



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERIA

---

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

“MEJORA DEL PROCESO DE TEÑIDO MEDIANTE LA REUTILIZACIÓN DE LOS BAÑOS DE AGUA EN EL ÁREA DE TINTORERÍA EN LA EMPRESA TEXTIL LA MERCED S.A. EN EL MARCO DE LA PRODUCCIÓN MAS LIMPIA.”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

**Autor:**

Bach. Carlos Enrique Espejo Mamani

Bach. Christian José Gomez Ramos

**Asesor:**

Mg. Ing. Sonia Espinoza Farias

Lima – Perú

2017

## **APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** el trabajo de suficiencia profesional desarrollado por el(la) Bachiller **Carlos Enrique Espejo Mamani, Christian José Gomez Ramos**, denominada:

**“MEJORA DEL PROCESO DE TEÑIDO MEDIANTE LA REUTILIZACIÓN  
DE LOS BAÑOS DE AGUA EN EL ÁREA DE TINTORERÍA EN LA EMPRESA  
TEXTIL LA MERCED S.A EN EL MARCO DE LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA”**

---

Mg. Ing. Sonia Espinoza Farias

**ASESOR**

---

Mg. Ing. Luis Alfredo Zuñiga Fiestas

**JURADO**

**PRESIDENTE**

---

Mg. Ing. Gustavo Adolfo Aybar Arriola

**JURADO**

---

Mg. Ing. Rembrandt Ubalde Enriquez

**JURADO**

## DEDICATORIA

Dedico la presente tesis a mis padres Ysabel Mamani y Rodrigo Espejo, por su inagotable apoyo e incansable aliento, a mis hermanos Andrés, Beatriz y Haydee por la gran confianza depositada en mí, y a mis queridos sobrinos.

Carlos Enrique Espejo Mamani

Dedico la presente tesis a mis hijos Luana Isabel Gomez Ochoa, Juan Diego Gomez Ochoa por su cariño incondicional, a mi esposa Luz Ochoa Castillo por su apoyo y comprensión, a mis padres Dora Ramos y Juan Arquinigo, por su incansable apoyo, paciencia y confianza brindada hacia mí, a mi abuela por su confianza depositada en mí, a mi abuelo que desde el cielo me guía día a día, a mis hermanos por su apoyo incondicional y sobrinos que los amo mucho.

Christian José Gomez Ramos

## AGRADECIMIENTO

A Dios por tantas bendiciones a lo largo de nuestras vidas, por escuchas nuestras oraciones, por cuidarnos siempre y por las hermosas familias que tenemos a nuestros lados.

A nuestra asesora Sonia Espinoza Farias, que nos ayudó a poder realizar la presente tesis con mucha entrega y pasión.

A la Universidad Privada del Norte, al personal Docente que conforma la carrera de Ingeniería Industrial y a todos sus colaboradores.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL</b> .....	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xii</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>13</b>
1.1. Realidad Problemática .....	13
1.2. Formulación del Problema .....	14
1.2.1. <i>Problema General</i> .....	14
1.2.2. <i>Problemas Específicos</i> .....	14
1.3. Justificación.....	14
1.3.1. <i>Justificación Teórica</i> .....	14
1.3.2. <i>Justificación Práctica</i> .....	15
1.4. Objetivos .....	15
1.4.1. <i>Objetivo General</i> .....	15
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	16
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>17</b>
2.1. Antecedentes .....	17
2.2. Bases Teóricas .....	18
2.2.1. <i>Ley N° 27314: Ley general de residuos sólidos</i> .....	18
2.2.2. <i>Ley N° 29325: Ley del sistema nacional y fiscalización ambiental</i> .....	19
2.2.3. <i>Producción Más Limpia (PML o P+L)</i> .....	21
2.2.3.1. <i>Estrategias de Producción Más Limpia</i> .....	23
2.2.3.2. <i>Metodología de Producción Más Limpia</i> .....	23
2.2.3.3. <i>Beneficios de Producción Más Limpia</i> .....	24
2.3. Definición de términos básicos .....	25
2.4. Proceso de teñido .....	26
2.4.1. <i>Descrude</i> .....	26
2.4.2. <i>Pre-blanqueamiento</i> .....	27
2.4.3. <i>Teñido</i> .....	28

<b>CAPÍTULO 3. DESARROLLO .....</b>	<b>29</b>
3.1. Ubicación de la Empresa Textil La Merced S.A. ....	29
3.2. Organigrama la Empresa La Merced S.A. ....	30
3.3. Teñido .....	32
3.3.1. <i>Descrude</i> .....	32
3.3.2. <i>Blanqueo</i> .....	32
3.3.3. <i>Teñido</i> .....	34
3.3.4. <i>Neutralizado, fijado y suavizado</i> .....	35
3.3.5. <i>Lavado</i> .....	35
3.3.6. <i>Secado y centrifugado</i> .....	35
3.3.7. <i>Plegado</i> .....	36
3.3.8. <i>Materia prima y consumos</i> .....	36
3.4. Diagrama de operaciones de proceso (DOP).....	37
3.5. Diagrama de análisis de proceso (DAP).....	37
3.6. Diagrama de Ishikawa.....	38
3.7. Diagrama de Pareto .....	39
3.8. Consumo de agua .....	39
3.9. Consumo de energía eléctrica .....	40
3.10. Análisis de salida .....	41
3.11. Información de los efluentes líquidos de la Empresa .....	42
3.12. Balance de masa .....	44
3.12.1. <i>Balance de masa en la máquina Jet 1</i> .....	45
3.12.2. <i>Balance de masa en la máquina OVER FLOW 300 (Teñido en algodón)</i> .....	47
3.12.3. <i>Balance de masa en la máquina OVER FLOW 500</i> .....	49
3.12.4. <i>Resumen de la memoria de cálculos de teñido</i> .....	51
3.13. Evaluación de los datos recopilados.....	51
3.14. Procedimiento de teñido .....	54
3.14.1. <i>Procedimiento para el primer teñido</i> .....	54
3.14.2. <i>Procedimiento para el teñido de tonos claros y medios en el reuso de baños</i> ....	55
3.14.3. <i>Procedimiento para teñido de tono oscuro</i> .....	55
3.14.4. <i>Procedimiento para teñido sin reutilización de baños</i> .....	56
3.15. Datos experimentales .....	56
<b>CAPÍTULO 4. RESULTADOS .....</b>	<b>59</b>
4.1. Estudio de viabilidad de la disminución técnica, económica y financiera.....	59

4.1.1.	<i>Estudio de la disminución del consumo de químicos y auxiliares en la máquina JET 1</i>	59
4.1.2.	<i>Análisis cualitativos y cuantitativos del consumo de químicos y auxiliares</i>	60
4.1.3.	<i>Clasificación de los cambios realizados</i>	60
4.1.4.	<i>Identificación de los principales indicadores</i>	61
4.1.5.	<i>Resumen de datos para la evaluación económica</i>	61
4.2.	Estudio de la disminución de consumos de agua, ácido y dispersante por re-uso de baños de teñido de algodón	62
4.2.1.	<i>Descripción de la situación anterior al estudio del caso</i>	62
4.2.2.	<i>Descripción de la situación del estudio del caso</i>	63
4.2.3.	<i>Identificación de los principales indicadores</i>	64
4.2.3.1.	<i>Resultados generales</i>	67
4.3.	Diagrama de actividades	67
<b>CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES</b>		<b>68</b>
5.1.	Conclusiones generales	68
5.2.	Conclusiones específicas	68
<b>CAPÍTULO 6. RECOMENDACIONES</b>		<b>69</b>
6.1.	Recomendaciones generales	69
6.2.	Recomendaciones específicas	69
6.3.	Recomendaciones para el uso eficiente de la energía	70
6.4.	Recomendaciones para el uso eficiente de residuos sólidos	70
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		<b>71</b>
<b>ANEXOS</b>		<b>73</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de los niveles de reducción de contaminación .....	22
Figura 2: Organigrama de la empresa textil La Merced S.A. ....	30
Figura 3: Diagrama general de elaboración de telas .....	31
Figura 4: Diagrama de blanqueo de la tela de algodón .....	33
Figura 5: DOP para teñido reactivo.....	37
Figura 6: Diagrama de análisis de proceso para un teñido reactivo.....	37
Figura 7: Diagrama de Ishikawa.....	38
Figura 8: Diagrama de Pareto .....	39
Figura 9: Comparación del análisis económico del estudio en el primer caso .....	62
Figura 10: Diagrama de actividades .....	67

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Beneficios de la Producción Más Limpia .....	24
Tabla 2: Proceso del descruce.....	27
Tabla 3: Información de la Empresa Textil La Merced S.A.....	29
Tabla 4: Número de empleados .....	30
Tabla 5: Patrón del proceso de descruce .....	32
Tabla 6: Patrón del proceso de teñido .....	34
Tabla 7: Patrón de neutralizado, fijado y suavizado .....	35
Tabla 8: Empleo y costos de los principales insumos utilizados. ....	36
Tabla 9: Consumo mensual de agua en el periodo Enero-diciembre 2016.....	40
Tabla 10: Consumo mensual de energía eléctrica en el periodo Enero-diciembre 2016.....	41
Tabla 11: Producción por productos y equipos.....	42
Tabla 12: Caracterización de efluentes.....	43
Tabla 13 Balance de masa en la maquina Jet 1 (Teñido en algodón) .....	45
Tabla 14: Balance de masa en la maquina OVER FLOW 300 (Teñido en algodón).....	47
Tabla 15: Balance de masa en la maquina OVER FLOW 300 (Teñido en algodón).....	49
Tabla 16: Categoría de los subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones. ....	52
Tabla 17 : Prevención y minimización de residuos con cambios en el proceso e innovación Tecnológicas. ....	52
Tabla 18: Alternativas para la minimización de subproductos, desechos, residuos efluentes y emisiones. ....	53
Tabla 19: Prevención y minimización de residuos con cambios en el proceso e instalaciones tecnológicas.....	53
Tabla 20: Prevención y minimización de residuos con tratamiento, reuso y reciclaje.....	54
Tabla 21: identificación de los principales indicadores .....	54
Tabla 22: Parámetros medidos en el reuso de baños .....	56
Tabla 23: Parámetros medidos en teñido sin reuso.....	57
Tabla 24: Parámetros medidos en los efluentes con reuso .....	57
Tabla 25: Parámetros medidos en los efluentes en teñido con reuso .....	57
Tabla 26: Porcentaje de agotamiento de los colorantes.....	58
Tabla 27: Análisis cualitativo y cuantitativo del consumo de químicos y auxiliares.....	60
Tabla 28: Cambios realizados.....	60
Tabla 29: Identificación de los principales indicadores .....	61
Tabla 30: Resumen de datos para la evaluación económica. ....	61
Tabla 31: Producción 2016 de tela de algodón (relación de baño 1:5) .....	63
Tabla 32: Producción 2016 de tela de algodón (relación de baño 1:5) .....	63
Tabla 33: Consumo actual de agua, acido, y dispersante en máquina de teñido .....	64
Tabla 34: Indicadores esperados en maquina OVER FLOW .....	64

Tabla 35: Indicadores esperados en maquina JET 1.....	65
Tabla 36: Resumen de datos para la evaluación económica .....	66
Tabla 37: Beneficios ambientales .....	67

## RESUMEN

El presente estudio evalúa la reducción económica del impacto ambiental de la industria "LA MERCED S.A" mediante el uso de la producción más limpia. Reduciendo así el consumo de insumos y recursos del agua.

En este estudio se ha analizado dos tipos de opciones para esta reducción: disminución del consumo de químicos y auxiliares en la máquina de teñido JET y la disminución del uso del agua, ácido y dispersante por uso de baño en el teñido.

