tipo de maquinaria utilizado.

2.3 Marco legal aplicable en El Salvador

Dentro del marco legal aplicable en cuanto a regulaciones salvadoreñas para las industrias textiles sobre vertidos y emisiones se tiene lo siguiente:

2.3.1 Marco legal aplicable sobre aguas residuales

Según el artículo 7 del acuerdo 39 dice: Toda persona natural o jurídica, pública o privada, titular de una obra, proyecto o actividad responsable de producir o administrar aguas residuales y de su vertido en un medio receptor, en lo sucesivo denominada el titular, deberá instalar y operar sistemas de tratamiento para que sus aguas residuales cumplan con las disposiciones de la legislación pertinente y este reglamento.

En el acuerdo 130 se establece los límites permisibles de parámetros básicos de calidad de aguas residuales de tipo especial vertida a medio receptor.

Estas deben de cumplir con la Ley de Medio Ambiente y su Reglamentos, además debe cumplir con los límites establecidos en la tabla del RTS.

Tabla 2.2 Límites permisibles de parámetros básicos de calidad de aguas residuales de tipo especial vertidas a medio receptor. (MARN)

Actividad	DQO (mg/L)	DBO 5 (mg/L)	Sólidos suspendidos totales (mg/L)	Aceites y grasas (mg/L)	Potencial de hidrógeno (unidades de pH)	Temperatura
Hilados, tejidos y acabados textiles	400	200	150	30	6.0 – 9.0	20 – 35

En cuanto al reúso del agua residual tratada, deben ser analizados técnicamente y aprobado por el MARN, los cuales deben cumplir con la calidad establecida en los lineamientos emitidos por el MARN, los cuales deben estar basados en la normativa internacional, de acuerdo a la clasificación del reúso de agua que está establecido en el Reglamento Especial de Aguas Residuales vigente.

2.3.2 Marco legal aplicable sobre emisiones atmosféricas

En lo referente a la calidad del aire, la normativa salvadoreña NSO 13.11.01:01 establece los siguientes parámetros que se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 2.3 Parámetros de calidad del aire (NSO, 2016)

Contaminante	Símbolo	Unidad	Límite de inmisión	Período de medición
Dióxido de azufre	SO ₂	Ug/Nm ³	80	Anual
			365	24 Horas
Monóxido de carbono	CO	Ug/Nm ³	10000	8 Horas
			40000	1 Hora
Óxidos de nitrógeno	NO ₂	Ug/Nm ³	100	Anual
			150	24 Horas
Ozono	O ₃	Ug/Nm ³	235	1 Hora
			120	8 Horas
			60	Anual
Partículas inhalables	PM ₁₀	Ug/Nm ³	50	Anual
			150	24 Horas
	PM _{2.5}	Ug/Nm ³	15	Anual
Partículas totales suspendidas	PTS	Ug/Nm ³	75	Anual
			260	24 Horas
Plomo	Pb	Ug/Nm ³	0.5	Anual
			1.5	Trimestral

Las especificaciones que se establecen para el marco legal correspondiente a los distintos parámetros, deben satisfacer el cumplimiento del manejo de los residuos, sean sólidos, líquidos o gases, previo a su disposición final, en el caso de los residuos líquidos, su disposición final debe estar seleccionado o disponible los cuerpos receptores y estos pretenden asegurar que no se exceda de la capacidad autodepuradora natural de los receptores como consecuencia de la descarga.

CAPITULO 3 PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS.

3.1 Aspectos ambientales significativos del proceso

Un aspecto ambiental está referido a una actividad del producto o servicio que la organización realiza y puede generar un impacto adverso o beneficioso al medio ambiente; un impacto ambiental se refiere al cambio que ocurre en el ambiente como resultado de un aspecto ambiental.