Para llevar a cabo este estudio se tuvo que utilizar las normas de producción más limpia a fin de identificar los lugares exactos donde se producía la contaminación y el mayor uso de insumos químicos.

Durante el estudio se realizó diferentes vistas técnicas de reconocimiento de la planta, maquinarias, equipos, análisis de procesos administrativos y operativos. Se recolectó información sobre el proceso de teñido, materia prima y consumo de recursos, para poder luego realizar la evaluación técnica.

Se tomaron en cuenta diferentes muestras de agua residuales al momento de las descargas de la máquina.

El análisis económico muestra que la implementación de estos proyectos de producción más limpia arroja un beneficio económico de USD \$9389.62 con una inversión de USD \$ 1695.00, durante un tiempo de recuperación de la inversión de siete meses y medio. Entre los beneficios ambientales se manifiestan la disminución de la carga contaminante y el consumo de agua en un 66.7%.

## **ABSTRACT**

The present study evaluates the economic reduction of the environmental impact of the "LA MERCED S.A" industry through the use of cleaner production. Reducing the consumption of water supplies and resources.

In this study two types of options for this reduction have been analyzed: reduction of chemical and auxiliary consumption in the JET dyeing machine and reduction of water, acid and dispersant use by bathing in dyeing.

To carry out this study, cleaner production standards had to be used in order to identify the exact locations where pollution occurred and the greater use of chemical inputs.

During the study different technical views of the plant, machinery, equipment, analysis of administrative and operational processes were carried out. Information was collected on the process of dyeing, raw material and consumption of resources, in order to be able to carry out the technical evaluation.

Different samples of residual water were taken into account at the time of the discharges of the machine.

The economic analysis shows that the implementation of these cleaner production projects yields an economic benefit of USD \$ 9389.62 with an investment of USD \$ 1695.00, during a time of recovery of the investment of seven and a half months. Among the environmental benefits are the reduction of the pollutant load and water consumption by 66.7%.

## **CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN**

Es frecuente que empresarios y ciudadanos se unan para la discusión sobre sus procesos de mejoras en la calidad ambiental con el concepto de gasto, tanto en relación con las tecnologías duras como con los costos asociados al cumplimiento de la normativa ambiental.

Sin embargo, existen hoy en día herramientas de gestión ambiental, entre ellas la de Producción Más Limpia (PML), que plantea oportunidades de mejora, reducción de costo y aumento de productividad para la Empresa, con la sola aplicación de buenas prácticas de gestión que son de mínimas inversiones en el proceso de producción, reduciendo riesgos, tanto para la salud como para el ambiente.

Por lo general, las grandes empresas cuentan con personal calificado dedicado a tareas ambientales. Es por ello que uno de los más grandes desafíos de una Producción Más Limpia es alcanzar a pequeñas y medianas empresas, que suelen mostrar mayores necesidades y dificultades de innovación para la implementación de una estrategia ambiental preventiva e integral.

Razón por la cual esta tesis busca implementar las estrategias de Producción Más Limpia en el sector industrial Textil.

### **1.1. Realidad Problemática**

El sector textil es una de las principales industrias en el País que contaminan en grandes proporciones las alcantarillas de las ciudades, a pesar de encontrarse debidamente normados dichos efluentes industriales, esto no se viene cumpliendo en la realidad nacional.

Debido a una concientización por parte del sector industrial textil se vienen dando diferentes cambios a fin de reducir de manera drástica las concentraciones de los efluentes del sector industrial, el cual se viene dando principalmente en el área de teñido, a fin de poder ubicarse dentro del marco de la ley.

En esta tesis se está analizando dicho problema mediante el uso de la Norma de Producción Más Limpia y la Guía de Producción Más Limpia, ambos manuales (Guía de Producción Más Limpia GP 900.200 y la Norma de Producción Más Limpia NTP 900.201) ayudan

a usar de manera eficaz el uso de los recursos que se consumen y a su vez reduce de manera significativa los diferentes contaminantes que puede producir la industria.

## **1.2. Formulación del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cómo puede mejorarse el proceso de teñido mediante la reutilización de los baños de agua en el área de teñido en la Empresa La Merced S.A. en el marco de la Producción Más Limpia?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- ¿Cómo la implementación de la Producción Más Limpia ayudará a reducir el consumo de materia prima?
- ¿Cómo la reducción del consumo de agua en el proceso de teñido ayudará a disminuir los costos de producción?
- ¿Cómo la reutilización del consumo de colorantes, antiqúebre y secuestrante ayudará a disminuir los costos de producción?
- ¿Cómo la reutilización de los baños de agua disminuye el tiempo de producción del teñido?

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Justificación Teórica**

Según la Ley general de residuos sólidos indica los derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar de esta manera una forma responsable para la minimización, prevención de riesgos ambientales, protección de la salud y bienestar de la persona humana, esto se encuentra normado en la ley N°27314. La ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental (SINEFA), establece los principios,

procesos y normas que regulan la actuación del Organismo Estatal de Fiscalización Ambiental (OEFA) y de las demás entidades conformantes de dicho sistema.

### **1.3.2. Justificación Práctica**

La Empresa Textil La Merced S.A., lleva operando en Lima desde el año 1993, en el distrito de Santa Anita, provincia de Lima. En su primera etapa las telas se encuentran un tanto sucias y no es factible removerlo con el lavado tradicional, es por ello que se utiliza una solución con compuestos blanqueadores (agua oxigenada) y compuestos biodegradables, luego las telas ingresan a las máquinas de teñido (overflow y jet) las cuales automáticamente se cargan con agua. En el proceso se utiliza agua caliente, es muy importante la temperatura y duración del baño que se realiza a la tela ya que con ello se obtendrá un adecuado tono de pigmentación.

Detectamos que el mayor problema en la empresa textil radica en las aguas que vierten a los drenajes con los compuestos químicos que contiene. En los efluentes encontramos toda clase de compuestos químicos, incluido metales y compuestos orgánicos que se origina del proceso global. Respecto a lo mencionado la empresa textil está considerada como una principal fuente de contaminante ya que su proceso de teñido no tiene una correcta reutilización del agua.

En la Empresa Textil La Merced S.A. las aguas se caracterizan por el alto contenido de oxígeno a consecuencia de los químicos (detergente, Secuestrante y Antiquiebre) y por las soluciones agregadas (colorantes reactivos y sulfurosos) que se usan para el proceso de teñido de las telas. La forma de realizar este tratamiento en la empresa es con una cisterna donde se realiza la sedimentación y así se reduce la temperatura. Actualmente la Empresa tiene un compromiso con la sociedad, lo que conlleva a reutilizar sus baños de agua para reducir la emisión de dichos desechos.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Proponer estrategias de Producción Más Limpia (PML o P+L) en la industria Textil La Merced S.A. para reducir las contaminaciones al medio ambiente.

#### 1.4.2. Objetivos Específicos

- Reducir el consumo de materia prima mediante la implementación de la Producción Más Limpia.
- Reducir los costos de producción mediante la disminución del consumo de agua en el proceso de teñido.
- Reutilizar los consumos de colorantes, antiqúebre y secuestrante para disminuir los costos de producción.
- Reutilizar los baños de agua para disminuir el tiempo de producción de teñido.

## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

En las últimas décadas, la industria manufacturera textil ha mostrado tener muchos problemas ambientales, encontrándose principalmente el uso y gestión correcta del agua. Por tanto, el impacto ambiental de sus efluentes líquidos es variado, debido a las diferentes materias primas, reactivos y métodos o procesos de producción que se utilizan en ellos. Por lo general en los diferentes procesos de la industria textil se consumen diariamente grandes cantidades de agua. No obstante, estos efluentes líquidos se caracterizan generalmente por su elevada cantidad de demanda química de oxígeno (DQO), temperaturas elevadas, alto contenido en color, pH inestable, sólidos en suspensión y compuestos orgánicos clorados entre otros. Generalmente, los efluentes líquidos sometidos a un tratamiento son descargados en el alcantarillado público. En consecuencia, las leyes del país buscan y exigen a las industrias de este sector y otros realizar un tratamiento de agua antes de verterlas. Con esta decisión se busca gestionar racionalmente los limitados recursos hídricos y la agresión ambiental que generan las aguas contaminadas. Por este motivo, se ha buscado el desarrollo e investigación de tecnologías para el tratamiento de aguas usadas en industrias (Llive Carrillo Wendy, 2012).

La industria textil sigue unas pautas de consumo de sustancias químicas sumamente complejas y adolece de un acceso insuficiente a la información. La mayor parte de las iniciativas realizadas para reducir su impacto medioambiental han consistido en el diseño de nuevos procesos más que en la sustitución de sustancias químicas tóxicas por alternativas más seguras. Sin embargo, sustituir estas sustancias es importante debido a que a pesar de que pueden ser sustancias de baja toxicidad su uso es masivo y por tanto estamos expuestos a altas dosis. La mayor parte del impacto medioambiental de estas industrias se produce durante los procesos de fabricación. El contenido total de sustancias de alto riesgo en prendas acabadas es limitado y depende específicamente de las técnicas de tintado y de tratamiento que se hayan utilizado en cada caso. (Greenpeace, 2005)

Siendo este un estudio sobre la reutilización de los baños de agua en un proceso de teñido textil, se tomó en cuenta la literatura relacionada con el tratamiento de agua de las industrias textiles, con el fin de encontrar alguna investigación previa relacionada al tema. Se ha encontrado dentro de la base de datos de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) información

sobre el tratamiento de aguas residuales en una planta de teñido de hilos, así importante información sobre los límites máximos permisibles en la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y leyes de vital importancia, tales como la Ley N° 27314 y la Ley N° 29325, las cuales más adelante serán ampliamente detalladas.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Ley N° 27314: Ley general de residuos sólidos**

Este decreto supremo hace referencia a la Ley General de Residuos Sólidos, donde se establecen los derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana. Entre sus principales artículos tenemos:

- Artículo 5°: El Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) es la autoridad competente para coordinar, promover y concertar el adecuado cumplimiento y aplicación de la ley, con las autoridades sectoriales y municipales de acuerdo a las competencias establecidas en la Ley y en sus respectivas normas de organización y funciones.
- Artículo 6°: la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) será la autoridad nacional encargada de la gestión de residuos previstos en la ley y también las Direcciones de Salud (DISA) o las direcciones regionales de salud, según corresponda. La DIGESA se encarga de aprobar el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA). Las direcciones de salud y direcciones regionales de salud se encargan de aplicar medidas administrativas y de seguridad, en coordinación con la DIGESA y sancionar los hechos o acciones que determinen riesgos y comprometan el ambiente, seguridad y la salud pública.
- Artículo 8°: la municipalidad tanto provincial como distrital, es responsable por las gestión y manejo de los residuos de origen domiciliario, comercial y de aquellos similares a estos originados por otras actividades.

- Artículo 9°: el manejo de los residuos que realiza toda persona deberá ser sanitaria y ambientalmente adecuado de manera tal de prevenir impactos negativos y asegurar la protección de la salud.
- Artículo 17°: todo tratamiento de residuos previo a su disposición final, será realizado mediante métodos o tecnologías compatibles con la calidad ambiental y la salud, de acuerdo a lo establecido en el reglamento y a las normas específicas.
- Artículo 34°: El manejo de sedimentos o lodos provenientes del dragado de cursos de agua, que se realiza con fines de limpieza, se realizará con la autorización del sector agricultura a través del Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), previa opinión técnica favorable de la DIGESA, indicando: las características físicas, químicas y biológicas de la materia a retirar; la metodología de extracción y la tecnología de tratamiento o disposición final.
- Artículo 58°: Todos los proyectos para la implementación de instalaciones de comercialización deben contar con una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o con un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), según corresponda. Si se encuentran operando, presentarán un Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), de acuerdo a la Guía respectiva que elaborará la DIGESA. Estos documentos, serán aprobados por la DIGESA, con excepción de aquellas instalaciones de comercialización que se construyan al interior de las instalaciones productivas, concesiones de extracción o aprovechamiento de recursos naturales de responsabilidad del generador, las que estarán sujetas a los instrumentos de gestión ambiental sectoriales respectivos. En el caso de presentación de PAMA, el plazo de cumplimiento de los compromisos comprendidos en dicho programa no deberá exceder de tres (03) años.

### **2.2.2. Ley N° 29325: Ley del sistema nacional y fiscalización ambiental**

El presente Reglamento tiene por objeto regular los alcances de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental (SINEFA), y establecer los principios, procesos y normas que regulan la actuación del OEFA y de las demás entidades conformantes de dicho Sistema; en concordancia con el rol tutelar del Estado sobre el interés público y el derecho de toda persona a vivir en un ambiente equilibrado para el desarrollo de la vida.

- Artículo 3°: detalla las siglas utilizadas

- MINAM: Ministerio del Ambiente.
- OEFA: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.
- EFA: Entidad de Fiscalización Ambiental
- PLANEFA: Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental.
- SINEFA: Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental.
- SNGA: Sistema Nacional de Gestión Ambiental.
- RUISA: Registro Único de Infractores y Sanciones Ambientales.

- Artículo 5°:

El SINEFA es un sistema funcional, en el marco de lo establecido en la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo, que comprende un conjunto de principios, normas, procedimientos, técnicas e instrumentos mediante los cuales se organiza la fiscalización ambiental que es desarrollada por sus entidades conformantes; en el ámbito de sus respectivas competencias. El SINEFA forma parte del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (SNGA) y se relaciona con los demás sistemas del Sector Ambiental que conforman el SNGA a través de relaciones de coordinación y estrecha colaboración. El SINEFA tiene como objetivo general articular a las entidades que lo conforman a efectos de asegurar que la fiscalización ambiental se constituya en una herramienta efectiva para el cumplimiento de la política ambiental en los diversos niveles de gobierno.

- Artículo 8°:

El OEFA, en su calidad de Ente Rector del SINEFA, constituye la autoridad técnica normativa a nivel nacional en materia de fiscalización ambiental, dirige la operatividad del Sistema y asegura su correcto funcionamiento. El OEFA como Ente Rector del SINEFA, tiene las siguientes atribuciones:

- Emitir normas, lineamientos y procedimientos de alcance nacional en materia de fiscalización ambiental, administración y correcto funcionamiento del SINEFA.

- Aprobar los lineamientos para el ejercicio de la fiscalización ambiental a nivel nacional, regional y local.
  - Emitir opinión vinculante sobre la materia del SINEFA.
  - Capacitar y difundir la normatividad del SINEFA.
  - Requerir información a las EFA referida al ejercicio de sus funciones de fiscalización ambiental.
  - Implementar, dirigir y administrar el conjunto de procedimientos que permitan la sistematización y difusión de la información que se genere a nivel del SINEFA, en materia de fiscalización ambiental. Este se regulará mediante directiva aprobada por resolución del Presidente del Consejo Directivo del OEFA
  - Formular y proponer ante el Sector competente, la normativa requerida y su mejora para fortalecer el ejercicio de las funciones de fiscalización ambiental.
  - Formular medidas para optimizar los resultados de las actuaciones de las EFA y el adecuado funcionamiento del Sistema.
  - Fortalecer las capacidades de las EFA propiciando su modernización, la capacitación de sus recursos humanos y la mejora de los medios utilizados para la fiscalización ambiental a su cargo.
- Artículo 17°:

Las funciones del OEFA en materia de fiscalización ambiental son complementarias a las que le corresponde en su calidad de Ente Rector del SINEFA. El OEFA es autónomo en el ejercicio de sus funciones, para asegurar el cumplimiento de la legislación ambiental y compromisos ambientales, en el marco de sus competencias; el fortalecimiento de capacidades; y la cooperación interinstitucional en materia de fiscalización ambiental.

### **2.2.3. Producción Más Limpia (PML o P+L)**

La Producción Más Limpia es la continua aplicación de una estrategia ambiental preventiva, integrada a los procesos, productos y servicios, con el fin de mejorar la eco-eficiencia y reducir los riesgos para los humanos y el medio ambiente.

La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) desarrolló la metodología de Producción Más Limpia basado en:

- Identificar las oportunidades para usar de mejor manera los materiales.
- Minimizar la generación de los residuos y emisiones.
- Utilizar racionalmente la energía y el agua.
- Disminuir los costos de operación de la planta industrial.
- Mejorar el control de procesos e incrementar la rentabilidad de las empresas

Al implantar una política de Producción Más Limpia, se busca pasar de un proceso poca eficiencia de control a un proceso eficiente, permitiendo un ahorro y conservación de materias primas, insumos, agua, energía a lo largo del proceso industrial.

El proceso de la reducción de la contaminación se realiza en 4 niveles de acción, dentro de los cuales se encuentran niveles preventivos (la reducción y el reciclaje / reutilización) y los costos (tratamiento y disposición final), tal como se observa en la siguiente figura:

*Figura 1: Esquema de los niveles de reducción de contaminación*



*Fuente: ONUDI. 1999*

### **2.2.3.1. Estrategias de Producción Más Limpia**

La Producción Más Limpia se enfoca en 3 niveles principalmente para aplicar las estrategias y lograr los objetivos deseados, estos niveles son:

- Nivel 1: aquí se enfoca en forma intensiva la Producción Más Limpia, con un fuerte análisis exhaustivo de proceso y métodos de producción.
- Nivel 2: aquí se centran las estrategias de reciclaje de los residuos y el reuso interno de los mismos.
- Nivel 3: se enfoca en el reciclaje externo y el tratamiento de residuos sólidos, líquidos o gaseosos.

### **2.2.3.2. Metodología de Producción Más Limpia**

La aplicación de la metodología de la Producción más Limpia se implanta en cinco etapas:

- Etapa 1: planeamiento y organización, se realiza la organización del equipo de trabajo y definición del alcance del programa de Producción Más Limpia.
- Etapa 2: Evaluación previa, se realiza la identificación de las prioridades del programa de Producción Más Limpia y sus indicadores.
- Etapa 3: Estudios y evaluaciones, se realiza la obtención de un conjunto de proyectos relacionados a la Producción Más Limpia.
- Etapa 4: elaboración de los proyectos de Producción Más Limpia, se produce la elaboración de un conjunto de proyectos relacionados a la Producción Más Limpia.
- Etapa 5: Implementación y planes de manejo, se realiza los proyectos y el plan de monitoreo implantados.

### 2.2.3.3. Beneficios de Producción Más Limpia

Son muchos los beneficios que se obtienen con la Producción Más Limpia, debido a esto serán separados en cuatro grandes grupos, los cuales son expuestos a continuación:

*Tabla 1: Beneficios de la Producción Más Limpia*

Beneficios ambientales	<p>Disminución de la toxicidad y volumen de residuos contaminantes.</p> <p>Reducción de los daños a ecosistemas.</p> <p>Preservación de los recursos naturales.</p> <p>Cumplimiento de las normas y regulaciones ambientales.</p> <p>Reducción de desperdicios de materia prima, agua y energía.</p> <p>Optimización en el aprovechamiento de materia prima.</p>
Beneficios económicos	<p>Reducción de costos por optimización del uso de las materias e insumos en general.</p> <p>Ahorro por mejor uso de los recursos (agua, energía, etc.).</p> <p>Reducción de los niveles de inversión asociados al tratamiento o disposición final de residuos.</p> <p>Aumento de ganancias.</p>
Beneficios operacionales	<p>Aumento de eficiencia de los procesos.</p> <p>Mejora de las condiciones de seguridad y salud ocupacional.</p> <p>Mejora de las relaciones con la comunidad y autoridad de aplicación ambiental.</p> <p>Reducción de la generación de residuos.</p> <p>Aumento de la motivación del personal.</p>
Beneficios comerciales	<p>Mejora el posicionamiento de los productos que se venden en el mercado.</p> <p>Mejora la imagen corporativa de la empresa.</p> <p>Facilita el acceso a nuevos mercados.</p> <p>Aumenta las ventas y margen de ganancias.</p>

*Fuente: ONUDI. 1999*

### 2.3. Definición de términos básicos

- **PML o P+L:** Producción Más Limpia.
- **OEFA:** Organismo Estatal de Fiscalización Ambiental.
- **Colorantes:** Son sustancias químicas que tienen la propiedad de transferir color a las fibras, las cuales son capaces de teñir las diferentes fibras naturales o sintéticas. Para que un colorante sea útil debe ser capaz de unirse fuertemente a la fibra, y en el proceso de lavado no debería de perder su color, además debería de ser estable químicamente y soportar la acción de la luz.
- **Colorantes naturales:** son extraídos principalmente de plantas, animales y minerales.
- **Colorantes sintéticos:** son extraídos como derivados del petróleo, poseen una gran resistencia a la degradación en cualquiera de sus formas.
- **Anti quiebre:** es un agente deslizante anti-quiebre, su fórmula hace que lubrique la tela y así evite formación de arrugas o patas de gallo. el producto puede ser utilizado en procesos con colorantes reactivos debido a su alta concentración de electrolitos.
- **Secuestrante:** En muchos procesos industriales, la presencia de iones metálicos causa problema debido a que puede generar efectos adversos en la calidad del producto. Los iones metálicos pueden perjudicaren la industria textil (en el blanqueo y teñido al formarse sales metálicas poco solubles) en las calderas (por sedimentación), por ello el secuestrante a utilizar debe tener la capacidad de retener esos iones metálicos y alcalinotérreo.
- **Descrude:** es el proceso por el cual eliminamos las impurezas adquiridas por la fibra de tejidos, el tejido de algodón contiene impurezas como la cera, pectina y alcoholes, también encontramos impurezas provenientes de su proceso tales como el material desengomado, la suciedad y el aceite. El proceso comienza a los 65 ° C aumentando 3.5° C por minuto hasta alcanzar los 98° C en un tiempo de 15 minutos.
- **Suavizante:** es muy importante utilizar un buen suavizante ya que nos permite que las telas sean más fáciles de planchar, ya que reduce la aparición de arrugas por sus propiedades químicas.
- **Neutralizado:** este proceso consiste en desactivar todas las sustancias de álcalis y sales que puedan degradar la tela y también la salud del consumidor.

- **Estabilizador:** es un moderador orgánico de descomposición de peróxido en el blanqueamiento de las fibras y sus mezclas. Puede ser empleado solo o en mezclas con silicatos sin el riesgo de precipitarlos.
- **Detergente:** el tipo de detergente es muy importante ya que debe contener alta concentración de materia activa, mezcla de tenso activos, sales inorgánicas y combinación sinérgica de Secuestrante que lo dotan de un elevado poder y permite su utilización en cualquier tipo de agua.
- **Dispersante:** se encarga de actuar sobre el colorante, permitiendo que esta se encuentre en el baño. Se recomienda usar colorantes de alto peso molecular o en colorantes solubles y que se encuentren en estado de dispersión en el baño de tintura

## 2.4. Proceso de teñido

El aseguramiento del acabado textil en su mayoría depende en un alto porcentaje de la eficiencia y calidad dada durante su proceso y operación. Se debe tener en cuenta que cuanto mejor y más uniforme es el descrudado del algodón, más brillantes son los matices obtenidos en la tintura, más claros los efectos de contraste y más satisfactorios la parte de los acabados químicos o mecánicos.