Se considera que los cambios y efectos sobre el medio ambiente como resultado total o parcial de los aspectos ambientales pueden ser, entre otros, los siguientes:

Impactos sobre los recursos hídricos:

- a) Contaminación de aguas subterráneas y/o superficiales
- b) Acidificación

Impactos sobre el suelo:

- a) Uso y contaminación de suelos
- b) Deforestación
- c) Erosión

Impactos sobre la calidad del aire

- a) Contaminación del aire
- b) Calentamiento global
- c) Agotamiento de la capa de ozono

Otros tipos de impactos tales como:

- a) Consumo de energía eléctrica
- b) Agotamiento de recursos naturales

Cuando se identifican los impactos ambientales respecto de sus actividades textiles se procede a la evaluación de ponderación de los impactos ambientales asociados para determinar la importancia o significancia a través de la matriz de evaluación de los aspectos ambientales mediante el método de los Criterios Relevantes Integrados

3.2 Criterios relevantes Integrados.

Según (Neuberger-Cywiak, 2012), el método criterios Relevantes Integrados, consiste en obtener un valor numérico para cada impacto que provocará un proyecto, los indicadores se han utilizado en evaluaciones de impacto de carácter cualitativo, pero era necesario integrarlo en un valor complejo que representara globalmente la relevancia del impacto.

Los Criterios Relevantes Integrados se componen de: intensidad, extensión, duración y reversibilidad.

3.2.1 Intensidad del impacto.

Generalmente el indicador muestra el valor del cambio, nominado también como función de valor, este permite expresa la perdidas de calidad del medio ambiente, está relacionado con la fragilidad y sensibilidad de dicho elemento, y puede clasificarse como: alto, medio o bajo. El valor numérico de la intensidad varía dependiendo del cambio sufrido. La ponderación tiene un carácter subjetivo y establece la predicción del cambio entre las condiciones con o sin proyecto. (Neuberger-Cywiak, 2012).

Tabla 3.1 Ponderación de la intensidad del impacto (Greenleaf, s.f.)

Parámetro	Escala	Ponderación
Intensidad del impacto	Alto	7-9
	Medio	4-6
	Bajo	1-3

Con los datos anteriores se pondera según lo que corresponde a cada impacto ambiental tal como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 3.2 Ponderación de la intensidad del impacto para el proceso textil.

Proceso	Aspecto ambiental	Intensidad				
		Aire	Suelo	Agua	Energía	material
Cardado, estirado peinado y enconado	Generación de residuos sólidos		9	7		
	Consumo de material					6
	Consumo de energía				5	
Hilado y torcido	Generación de residuos sólidos		4			
	Consumo de material					6
	Generación de residuos líquidos		9	9		
Tejido	Generación de residuos sólidos		8	7		
	Consumo de combustible					9
	Consumo energético				9	
	Emisión de calor	8				
	Generación de efluentes con químicos	8	9	9		
Blanqueo	Consumo de materiales clorados y oxidantes	9		7		8
	Consumo de energía				9	
	Consumo de agua			9		9

Continúa...

Tabla 3.2 Ponderación de la intensidad del impacto para el proceso textil. (Continuación)

Proceso	Aspecto ambiental	Intensidad				
		Aire	Suelo	Agua	Energía	material
Teñido	Consumo de materiales pigmentados			9		8
	Consumo de agua			9		9
	Consumo de energía				9	
	Generación de aguas con colorantes			9		

3.2.2 Extensión del impacto.

Este se expresa en términos de superficie, aunque puede realizarse como porcentaje de la superficie afectada sobre la total del proyecto. Cuando no se pueda realizar la cuantificación se puede lograr cualificarla como regional, local o puntual. Dando un valor de 10, 5 y 2 respectivamente. (Greenleaf, s.f.)

Tabla 3.3 Evaluación para la extensión del impacto del proceso textil.

Proceso	Aspecto ambiental	Extensión				
		Aire	Suelo	Agua	Energía	material
Cardado, estirado peinado y enconado	Generación de residuos sólidos		5	10		
	Consumo de material					2
	Consumo de energía				10	
Hilado y torcido	Generación de residuos sólidos		5			
	Consumo de material					2
	Generación de residuos líquidos		10	10		

Continúa...

Tabla 3.3 Evaluación para la extensión del impacto del proceso textil. (Continuación)

Proceso	Aspecto ambiental	Extensión				
		Aire	Suelo	Agua	Energía	Material
Tejido	Generación de residuos sólidos		5	2		
	Consumo de combustible					10
	Consumo energético				10	
	Emisión de calor	2				
	Generación de efluentes con químicos	5	10	10		
Blanqueo	Consumo de materiales clorados y oxidantes	2		5		10
	Consumo de energía				10	
	Consumo de agua			10		10
Teñido	Consumo de materiales pigmentados			10		2
	Consumo de agua					10
	Consumo de energía				10	
	Generación de aguas con colorantes			10		

3.2.3 Duración del impacto

Generalmente se mide en el número de años que dura la acción que genera el impacto. Maneja una escala desde permanentemente hasta instantánea. En el proyecto se realizan consideraciones espaciales para poder lograr medir y mejorar el indicador, como el carácter de continuidad o intermitencia del impacto, o si hay algún riesgo permanente del impacto que ocurra, pero solo en un periodo o fracción del tiempo. Debe dejarse en claro que la duración es independiente de la reversibilidad. (Greenleaf, s.f.)

En cuanto a la duración del impacto esta tiene una ponderación de 10 si son más de 10 años (largo impacto), 5 si es entre 5 a 10 años (mediano impacto), 2 si es de 0 a 5 años (corto impacto).

Tabla 3.4 Ponderación para la duración del impacto del proceso textil.

Proceso	Aspecto ambiental	Duración				
		Aire	Suelo	Agua	Energía	Material
Cardado, estirado peinado y enconado	Generación de residuos sólidos		2	5		
	Consumo de material					2
	Consumo de energía				2	
Hilado y torcido	Generación de residuos sólidos		5			
	Consumo de material					2
	Generación de residuos líquidos		5	10		
Tejido	Generación de residuos sólidos		5	5		
	Consumo de combustible					10
	Consumo energético				2	
	Generación de calor	2				
	Generación de efluentes con químicos	5	5	5		
Blanqueo	Consumo de materiales clorados y oxidantes	2		10		2
	Consumo de energía				2	
	Consumo de agua			5		5
Teñido	Consumo de materiales pigmentados					2
	Consumo de agua					5
	Consumo de energía				2	
	Generación de aguas con colorantes			10		

3.2.4 Determinación de la Magnitud del impacto

Una vez analizado y valorado cada parámetro, se procede con el cálculo de la Magnitud del impacto presentado como el efecto de la acción, como resultado de la sumatoria acumulada de los valores obtenidos de las variables de Intensidad (I),

Extensión (E) y duración (D), cada variable se le multiplica por el valor del peso asignado, para ello se indica en la siguiente formula: (Greenleaf, s.f.)

Ecuación 1 Magnitud del impacto

$$Ma = (I * W) + (E * WE) + (D * WD)$$

Donde:

Ma= valor calculado de la magnitud del impacto ambiental

I: Valor del criterio de intensidad del impacto

WI: Peso del criterio de intensidad

D: Valor del criterio de duración del impacto

WD: Peso del criterio de duración del impacto

E: Valor del criterio de Extensión del impacto

WE: Peso del criterio de extensión

Las ponderaciones para el cálculo de la magnitud se estimaron mediante el criterio de representatividad de cada variable (I, E, D), para lo cual se tiene los siguientes pesos o factores de ponderación:

Peso del criterio de intensidad (WI)= 0.40

Peso del criterio de extensión (WE)=0.40

Peso del criterio de duración (WD) = 0.20

El valor final de la magnitud se le asignará el valor negativo si el impacto evaluado cualitativamente es de carácter adverso, mientras que será un beneficio cuando arroje un valor positivo.