### 2.4.1. Descrude

El descrude tiene como misión eliminar impurezas naturales del algodón, semillas, sustancias grasas y minerales; este tratamiento ayuda a liberar los grupos reactivos de la celulosa y aumenta el grado de blancura en los tejidos del algodón. El proceso del descrude está compuesta de la siguiente manera:

Tabla 2: Proceso del descruce

Proceso de descruce	
Álcalis	Sosa caustica u otros álcalis
Detergente – Humectante	Preferentemente biodegradables
Agente Secuestrante	Según el ión a secuestrar

Fuente: ONUDI. 1999

Consiste en tratar la tela con sosa cáustica, dispersante y humectante a ebullición (80-90°C) donde la hemicelulosa, pectinas, ceras, aceites, grasas y proteínas, resultan saponificadas o degradadas por la acción del álcali y temperatura hasta hacerse solubles en agua, para un lavado posterior eliminarlas completamente, lográndose como resultado una buena absorbencia.

Es necesario en esta fase adicionar un buen humectante y dispersante resistente al álcali, para conseguir una mayor y más rápida penetración de la sosa cáustica y mantener en suspensión las sustancias disueltas.

#### 2.4.2. Pre-blanqueamiento

El peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) es el blanqueador textil más utilizado, por ser menos nocivo para la salud del operador, no contamina el ambiente, fácil manejo y no producen ningún daño a la fibra también llamado blanqueo en caliente en el cual el género se sumerge en la solución de blanqueo a temperatura ambiente y luego, se calienta aproximadamente de 80 a 90°C durante 30 a 45 minutos.

Los estabilizadores orgánicos son menos eficaces por que los complejos que forman no son muy estables y tienen algunos inconvenientes como la formación de precipitados por pérdida de agua y difícilmente se elimina por lavado ya que forman incrustamientos muy duros en las paredes de la máquina y tactos duros y ásperos en la tela.

En este proceso se debe tener muy controlados ciertos parámetros, como lo son el pH, temperatura, tiempo y las concentraciones para poder obtener los resultados deseados.

### 2.4.3. Teñido

Este proceso se basa en algunas propiedades de las moléculas orgánicas de retener la luz en una determinada longitud de onda dentro del espectro visible.

El principio de teñido utilizado en la industria textil es el agotamiento, que consiste en un baño acuoso con colorantes que tienen afinidad por la fibra.; el colorante parcialmente soluble en el baño de teñido, es transportado a la superficie de la fibra por el movimiento del líquido colorante, en ese momento es adsorbido en la superficie de la fibra y se difunde en la misma.

Para teñir por agotamiento las formulas están relacionadas con el peso de los productos textiles. El final del proceso se caracteriza por la fase en equilibrio, cuando la concentración del colorante en la fibra y en el líquido no cambia.

## CAPÍTULO 3. DESARROLLO

### 3.1. Ubicación de la Empresa Textil La Merced S.A.

La industria Textil La Merced S.A. se encuentra ubicada en la ciudad de Lima, Calle 2, Mz C, Lt 11, Urb. La Merced, en el distrito de Santa Anita; sus instalaciones cuentan con 1200 m<sup>2</sup>.

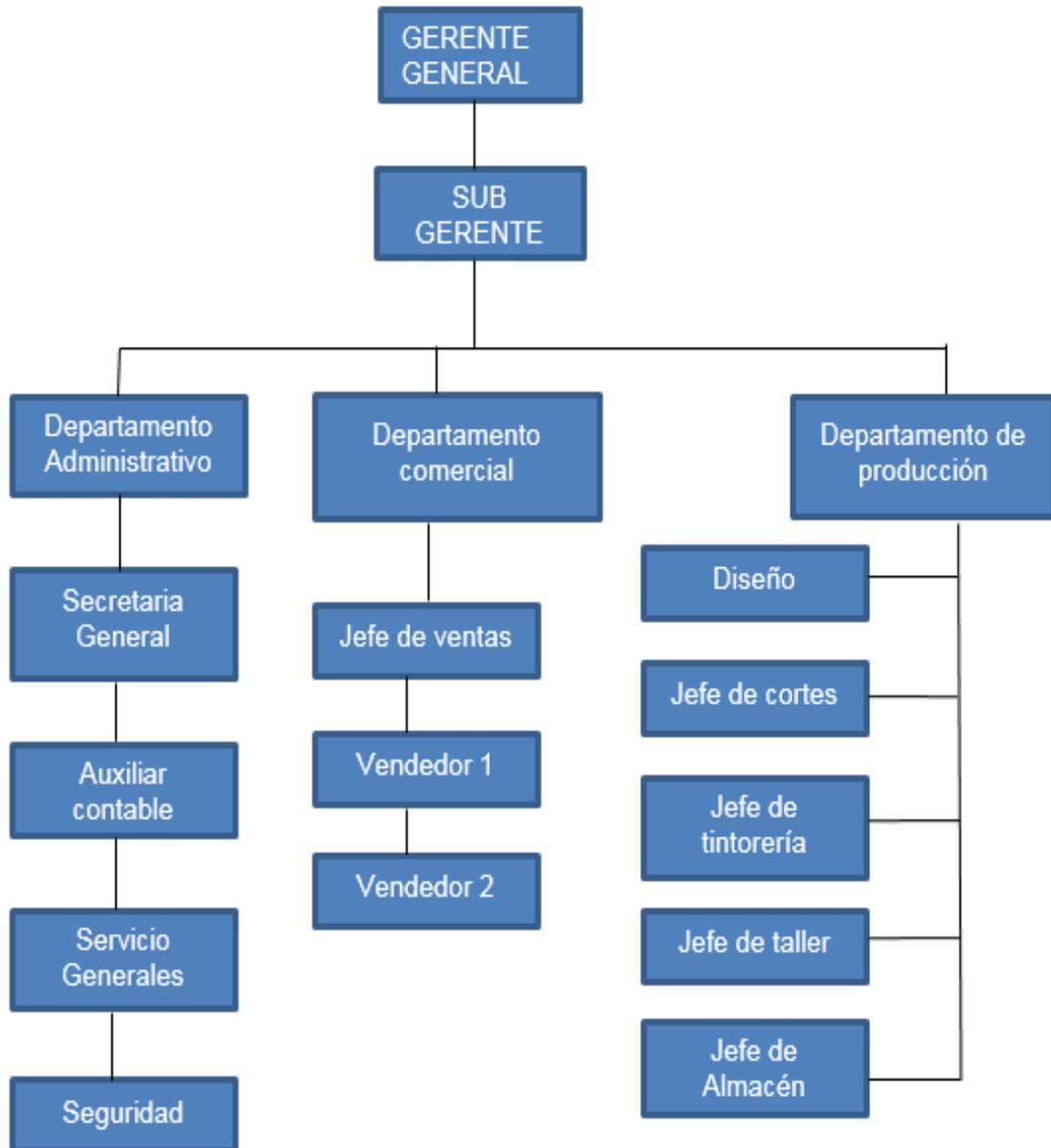
*Tabla 3: Información de la Empresa Textil La Merced S.A.*

Razón social:	TEXTIL LA MERCED S.A.		
Nombre comercial:	TEXTIL LA MERCED S.A.		
Propietario:	Sucuzhañay Acosta Israel		
Dirección:	Cal. 2 Mz C Lt 11	Urbanización:	La Merced
Teléfono:	511-3487257	Fax:	
Ciudad:	Lima	Distrito:	Ate Vitarte
Página de Internet:			
RUC:	20549511750		
Rama de actividad:	Industria Manufacturera		
Fecha de inicio de funcionamiento de la planta industrial:	07/09/1992		
Régimen de funcionamiento:	24 Hr / día		
Clasificación:	INDUSTRIA TEXTIL		
Clasificación cuanto al tamaño:	Micro Empresa		

*Fuente: Textil La Merced S.A.*

### 3.2. Organigrama la Empresa La Merced S.A.

Figura 2: Organigrama de la empresa textil La Merced S.A.



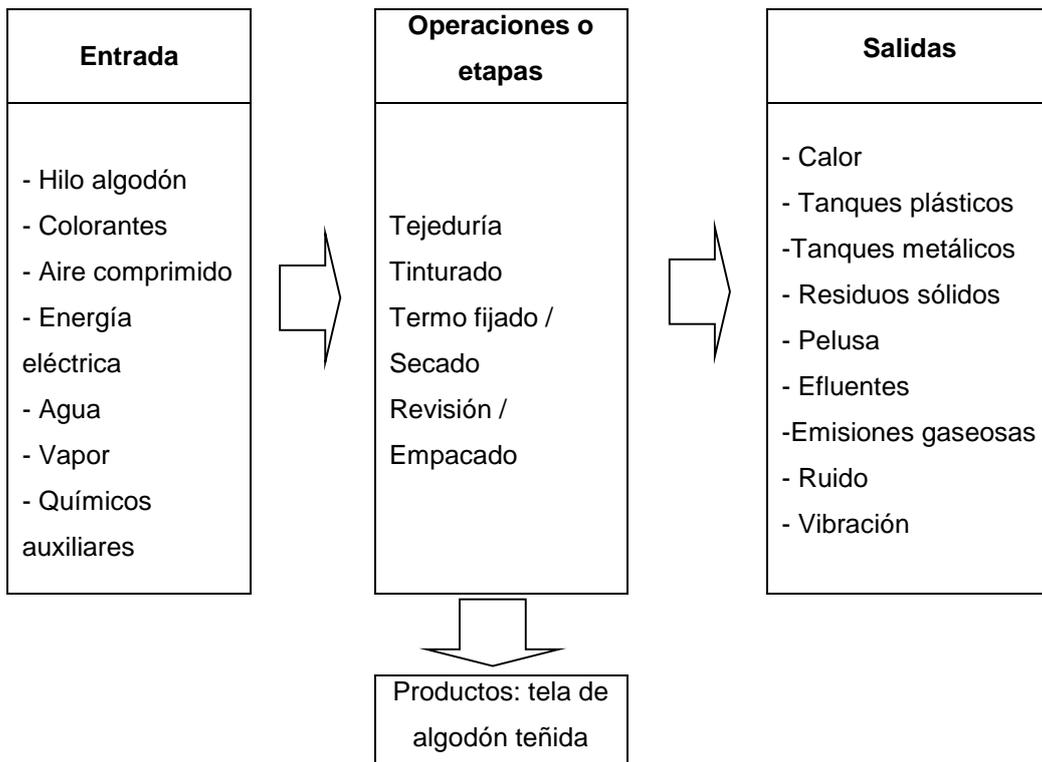
Fuente: Textil La Merced S.A.

Tabla 4: Número de empleados

Área	Propios
Administración	5
Tintorería	17
Tejeduría	4
Confección	80

Fuente: Textil La Merced S.A.

Figura 3: Diagrama general de elaboración de telas



Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Teñido

El proceso del teñido consiste en la coloración de fibras textiles y otros materiales, de manera que el colorante se impregne de manera superficial en la fibra. Los tintes utilizados son compuestos químicos que tienen una afinidad química o física hacia las fibras, estos tintes tienden a mantener su color a pesar del desgaste y la exposición de la luz solar, el agua o los detergentes. Este proceso cuenta de diferente sub-etapas, los cuales son detallados a continuación.

#### 3.3.1. Descrude

Este proceso se inicia a 65°C y se va aumentando con un gradiente de 3.5°C por minuto hasta llegar a 98°C durante un tiempo de 15 minutos, este proceso se realiza con carbonatos, humectantes y detergentes suaves a fin de realizar la eliminación de la materia orgánica no deseada en la fibra textil.

Tabla 5: Patrón del proceso de descrude

Productos	Concentración (g/l)	Peso (kg)	Costo (\$/kg)
Detergente	0.8	1200	1.10
Soda caustica	2.0	3200	1.73

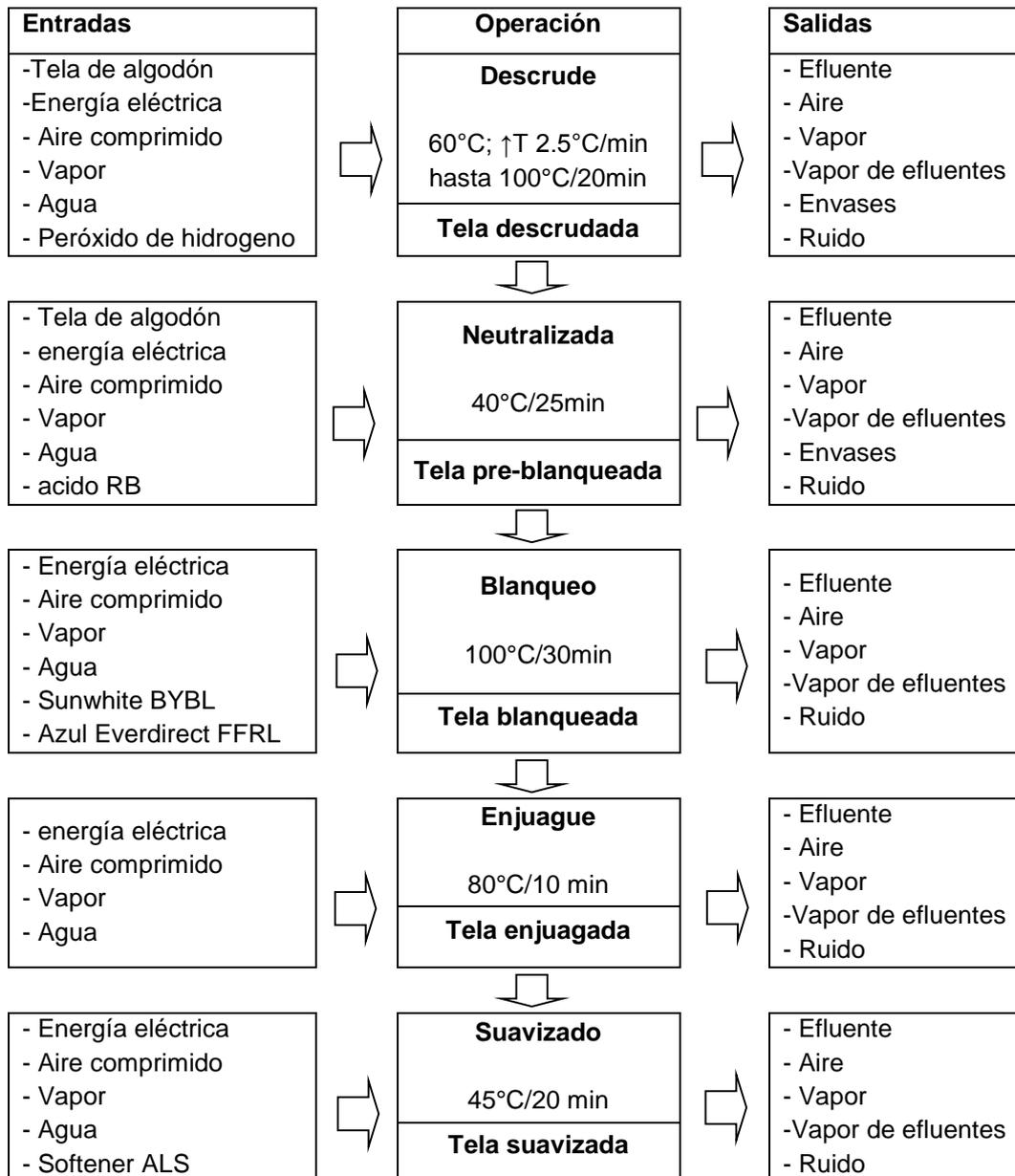
Fuente: Elaboración propia

#### 3.3.2. Blanqueo

Debido a la suciedad de las telas crudas se utiliza una solución diluida de agente blanqueador (agua oxigenada) y detergente biodegradable, lo que nos ayuda a dar el medio alcalino necesario para el blanqueo de la tela. Este proceso se inicia a 40°C y se sube la temperatura de 2°C por minuto hasta 90°C por un espacio de 30 minutos.

Nombre del proceso: Blanqueo de la tela de algodón

Figura 4: Diagrama de blanqueo de la tela de algodón



Fuente: Textil La Merced S.A.

### 3.3.3. Teñido

En este proceso se ingresa la tela blanqueada a las máquinas de teñido, las cuales se llenan de agua de manera automática cuyo volumen se ve relacionado con la cantidad de tela ingresada; para este proceso también se requiere de agua caliente, para lo cual se pone en funcionamiento automáticamente el caldero. La temperatura y duración del baño de teñido dependerá de la coloración solicitada por el cliente. Este proceso se realiza en promedio a 80°C por un tiempo de 60 minutos.

Tabla 6: Patrón del proceso de teñido

Productos	Concentración (g/l)	Peso (kg)	Costo (\$/kg)
Dispersante	1.3	1950	1.73
Secuestrante	1.3	1950	1.14
Antiquiebre	2.6	3900	0.38
Sal	80	120000	0.31
Carbonato	3.5	5250	2.50
Colorante rojo	2.55%	8.265	8.69
Colorante verde	1.62%	5251	10.65

Fuente: Elaboración propia

- Dispersante: permite que las moléculas decolorante se encuentren en movimiento, incrementado así la penetración y distribución uniforme del baño de teñido. Aquí se usa el dispersante MARBA COL ASC.
- Secuestrante: son moléculas orgánicas con capacidad de mantener en la solución metales pesados que producen interferencias en los procesos húmedos de la tintorería, un buen Secuestrante debe tener poder de secuestrar iones metálicos y alcalinotérreos que pueden formar compuestos con los colorantes. Se utiliza el Secuestrante CHROMASQUEST.
- Antiquiebre: Es un lubricante utilizado con la finalidad de prevenir la formación de quiebres, arrugas, “patas de gallo” y marcas en los procesos en húmedo de los textiles. Se utiliza el Anti quiebre CHROMAZUBE.
- Sal: ayuda a blanquear la tela, para luego ser teñida fácilmente. Se utiliza la sal REFISAT

- Carbonato: nos ayuda en fijar la tonalidad del teñido realizado. Se utiliza el carbonato ALCATEX PLUS.
- Colorante: ayuda a dar la coloración deseada de la tela.

### 3.3.4. Neutralizado, fijado y suavizado

El neutralizado es un proceso para desactivar las sustancias de álcalis y sales que degradan la prenda y/o pueden afectar la salud del usuario; el fijado y suavizado se realiza a fin de fijar la tonalidad del teñido.

*Tabla 7: Patrón de neutralizado, fijado y suavizado*

Productos	Concentración (g/l)	Peso (kg)	Costo (\$/kg)
Acido	0.4	600	0.58
Fijador	1.0	1500	2.25
Suavizante	1.2	3880	0.39

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.5. Lavado

Finalmente, la tela teñida es ingresada al sistema de lavado, en donde se elimina todo el exceso de impurezas que posee el producto, en especial de los auxiliares utilizados.

### 3.3.6. Secado y centrifugado

En esta etapa se ingresan las telas a las secadoras centrifugas, que por acción de la fuerza centrífuga eliminan una gran parte de la humedad de la tela lavada. Luego de esta etapa se ingresa vapor a una temperatura adecuada a fin de eliminar en su totalidad la humedad de la tela.

### 3.3.7. Plegado

Las telas completamente secas son plegadas a fin de poder ser almacenadas de manera ordenada en el almacén para su posterior uso o venta a los clientes.

### 3.3.8. Materia prima y consumos

A continuación, se indican las materias primas, insumos y auxiliares usados durante el proceso, así como su consumo anual, costos unitarios y su utilización.

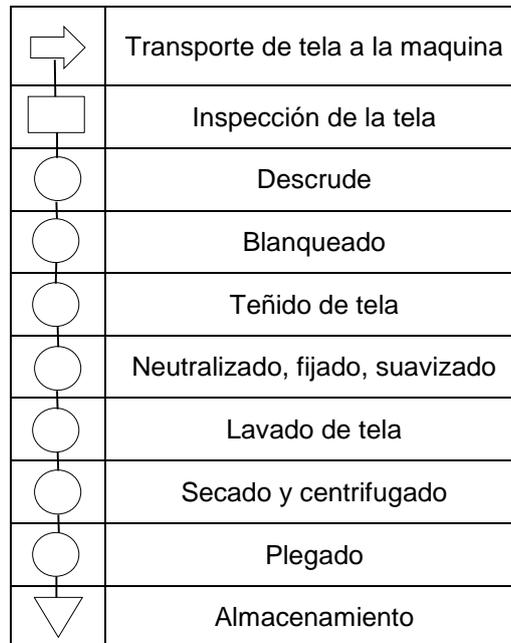
Tabla 8: Empleo y costos de los principales insumos utilizados.

Materia prima, Insumo y Auxiliares	Cantidad anual (Tn)	Costo unitario (US\$/Tn)	Forma de uso
Algodón	174.72	3178.57	Elaboración de tela
Poli algodón	35.16	2863.46	Elaboración de tela
Poliéster	15.68	2550.35	Elaboración de tela
Colorantes	5.58	15621.65	Tintura de tela
Materia prima, Insumo y Auxiliares	Cantidad anual (kg)	Costo unitario (US\$/kg)	Forma de uso
Marbacol ASC	959.40	1.73	Dispersante
Chromascour F	959.40	1.10	Detergente
Chromasquet	959.40	1.14	Secuestrante
Chromalube	1918.90	0.38	Antiquiebre
Refisal	22140.00	0.31	Auxiliar de tintura
Alcatex plus	2214.00	2.50	Desinfectante
Sulfuro de sodio	5909.28	1.17	Descrudante
Acido RB	590.40	0.96	Neutralizador
Novafix conc.	1510.44	2.25	Fijador
Softener ASL	1820.40	0.39	Suavizante
Agua oxigenada	3099.60	0.65	Agente blanqueador
Álcali Nova GL	1476.00	1.73	Auxiliar de tintura
Controlier PKL	590.40	5.52	Auxiliar de tintura
Estabilizador	738.00	0.38	Estabilizador

Fuente: Textil La Merced S.A.

### 3.4. Diagrama de operaciones de proceso (DOP)

Figura 5: DOP para teñido reactivo



Fuente: Elaboración propia

### 3.5. Diagrama de análisis de proceso (DAP)

Figura 6: Diagrama de análisis de proceso para un teñido reactivo

Empresa		Textil La Merced S.A			
Departamento		Tintorería			
Sección		Teñido de tela			
Resumen					
Actividad					
Actividad	Mét. actual	Mét. Mejorarlo	Diferencia	Observador	
Operación	07				
Inspección	01			Fecha:	10/07/17
Transporte	01			Método	Actual X
Demora	0				Mejorado
Almacenaje	01			Tipo:	Operario
					Maquina X

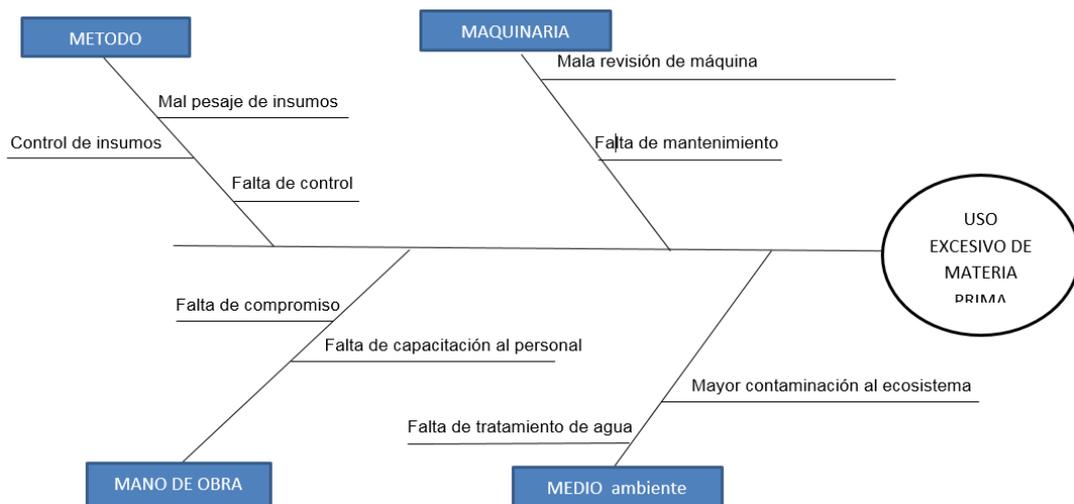
Descripción	Personas	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos					Obs.
									