Tabla 3.5 Matriz de valor de la magnitud de impacto para el proceso textil.

Proceso	Aspecto Ambiental	Intensidad	Extensión	Duración	Ma
		Suma	Suma	Suma	
Cardado, estirado peinado y enconado	Generación de residuos sólidos	16	15	7	13.18
	Consumo de material	6	2	2	3.6
	Consumo de energía	5	10	2	6.4
Hilado y torcido	Generación de residuos sólidos	4	5	5	4.6
	Consumo de material	6	2	2	3.6
	Generación de residuos líquidos	18	20	15	18.2
Tejido	Generación de residuos sólidos	15	7	10	10.8
	Consumo de combustible	9	10	10	9.6
	Consumo energético	9	10	2	8
	Generación de calor	8	0	2	3.6
	Generación de efluentes con químicos	26	20	15	21.4
Blanqueo	Consumo de materiales clorados y oxidantes	24	15	14	18.4
	Consumo de energía	9	10	2	8
	Consumo de agua	18	20	10	17.2
Teñido	Consumo de materiales pigmentados	17	12	2	12
	Consumo de agua	18	10	5	12.2
	Consumo de energía	9	10	2	8
	Generación de aguas con colorante	9	10	10	9.6

3.2.5 Determinación del valor del índice ambiental (VIA)

Una vez que se ha obtenido Magnitud del impacto, se procede a realizar el cálculo del VIA. El valor del índice ambiental está dado en función de las características del impacto y se calcula mediante los valores de reversibilidad, incidencia y magnitud; véase Tabla 3.6 (Greenleaf, s.f.)

Tabla 3.6 Ponderación para el valor de índice ambiental (Greenleaf, s.f.)

Parámetro	Escala		Valor
Reversibilidad (R)	Irreversible	Baja o irrecuperable	10
		El impacto puede ser recuperable a muy largo plazo (mayor a 30 años) y a elevados costos	9
	Parcialmente Reversible	Media (Impacto reversible a largo y mediano plazo)	5
	Reversible	Alta (impacto reversible de forma inmediata o a corto plazo)	2
Incidencia (G)	Alto		10
	Medio		5
	Bajo		2

Ponderando con los parámetros anteriores para los procesos textiles tenemos los siguientes véase tabla 3.7

Tabla 3.7 Ponderación de reversibilidad e incidencia para el proceso textil.

Proceso	Aspecto ambiental	Reversibilidad					Incidencia					Suma	
		Aire	Suelo	Agua	Energía	material	suma	Aire	Suelo	Agua	Energía		material
Cardado, estirado peinado y enconado	Generación de residuos sólidos		5	9			14		5	10			15
	Consumo de material					2	2					2	2
	Consumo de energía				5		5				5		5
Hilado y torcido	Generación de residuos sólidos		5				5		5				5
	Consumo de material					2	2					2	2
	Generación de residuos líquidos			9	10		19		10	10			20
Tejido	Generación de residuos sólidos		9	9			18		5	5			10
	Consumo de combustible					10	10				10		10
	Consumo energético				5		5			5			5
	Generación de calor	5					5	5					5
	Generación de efluentes con químicos	5	9	10			24	5	10	10			25
Blanqueo	Consumo de materiales clorados y oxidantes	5		9		8	22	5		10		10	25
	Consumo de energía				5		5				5		5
	Consumo de agua			5		9	14			10		10	20
Teñido	Consumo de materiales pigmentados			9		5	14			5		5	10
	Consumo de agua			5		9	14					10	10
	Consumo de energía				5		5				10		10
	Generación de aguas con colorantes			9			9			10			10

Para calcular el VIA, se utiliza la siguiente formula:

Ecuación 2 Cálculo del Valor del Índice Ambiental

$$VIA = R^{Xr} * G^{Xg} * Ma^{Xm}$$

Dónde:

VIA= Valor de índice Ambiental

R= suma del impacto de Reversibilidad

G= suma del impacto de Incidencia

Ma= Magnitud del impacto

Xm= peso del criterio de magnitud = 0.61

Xr= peso del criterio de Reversibilidad = 0.22

Xg= peso del criterio de Incidencia = 0.17

En la Tabla 3.8 se puede observar que el valor de índice ambiental es bastante elevado por lo que implica un alto impacto ambiental.