1.- Transporte de tela a la maquina	2	20	5		X				
2.-Inspeccion de la tela	1	0	30				X		
3.- Descrude	0	0	15	X					
4.- Blanqueo	0	0	30	X					
5.- Teñido	0	0	60	X					
6.- Neutralizado, Fijado y suavizado	0	0	30	X					
7.- Lavado	0	0	20	X					
8.- Secado y centrifugado	0	0	40	X					
9.- Plegado	1	0	60	X					
10.- almacenado	2	50	12					X	
Total	6	70	302						

Fuente: Elaboración propia

El tiempo total para un teñido reactivo es de un total aproximado de 301 min.

### 3.6. Diagrama de Ishikawa

Figura 7: Diagrama de Ishikawa

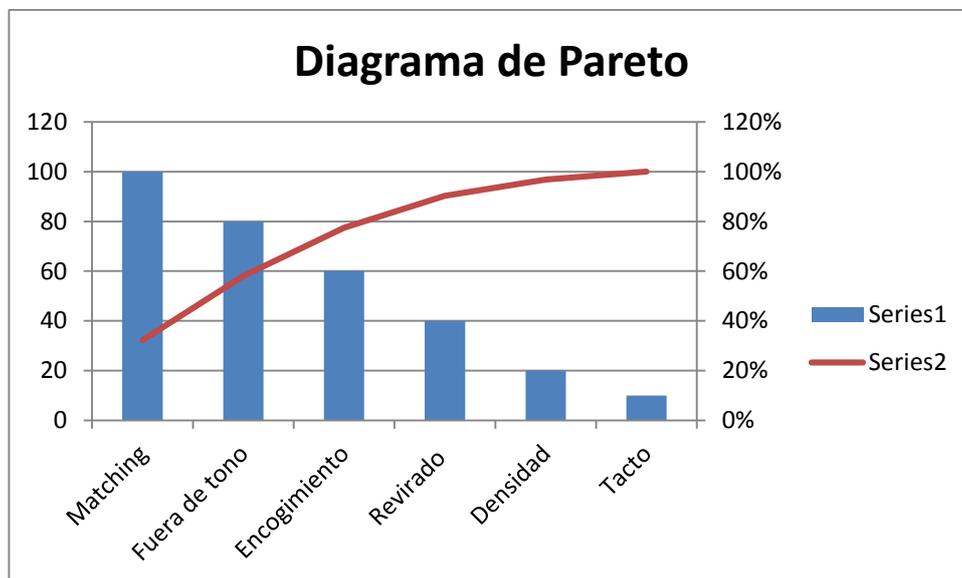


fuentes: Elaboración propia.

### 3.7. Diagrama de Pareto

Figura 8: Diagrama de Pareto

Matching	100	32%	100
Fuera de tono	80	58%	180
Encogimiento	60	77%	240
Revirado	40	90%	280
Densidad	20	97%	300
Tacto	10	100%	310



Fuente: Elaboración propia

### 3.8. Consumo de agua

La Textil La Merced S.A. es abastecida de agua potable por la empresa de Servicio De Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL), para ello la Empresa cuenta con pozas de almacenamiento, a continuación, se muestra el consumo de agua potable en el periodo Enero – Diciembre del año 2016.

Tabla 9: Consumo mensual de agua en el periodo Enero-diciembre 2016

Mes	Consumo (m3)
Enero	613.2
Febrero	606.0
Marzo	627.6
Abril	682.8
Mayo	693.6
Junio	814.8
Julio	904.8
Agosto	878.4
Septiembre	1054.8
Octubre	961.2
Noviembre	1388.4
Diciembre	829.2

Fuente: Textil La Merced S.A.

Estadística del consumo de agua del 2016	
Consumo medio mensual	837.6 m3
Consumo mínimo mensual	606 m3
Consumo máximo mensual	1388.4 m3
Consumo total año 2016	100054.8 m3

### 3.9. Consumo de energía eléctrica

La Textil La Merced se encuentra ubicada en la zona sur de la ciudad de Lima, la empresa encargada de suministrar la energía eléctrica es Luz Del Sur, a continuación, se mostrará el consumo mensual del periodo Enero – Diciembre del 2015.

Tabla 10: Consumo mensual de energía eléctrica en el periodo Enero-diciembre 2016

Mes	Consumo (Kw-h)
Enero	14760
Febrero	18201.6
Marzo	21361.2
Abril	18806.4
Mayo	17712
Junio	17588.4
Julio	16651.2
Agosto	15584.4
Septiembre	22515.6
Octubre	23809.2
Noviembre	13816.8
Diciembre	16586.4

Fuente: Textil La Merced S.A.

Estadística del consumo de luz del 2016	
Consumo medio mensual	18116.10 kw-h
Consumo mínimo mensual	13816.80 kw-h
Consumo máximo mensual	23809.20 kw-h
Consumo total año 2016	217393.20 kw-h

### 3.10. Análisis de salida

A continuación, se mostrará un cuadro con la producción de tela teñida en el periodo del año 2016, aquí se indica la producción media mensual y la producción anual, tanto por productos como por máquinas.

Tabla 11: Producción por productos y equipos

Productos	Producción media (Tn)	Producción anual (Tn)
Tela de algodón	195.6864	3559.9984
Tela de poli algodón	39.3792	3206.9632
Tela de poliéster	17.5616	2856.392
Blancos	1.3552	16.2624
Claros y medios	6.3056	75.6672
Oscuros	8.6464	103.7568
Máquina de teñido	Producción media (Tn)	Producción anual (Tn)
Eco-Flow	1.3552	16.2624
Over-Flow 500	7.7392	53.1552
Over-Flow 300	5.3312	36.6128
Jet 1	1.8816	12.9248

Fuente: Textil La Merced S.A.

Del cuadro anterior se puede obtener los siguientes gráficos y las siguientes conclusiones:

- Se puede observar de la tabla que la mayor cantidad de tela fue la de algodón, dejando muy por detrás al poli-algodón y el poliéster.
- Según el tipo de máquina utilizada se puede analizar que la máquina Over-Flow 500 es la que mayor aporta en la producción con un 53.15 Tn.
- Ahora realizando un análisis según la tonalidad, se puede observar que la tonalidad de oscuros es la de mayor producción, tal como se observa en la siguiente figura.

### 3.11. Información de los efluentes líquidos de la Empresa

La caracterización de efluentes se realiza trimestralmente; los datos mostrados en este documento fueron realizados en las instalaciones de la Textil La Merced S.A. En el siguiente cuadro se observa el incumplimiento en el valor máximo permisible en el parámetro de DQO, esto se debe principalmente a las operaciones como el enjabonado, el tratamiento posterior reductivo y el suavizante, sin embargo, si se cumplen con los demás parámetros.

Tabla 12: Caracterización de efluentes

Parámetro	Unidad	Valores mínimos medidos	Valores máximos medidos	Media de las evaluaciones	Valor límite	Observación
PH		5.68	10.24	7.96	5<Ph<9	Cumple
Temperatura	°C	32	38	35	<40	Cumple
Caudal	L/s	0.24	0.28	0.24	4.5	Cumple
DBO5	mgO2/L	48.5	70.2	59.4	120	Cumple
DQO	mgO2/L	117.6	1949.3	1033.4	240	No cumple
Sólidos sedimentales	mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	10	Cumple
Sólidos suspendidos	mg/L	9	9	9	95	Cumple
Cadmio	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	0.002	Cumple
Cromo	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.5	Cumple
Níquel	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	2	Cumple
Plomo	mg/L	<0.01	0.02	0.015	0.5	Cumple
Zinc	mg/L	0.047	0.194	0.120	2	Cumple
Mercurio	mg/L	0.001	0.002	0.001	0.01	Cumple
Cobre	mg/L	0.01	0.061	0.036	1	Cumple
Detergentes	mg/L	0.085	0.31	0.198	0.5	Cumple
Fenoles	mg/L	0.001	0.014	0.008	0.2	Cumple

Fuente: SGS Del Perú S.A.C.

### 3.12. Balance de masa

Uno de los principios básicos de la Ingeniería Industrial es el método matemático del Balance de Materia, el cual se basa en que en un sistema cerrado la masa permanece constante a través del tiempo.

El balance de materia o masa, es una de las herramientas fundamentales de la Producción Más Limpia, la cual cuenta con los siguientes objetivos:

- Identificar el punto de origen de los desperdicios y sus causas.
- Crear una base para una evaluación y proyecciones de desarrollo futuros.
- Definir estrategias para mejorar la situación actual.
- Analizar de una manera teórica cada etapa del proceso, identificando las entradas y salidas de dicha etapa a fin de identificar las posibilidades de optimización.

A continuación, se mostrarán algunos balances de materia de diferentes tonalidades de producto y en tres diferentes máquinas utilizadas; una a continuación y otras dos en los anexos.

### 3.12.1. Balance de masa en la máquina Jet 1

Tabla 13 Balance de masa en la máquina Jet 1 (Teñido en algodón)

ENTRADAS			PROCESO	SALIDAS						
Materias Primas, insumos y auxiliares (Kg)		Agua (L)		Energía	PRODUCTOS	RESIDUOS		PÉRDIDAS		
				Etapas	Tela (Kg)	Efluentes Líquidos (L)	Residuos Sólidos		Emisiones atmosféricas	
Tela	Ponte Selva	97,42	890,83	Eléctrica Vapor Aire Comp.	PRE BLANQUEO 40° C; ↑T 2° C/min hasta 90° C/10 min	83,49	553,21	Envases	Ruido y vapores de químicos	13,93
Auxiliares	Chromascour F	1,200								
	Alcali NOVA GL	3,000								
	Agua Oxigenada	3,900								
	Estabilizador	1,500		Tela pre blanqueada						
			552,21	Eléctrica	ENJUAGUE	83,49	553,21			0
			Vapor	80° C/ 10 min						
			Aire Comp.	Tela Enjuagada						
Auxiliares	Acido RB	0,900	553,21	Eléctrica	NEUTRALIZAR	83,49	553,21	Envases	Ruido y vapores de químicos	0
	Controller PKL	1,200		Vapor	50° C/ 10 min					
				Aire Comp.	Tela Neutralizada					
Auxiliares de Teñido	Marbacol	1,950	200,00	Eléctrica	TEÑIDO	80,68	980,36	Envases	Ruido y vapores de químicos	2,81
	Chromaquest	1,950								
	Chromalube	3,900								
	Refisal	60,000								
Colorantes	Amarillo	0,224	100,00	Aire Comp.	Tela Tinturada					
	Marino	0,078								
	Rojo	0,027								
Auxiliares	Alcatex plus	4,500	100,00							
			552,94	Eléctrica	ENJUAGUE 70° C	80,68	552,94		Ruido	0
			Vapor							
			Aire Comp.	Tela Enjuagada						
Auxiliares	Marbacol	1,200	552,94	Eléctrica	JABONADO	80,68	553,97	Envases	Ruido y vapores de químicos	0
				Vapor	80 °C/ 20 min					
				Aire Comp.	Tela jabonada					
			2764,7	Eléctrica	(5) ENJUAGUES Frios; 40 °C	80,68	2764,7		Ruido	0

Auxiliares	Acido RB	0,600	552,94	Eléctrica	<b>NEUTRALIZA</b> 40° C/ 15 min	80,68	52,98	Envases	Ruido y vapores de químicos	0
				Vapor						
				Aire Comp.						
Auxiliares	Novafix TN	0,58	552,94	Eléctrica	<b>FIJADO Y SUAVIZADO</b> 40° C/ 25 min	80,57	54,53	Envases	Ruido y vapores de químicos	0,11
	Softener ALS	1,169		Vapor						
				Aire Comp.						
				Eléctrica	<b>CENTRIFUGADO</b> 25 min	80,50	20,90		Ruido y vibraciones	17,17
				Aire Comp.						
				Eléctrica	<b>TERMO FIJADO</b> 180° C; 18 m/ min				Ruido y gases de combustión	
				Combustibl						
				Aire Comp.						
<b>SUBTOTAL</b>										
		185,	7926,1			80,50	7941,85			<b>34,02</b>
<b>PRODUCTOS</b>										
<b>Suma de los productos</b>							<b>80,5 Kg de tela</b>			
<b>TOTAL</b>										
<b>Suma total de entradas</b>							<b>Suma total de salidas</b>		<b>Diferencia</b>	
<b>8111,41 Kg</b>							<b>8056,37 Kg</b>		<b>55,04 Kg</b>	

Fuente: Elaboración propia

### 3.12.2. Balance de masa en la máquina OVER FLOW 300 (Teñido en algodón)

Tabla 14: Balance de masa en la máquina OVER FLOW 300 (Teñido en algodón)

ENTRADAS			PROCESO	SALIDAS						
Materias Primas, insumos y auxiliares(Kg)				Etapas	PRODUCTOS	RESIDUOS		PERDIDAS		
		Agua (L)	Energía		Tela (Kg)	Efluentes Líquidos (L)	Residuos Sólidos	Emisiones atmosféricas		
Tela	Ponte Selva	320,67	Eléctrica	<b>PRE BLANQUEO</b> 40° C; ↑T 2° C / min hasta 90° C / 10 min	274,81	933,50	Envases	Ruido y vapores de químicos	45,86	
Auxiliares	Chromascour F	1,200								Vapor
	Alcali NOVA GL	3,000								
	Agua Oxigenada	3,900								
	Estabilizador	1,500	Aire Comp.	<b>Tela pre blanqueada</b>						
		931,50	Eléctrica	<b>ENJUAGUE</b> 80° C / 10 min	274,81	931,50			0	
			Vapor							
			Aire Comp.							<b>Tela Enjuagada</b>
Auxiliares	Acido RB	0,900	Eléctrica	<b>NEUTRALIZADO</b> 50° C / 10 min	274,81	933,00	Envases	Ruido y vapores de químicos	0	
			Vapor							
	Controller PKL	1,200	Aire comp.	<b>Tela Neutralizada</b>						
Auxiliares de teñido	Marbacol	1,950	Eléctrica	<b>TEÑIDO</b> 60 ° C / 2,35 min	264,5	1379,0	Envases	Ruido y vapores de químicos	10,31	
	Chromaquest	3,950								
	Chromalube	,900								
	Refisal	60,000								
Colorantes	Amarillo	0,737	Vapor							
	Marino	0,258								
	Rojo	0,090								
Auxiliares	Alcatex plus	5,250	Aire Comp.	<b>Tela Tinturada</b>						
			Eléctrica	<b>ENJUAGUE 70° C</b>	264,5	931,50		Ruido	0	

			931,50	Eléctrica	<b>ENJUAGUE</b> 70° C	264,5	931,50	Ruido	0
				Vapor					
				Aire Comp.					
Auxiliares	Marbacol	1,500	931,50	Eléctrica	<b>JABONADO</b> 80° C/ 20 min	264,5	933,0	Envases	Ruido y vapores de químicos
				Vapor					
				Aire Comp.					
			2794,50	Eléctrica	<b>ENJUAGUES</b> Fríos; 40° C Calientes; 80° C	264,5	794,50	Ruido	0
				Aire Comp.					
Auxiliares	Acido RB	0,600	931,50	Eléctrica	<b>NEUTRALIZADO</b> 40° C/ 25 min	264,5	932,50	Envases	Ruido y vapores químicos
				Vapor					
				Aire Comp.					
Auxiliares	Novafix TN	1,920	31,50	Eléctrica	<b>FIJADO Y SUAVIZADO</b> 40° C/ 25 min	262,50	934,0	Envases	Ruido y vapores de químicos
	Softener ALS	3,840							
				Aire Comp.					
				Eléctrica	<b>CENTRIFUGADO 25min</b> 25 min	260,30	548,50	Ruido y vibraciones	2,20
				Aire Comp.					
				Eléctrica	<b>TERMOFIJADO</b> 180° C; 18 m/ min			Ruido, gases de combustión	
				Combustible					
				Aire Comp.					
<b>SUBTOTAL</b>									
		413,37	11215,00			260,30	11251,0		<b>60,37</b>
<b>PRODUCTOS</b>									
<b>Suma de los productos</b>						<b>260,30 Kg de Tela</b>			
<b>TOTAL</b>									
<b>Suma total de entradas</b>			<b>Suma total de salidas</b>			<b>Diferencia</b>			
<b>11628,37 Kg</b>			<b>11571,67 Kg</b>			<b>56,7 Kg</b>			

Fuente: Elaboración propia

### 3.12.3. Balance de masa en la máquina OVER FLOW 500

Tabla 15: Balance de masa en la máquina OVER FLOW 300 (Teñido en algodón)

ENTRADAS				PROCESO	SALIDAS				PERDIDAS	
Materias Primas, insumos y auxiliares (Kg)		Agua (L)	Energía		PRODUCTOS	RESIDUOS				
				Etapas	Tela (Kg)	Efluentes Líquidos (L)	Residuo Sólidos	Emisiones atmosféricas		
Tela	Ponte Selva	500,72	2500,0	Eléctrica	429,12	1592,7	Envases	Ruido Y vapores de químicos	71,60	
Auxiliares	Chromascour F	2,000		PRE BLANQUEO 40° C; ↑T 2° C/min hasta 90° C/10 min						Vapor
	Alcali NOVA	5,000								Tela pre blanqueada
	Aqua	6,500								
	Estabilizador	2,500								
			1552,5	Eléctrica	429,12	1552,5				
				Vapor						
				Aire Comp.						
Auxiliares	RB	1,500	1552,5	Eléctrica	429,12	1556,5	Envases	Ruido y vapores de químicos		
				Vapor						
				Aire Comp.						
	Controller PKL	2,000								
Auxiliares de teñido	Marbacol	3,250	1552,5	Eléctrica	413,03	2002,5	Envases	Ruido y vapores de químicos	16,09	
	Chromaquest	3,250	200,00							TINTURA 60° C/ 2,35 min
	Chromalube	6,500								
	Refisal	100,00								
Colorantes	Amarillo	1,152		100,00	Vapor					
	Marino	0,403		Aire Comp.						
	Rojo	0,140								
Auxiliares	Alcatex plus	7,500	100,00							
			1552,5	Eléctrica	413,03	1552,5		Ruido	0	
				Vapor						
				Aire Comp.						
Auxiliares	Marbacol	2,000	1552,5	Vapor	13,03	1554,5	Envases	Ruido y vapores de químicos	0	
				Aire Comp.						
			4657,5	Eléctrica	13,03	4657,5		Ruido	0	
				Aire Comp.						
Auxiliares	Acido RB	1,000	1552,5	Eléctrica	413,03	1553,5	Envases	Ruido y	0	

	Novafix TN	5,007	1552,5	Eléctrica	<b>FIJADO Y SUAVIZADO</b> 40° C/ 25 min	410,50	562,5	Envases	Ruido y vapores de Químicos	2,53
	Softener ALS	6,008		Vapor						
				Aire Comp.	<b>Tela fijada y suavizada</b>					
				Eléctrica	<b>CENTRIFUGADO</b> 25 min	407,35	12,5		Ruido y vibraciones	28,15
				Aire Comp.	<b>Tela húmeda</b>					
				Eléctrica	<b>TERMOFIJADO</b> 180° C; 18 m/ min				Ruido, gases de Combustión	
				Combustibl						
				Aire Comp.	<b>Tela termo fijada</b>					
<b>SUBTOTAL</b>										
		656,43	18425,00			407,35	18497,2			<b>118,46</b>
<b>PRODUCTOS</b>										
<b>Suma de los productos</b>							<b>407,35 Kg de Tela</b>			
<b>TOTAL</b>										
<b>Suma total de entradas</b>						<b>Suma total de salidas</b>			<b>Diferenci</b>	
<b>19081,43 Kg</b>						<b>19023,01 Kg</b>			<b>58,42 Kg</b>	

Fuente: Elaboración propia

### 3.12.4. Resumen de la memoria de cálculos de teñido

Durante las inspecciones se observó que los trabajadores realizaban enjuagues hasta que el agua salga transparente, la dosificación de colorantes y auxiliares lo realizaron con agua adicional, el agua utilizada teórica es de 1500 litros.

El volumen real que se carga en el JET 1 es de 890,83 L el mismo que fue calculado en un tiempo de 2,42 min y  $Q_1 = 337,62 \text{ L/min}$ , además mediante una varilla de vidrio se cuantificó el volumen de agua en el que se dosifica con colorante (155 L) y con auxiliares (100 L). Para la suma total de entradas y salidas se realizó el cambio de unidades de L a Kg de agua, por medio de la densidad de agua  $1 \text{ Kg/L}$ .

La tela que es cargada a máquina no es exactamente el volumen de la máquina JET 1, el volumen de agua retenida en la tela es aproximadamente el 37.9%, cuyo valor fue hallado experimentalmente; este valor nos sirve para poder calcular el volumen del efluente; el tiempo del proceso del teñido de tonos claros es de un tiempo aproximado de 10 hr.

### 3.13. Evaluación de los datos recopilados

A continuación, se muestran 6 tablas, las cuales fueron llenadas al momento de las inspecciones que se realizaron, para ellos se han definido las siguientes variables:

I	Pelusa
II	Wype
III	Retazos de tela
IV	Puchos de hilos
V	Efluentes de tintorería

Tabla 16: Categoría de los subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones.

N°	Categoría	I	II	III	IV	V
1	Materia prima	X	X	X	X	
2	Productos no comercializados			X		
3	Impurezas o sustancias secundarias en la materias primas	X				
4	Subproductos inevitables o desechos	X				X
5	Residuos y subproductos no deseados	X	X	X	X	
6	Materiales auxiliares utilizados		X			
7	Sustancias producidas en la partida o parada de equipamientos			X		
8	Lotes mal producido o rechazados			X		
9	Residuos y materiales de mantenimiento	X	X	X	X	
10	Materiales de manipulación, transporte y almacenaje		X			
11	Materiales de muestreo y análisis					X
12	Perdida debido a evaporación o emisión					X
13	Materiales de disturbio operacionales o de fuga				X	
14	Almacenaje o embalaje		X			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17 : Prevención y minimización de residuos con cambios en el proceso e innovación Tecnológicas.