Tabla 3.8 Determinación del Valor de Índice Ambiental para el proceso textil

		Reversibilidad	Incidencia	MA	VIA
Proceso	Aspecto ambiental	suma	Suma	Suma	Suma
Cardado, estirado peinado y enconado	Generación de residuos sólidos	14	15	13.8	14
	Consumo de material	2	2	3.6	3
	Consumo de energía	5	5	6.4	6
Hilado y torcido	Generación de residuos sólidos	5	5	4.6	5
	Consumo de material	2	2	3.6	3
	Generación de residuos líquidos	19	20	18.2	19
Tejido	Generación de residuos sólidos	18	10	10.8	12
	Consumo de combustible	10	10	9.6	10
	Consumo energético	5	5	8	7
	Generación de calor	5	5	3.6	4
	Generación de efluentes con químicos	24	25	21.4	23
Blanqueo	Consumo de materiales clorados y oxidantes	22	25	18.4	20
	Consumo de energía	5	5	8	7
	Consumo de agua	14	20	17.2	17
Teñido	Consumo de materiales pigmentados	14	10	12	12
	Consumo de agua	14	10	12.2	12
	Consumo de energía	5	10	8	7
	Generación de aguas con colorantes	9	10	9.6	10

3.2.6 Determinación de la severidad del impacto

(Greenleaf, s.f.)

La severidad del impacto, se define como el nivel de impacto ocasionado sobre los factores ambientales, dando a conocer si el impacto es Leve, Moderado, Severo o Crítico, para que en función de ello pueda orientar la aplicación del plan de manejo ambiental adecuado y optimizando las acciones producidas por el proyecto.

La severidad del impacto es directamente proporcional a la multiplicación de la magnitud por el valor del Índice Ambiental de cada uno de los impactos conforme a la siguiente ecuación:

Ecuación 3 Ecuación para determinar la Severidad del Impacto

$$S = Ma * VIA$$

Donde:

S: Severidad del impacto

M: Magnitud del impacto

VIA: valor de Índice Ambiental

Para ello se tiene una clasificación de la escala para cada tipo de severidad del impacto tal como se muestra a continuación:

Tabla 3.9 Escala numérica de la Severidad del Impacto. (Greenleaf, s.f.)

Severidad del impacto	Escala
Leve	0-5
Moderado	6-15
Severo	16-39
Crítico	39 – adelante

Con base a la información anterior se procede a determinar la severidad del impacto para los procesos operativos unitarios textiles.

Tabla 3.10 Determinación de la Severidad del Impacto para el proceso Textil.

		MA	VIA	Severidad
Proceso	Aspecto ambiental	Suma	Suma	calculo
Cardado, estirado peinado y enconado	Generación de residuos sólidos	13.8	14	194
	Consumo de material	3.6	3	10
	Consumo de energía	6.4	6	37
Hilado y torcido	Generación de residuos sólidos	4.6	5	22
	Consumo de material	3.6	3	10
	Generación de residuos líquidos	18.2	19	340
Tejido	Generación de residuos sólidos	10.8	12	129
	Consumo de combustible	9.6	10	94
	Consumo energético	8	7	53
	Generación de calor	3.6	4	15
	Generación de efluentes con químicos	21.4	23	482
Blanqueo	Consumo de materiales clorados y oxidantes	18.4	20	371
	Consumo de energía	8	7	53
	Consumo de agua	17.2	17	290
Teñido	Consumo de materiales pigmentados	12	12	144
	Consumo de agua	12.2	12	148
	Consumo de energía	8	7	60
	Generación de aguas con colorantes	9.6	10	91

Impacto moderado: El consumo de material y la generación de calor, requiere cierto tiempo para la recuperación de las condiciones iniciales. Se precisan prácticas de mitigación simples.

Impacto Severo: El consumo de energía, de esta magnitud del impacto exige, para la recuperación de las condiciones, la adecuación de prácticas de mitigación. La recuperación necesita un período de largo plazo.

Impacto crítico: la generación de residuos sólidos, residuos líquidos, consumo de combustible, consumo de agua, La magnitud del impacto es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales sin posibilidad de su recuperación, incluso con la adopción de prácticas de mitigación.

3.3 Alternativas de optimización de recursos.

Como se estableció en la sección 3.1 en estos procesos, el recurso agua, combustible, generación de sólidos y líquidos en efluentes es el que mayor impacto sufre, por lo que debe estar orientado a minimizar los efluentes haciendo modificaciones del proceso y sustitución de los productos con la finalidad de disminuir la concentración de los efluentes. La recuperación y el reúso tanto de agua como de materias primas, ambas requieren la minimización de desechos.

La optimización de recursos se debe tomar como una oportunidad de mejora en los procesos para la disminución de su consumo y desperdicio, además del beneficio económico que le aportaría a la empresa por lo que deben adoptarse acciones para implementar la oportunidad de mejora. (véase tabla 3.11)

Tabla 3.11 Acciones a adoptar para cada oportunidad de mejora

Alternativa y/o Oportunidad de mejora	Acción a adoptar
Minimizar el uso del agua en los procesos	Utilizar equipos de dosificación automática (CIP) para el lavado y control de la cantidad de químicos a utilizar.
Generación de DQO y DBO	Reducir el consumo de agua en el teñido, blanqueo, mediante el reúso del agua tratada.
Uso de colorantes	Realizar ensayos para estandarizar géneros o tipos de telas que sean compatibles acorde al peso para reducir la carga de colorante a utilizar.
Reducción del consumo de vapor	Reducir la temperatura y tiempo de residencia para el área de teñido sin comprometer la calidad del producto. Para ello es necesario realizar pruebas pilotos para determinar los parámetros óptimos de operación.
Reúso de agua	Las aguas de enjuague de los equipos se puede reusar en el área de descruce donde no es un proceso muy crítico.
Ahorro de energía	Implementar sistema de lavado y blanqueo con un sistema de presión ahorrando considerablemente químicos, agua y energía.
Tiempos de teñido	Implementar la tecnología de equipos Overflow para el teñido de tejidos en punto. La relación baño/tela se disminuiría considerablemente representando un ahorrando de agua.
Reducir desperdicios químicos	Utilizar óptimamente los químicos mediante equipos dosificadores y establecer normas mínimas de manejo de químicos.

La prevención de las emisiones debe involucrar a toda actividad y áreas que minimizan o eliminan la generación de residuos y su emisión al medio ambiente.

Recurrir a la asunción de la posible eliminación de residuos de sus orígenes y la posibilidad de aplicación de un buen reciclado y reuso, conlleva a que no se limita a una mera incorporación de la tecnología "End of Pipe". Este enfoque debe ser conocido y aceptado por la dirección, los técnicos y los trabajadores que operan los sistemas involucrados de la organización, así como por sus proveedores y clientes. (Perdomo, 2009)

CONCLUSIONES

- I. Mejorando las condiciones de trabajo y la eficiencia de los sistemas a través de la identificación de los procesos de producción se logra identificar el origen de todos los residuos, problemas que causan un impacto negativo al medio ambiente por lo que es necesario realizar mejoras para minimizar y/o aprovechar el volumen y los tipos de residuos generados.
- II. La identificación de los impactos ambientales a través del método de Criterios Relevantes Integrados, se logra obtener un panorama general de sus procesos de producción de forma cualitativa y el nivel de impacto que genera al medio ambiente requiriendo mayor control o puntos críticos de evaluación para aquellos aspectos que sobrepasen el umbral crítico cuyo resultado va centrado en la reducción de la contaminación a través de la modificación de los procesos o sustituyendo los equipos por nuevas tecnologías que permita obtener un buen rendimiento del producto y menos generación de residuos o contaminantes al medio ambiente.
- III. Con los resultados obtenidos de la evaluación ambiental, requiere una mayor atención en la implementación de estrategias ambiental dentro de los procesos de acabado y teñido debido a que las condiciones identificadas para el control presenta variación debido al manejo de sustancias químicas.

- IV. La implementación de operaciones unitarias continuas disminuye considerablemente el uso de agua e involucran menos procesos químicos, además que es favorable ecológicamente que las operaciones por lotes, generando menos vertidos con productos químicos y colorantes.
- V. Recuperar y reutilizar los productos químicos es factible, como por ejemplo sustancias engomantes y el alcohol polivinílico, dos materias primas que se utilizan para engomar fibras sintéticas o mezclas de fibras.
- VI. En cuanto a los residuos sólidos, pueden recuperarse como trozos de tela, fibras, motas, entre otros. Pueden usarse como materia prima en el proceso de formación del hilo y mejorar el rendimiento de la producción del hilo sin comprometer la calidad final del producto.
- VII. Capacitar al personal de operación de los efluentes líquidos, cantidades de vertido, cargas contaminantes y al personal de producción con técnicas de mitigación aplicables para que pueda operar equipos con las tecnologías de sustitución que estén disponible con el fin de servir de instrumentación de información en pro de una futura readaptación del proceso.

BIBLIOGRAFÍA

- Benavidez, V. (2015). Diseño del plan de gestión ambiental para la industria textil Aritex de Colombia S.A. Colombia. Recuperado el 20 de Octubre de 2021 de: <https://bit.ly/3qYf0km>
- Centro Guatemalteco de producción mas limpia, (CGP+L). (2008). Guía de buenas prácticas ambientales para el sector textil de Guatemala. Guatemala, Recuperado el 10 de Octubre de 2021 de: <https://cutt.ly/GYF60xb>
- Fundación Suiza para El Desarrollo Sostenible de América Latina, (FUNDES). (2021). Guía de Buenas Prácticas para el Sector Textil. Colombia. Recuperado el 8 de Noviembre de 2021 de: <https://cutt.ly/ZYGw3xc>
- Greenleaf. (s.f.). Estudio del Impacto Ambiental definitivo (EIAD). Ecuador. Recuperado el 12 de Noviembre de 2021 de <https://cutt.ly/7YKvy5H>
- Guapo, J. (2016). Seguimiento y evaluación del cumplimiento normativo ambiental de las tintorerías del sector textil de la localidad de Puente Aranda. Bogotá D.C. Recuperado el 7 Octubre de 2021 de: <https://bit.ly/3t9ug0z>
- NSO. (2016). Calidad del Aire Ambiental, Inmisiones Atmosférica. El Salvador. Recuperado el 2 Octubre de 2021 de: https://estadisticas.cne.gob.sv/wp-content/uploads/2016/08/Norma_Calidad_Aire.pdf
- Perdomo, J. (2009). Propuesta de Gestión Ambiental para la Industria Serigrafía Textil en El Salvador. El Salvador. Recuperado el 29 de Octubre de 2021 de: http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2147/1/Propuesta_de_gesti%C3%B3n_ambiental_para_la_industria_de_serigraf%C3%ADa_textil_en_El_Salvador.pdf
- Vanegas, L. (2020). Factores Ambientales del sector textil en el Valle de Aburrá. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, página 17-33. Colombia. Recuperado el 5 noviembre de 2021 de: [doi:https://doi.org/10.22430/21457778.1426](https://doi.org/10.22430/21457778.1426)