N°	Alternativas para la minimización	Subproductos desechos, residuos, efluentes y emisiones				
		I	II	III	IV	V
1	Optimización de parámetros en la maquina JET					X
2	Uso de EPP por el personal					X
3	Capacitación del personal de tintorería					X
4	Elaborar registro de consumo de agua					X
5	Realizar control de consumo de químicos y auxiliares					X
6	Optimizar formulación de químicos y auxiliares					X
7	Estandarización de procesos					X
8	Implementar control de consumo de materia prima		X		X	
9	Mantenimiento preventivo en el área de tejeduría			X		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18: Alternativas para la minimización de subproductos, desechos, residuos efluentes y emisiones.

N°	Alternativa para la minimización	Subproductos desechos, residuos efluentes y emisiones				
		I	II	III	IV	V
1	Optimización de parámetros operacionales					
2	Estandarización de procesos		X	X	X	X
3	Mejoramiento en el sistema de compras y ventas		X	X	X	X
4	Mejoramiento en el sistema de información y entrenamiento					X
5	Mejoramiento en el sistema de mantenimiento				X	
6	Cambios e innovaciones tecnológicas		X	X	X	X
7	Alteraciones en el proceso, exclusión y exclusión de etapas					X
8	Cambio en las instalaciones, layout o proceso					X
9	Automatización de proceso					X
10	Pequeños cambios en el producto					
11	Cambios en el diseño o proyecto del producto					
12	Sustitución de componentes o embalaje del producto					
13	Sustitución de materia prima o del proveedor					
14	Mejoramiento en la preparación de la materia prima					
15	Sustitución de embalajes de materia prima					
16	Sustitución de embalajes de materia prima	X				
17	Re-uso y reciclaje interno		X	X	X	
18	Re-uso y reciclaje externo	x				
19	Tratamiento y disposición de residuos				X	X

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19: Prevención y minimización de residuos con cambios en el proceso e instalaciones tecnológicas.

N°	Alternativas para la minimización	Subproductos, desechos, residuos, efluentes, emisiones				
		I	II	III	IV	V
1	Mejorar variables de operaciones ( T,P,t )					X
2	Instalación de medidores de flujo para máquina JET					X
3	Instalación de tanques de almacenamiento para teñido					X
4	Instalación de bombas para dosificar baño de teñido					X
5	Uso de removedor para recuperar materia prima		X		X	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20: Prevención y minimización de residuos con tratamiento, reuso y reciclaje

N°	Alternativas para la minimización	Subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones				
		I	II	III	IV	V
1	Reutilización de efluentes líquidos de baños de teñido					X
2	Limpieza de área de tejeduría mediante aspirado	X				
3	Venta de pelusa para reciclaje externo	X				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21: identificación de los principales indicadores

Nombre del indicador ambiental	Objetivo del indicador	Construcción del indicador	Antes del programa P+L	
			Valor	Unidad
Consumo químico y auxiliares en la maquina jet	disminución del consumo de agua en la Jet 1	Consumo (químico/tiempo)	30.24	Ton/Año
Consumo de dispersante	Disminución del consumo de agua	Consumo de (dispersante/producción total)	6.42	Kg/Ton
Consumo de ácido RB	, ácido y dispersante con la reutilización de	Consumo (ácido/ Producción total)	4.94	Kg/Ton
Consumo de agua	baños de teñido	Consumo (agua/producción total)	54.39	M3 Ton

Fuente: Elaboración propia

### 3.14. Procedimiento de teñido

#### 3.14.1. Procedimiento para el primer teñido

- Pesar 25 gr de tela de algodón.
- Pesar colorantes según la receta de tono rosado bajo calculados sobre el peso de la tela y disolver en 250 ml. (relación de baño).
- Pesar dispersantes y ácido necesarios para 250 ml y disolverlos en la solución del paso anterior (medir Ph que se encuentra en 7)
- Colocar la solución en el vaso de tintura y llenarlo a la máquina de tintura (T = 40 °C).

- Se añadió cloruro sódico como electrolito en tres partes iguales a intervalos de 15 minutos y finalmente añadir al baño el álcali.
- Luego elevar la temperatura a 60 °C por 45 minutos.
- Sacar la fibra, enjuagar y secar en un microondas por un tiempo de 5 minutos.
- Recolecta al baño de tintura, medir el volumen, la concentración del colorante y Ph.

### **3.14.2. Procedimiento para el teñido de tonos claros y medios en el reuso de baños**

- Pesar 25 gr de tela de algodón.
- Reponer el baño residual del proceso anterior el volumen de agua necesario para completar 250ml.
- Añadir el colorante según la receta para el tono fresa bajo.
- Añadir el ácido y dispersante necesarios para el volumen de reposición (Ph = 7).
- Colocar la solución en el vaso de teñido y llenarlo a la máquina de teñido (T = 40 °C).
- Se añadió cloruro sódico como electrolito en tres partes iguales a intervalos de 15 min y finalmente añadir el baño de álcali.
- Luego elevar la temperatura a 60 °C por 45 min.
- Secar la fibra, enjuagar y secar en microondas por un tiempo de 5 min.
- Recolectar el baño de teñido, medir el volumen, la concentración del colorante y Ph.
- Repetir el proceso anterior por tres ocasiones más, pero esta vez para el tono salmón, fresa fuerte y mora leche.

### **3.14.3. Procedimiento para teñido de tono oscuro**

- Pesar 25 gr de tela de algodón.
- Reponer el baño residual del proceso anterior el volumen de agua necesario para completar 250ml.
- Añadir el colorante según la receta para el tono vino.

- Pesar dispersante y ácido necesarios para 250 ml y disolverlos en la solución del paso anterior (medir el Ph que se encuentra en 7).
- Colocar la solución en el vaso de teñido y llenarlo a la máquina de teñido (T = 40 °C).
- Se añadió cloruro sódico como electrolito en tres partes iguales a intervalos de 15 min y finalmente añadir al baño de álcali.
- Luego elevar la temperatura a 60 °C por 45 min.
- Secar la fibra, enjuagar y secar en microondas por un tiempo de 5 min.
- Recolectar el baño de teñido, medir el volumen, la concentración del colorante y Ph.

#### 3.14.4. Procedimiento para teñido sin reutilización de baños

- Repetir el procedimiento que se realizó para teñido con reuso de baños, pero esta vez el teñido se realizara con nuevos baños y dosificación la cantidad total de ácido dispersante.
- Recolectar el baño luego de cada teñido y analizar.
- Comparar las fibras teñidas y ver la diferencia de tono.

#### 3.15. Datos experimentales

A continuación, se muestra la tabla con los parámetros medidos en el reuso de diferentes baños.

Tabla 22: Parámetros medidos en el reuso de baños

Tono	Baño	pH	Volumen de agua utilizado (ml)	Volumen de ácido utilizado (ml)	Volumen de dispersante utilizado (ml)
Rosado bajo	Primero	4.5	225	0.1125	0.2124
Fresa bajo	Reuso 1	5.4	45	0.0225	0.0423
Salmón	Reuso 2	5.4	45	0.0225	0.0423
Fresa fuerte	Reuso 3	4.5	45	0.0225	0.0423
Mora leche	Reuso 4	5.4	45	0.0225	0.0423
Vino	Reuso 5	4.5	45	0.0225	0.0423
Total			450	0.225	0.4239

Fuente: Textil La Merced S.A.

Tabla 23: Parámetros medidos en teñido sin reuso

Tono	Ph	Volumen de agua utilizado (ml)	Volumen de ácido utilizado (ml)	Volumen de dispersante utilizado (ml)	% Absorbancia inicial	% Absorbancia final
Rosado bajo	4.5	225	0.1125	0.2124	0.72	0.0171
Fresa bajo	5.4	225	0.1125	0.2124	0.99	0.0414
Salmón	5.4	225	0.1125	0.2124	1.44	0.063
Fresa fuerte	4.5	225	0.1125	0.2124	2.43	0.108
Mora leche	5.4	225	0.1125	0.2124	2.07	0.072
Vino	4.5	225	0.1125	0.2124	41.58	3.78
Total		1350	0.675	1.2744		

Fuente: Textil La Merced S.A.

Tabla 24: Parámetros medidos en los efluentes con reuso

Tono	Baño	DQO, mg/L	DBO <sub>5</sub> , mg/L	SST, mg/L
Vino	Reúso 5	4464	529.2	239.4

Fuente: Textil La Merced S.A.

Tabla 25: Parámetros medidos en los efluentes en teñido con reuso

Tono	Baño	DQO, mg/L	DBO <sub>5</sub> , mg/L	SST, mg/L
Rosado bajo	1	1435.5	431.1	454.5
Fresa bajo	2	1669.5	501.3	522.9
Salmón	3	1318.5	396	87.3
Fresa fuerte	4	1228.5	369	95.4
Mora leche	5	1521	456.3	112.5
Vino	6	3109.5	933.3	137.7

Fuente: Textil La Merced S.A.

Tabla 26: Porcentaje de agotamiento de los colorantes

Tono	Baño	Concentración de colorantes inicial (g/L)	Concentración de colorantes final (g/L)	% Agotamiento
Rosado bajo	1	0.02016	0.0004788	87.867
Fresa bajo	2	0.02772	0.0011592	86.238
Salmón	3	0.04032	0.001764	86.067
Fresa fuerte	4	0.06804	0.003024	86.004
Mora leche	5	0.05796	0.002016	85.968
Vino	6	0.10584	0.10584	81.819

Fuente: Textil La Merced S.A.

## **CAPÍTULO 4. RESULTADOS**

### **4.1. Estudio de viabilidad de la disminución técnica, económica y financiera**

#### **4.1.1. Estudio de la disminución del consumo de químicos y auxiliares en la maquina JET 1**

Para un proceso de teñido de tela, es ideal la mezcla exacta de químicos y auxiliares, esta dosis esta en relación del baño; la modificación de esta índice afecta directamente el consumo de la dosis de insumos.

El supervisor asume un baño con 1500 lt, para utilizarlo como base para la dosificación del producto, el consumo en exceso aumenta los costos del producto final y a la vez incrementa los contaminantes.

Debido a esta razón se identifica plenamente una oportunidad de Producción Limpia relacionada a la disminución de químicos y auxiliares de teñido en la maquina JET 1.

Para dicho mejoramiento se tienen dos alternativas:

- Objetivo 1: Reducir el consumo de químicos y auxiliares mediante el cálculo de los pesos de químicos y auxiliares en relación al baño real.
- Objetivo 2: comprar e instalar un medidor de flujo para la maquina JET 1 con la finalidad de medir de manera eficiente los volúmenes de baños.

La empresa realiza un control diario de los consumos químicos y auxiliares para cada teñido, la mezcla de insumos lo hacen en base a una solución de 1500 Lt. con el fin de llevar a cabo la siguiente investigación la empresa tuvo que instalar un medidor de flujo en la entrada de agua con lo que se pudo determinar de forma experimental que solo bastaba llenar con 891, al obtener ese valor se hizo un replanteamiento en las medidas reales de los químicos y auxiliares, además de la implementación del medidor de flujo se capacito a los maquinistas a fin de obtener mediciones exactas

#### 4.1.2. Análisis cualitativos y cuantitativos del consumo de químicos y auxiliares

Tabla 27: Análisis cualitativo y cuantitativo del consumo de químicos y auxiliares

Nombre del producto	Cantidad anual actual (Kg)	Cantidad anual proyectada (Kg)	Costo unitario (US\$/Kg)	Costo total anual actual (US\$)	Costo total anual proyectada (US\$)
Chromascour F	229.824	136.553	1.045	252.8045	143.5545
Álcali	574.56	341.2875	1.6435	993.985	590.425
Estabilizador	287.28	170.6485	0.361	109.1645	64.847
Agua oxigenada	806.6925	479.256	0.6175	524.3525	311.5145
Acido RB	287.28	102.467	0.912	275.785	98.363
Controller PKL	229.824	136.553	5.244	1268.63	753.7775
Marbacol ASC	373.464	221.7775	1.6435	646.095	383.6765
Chromaquest	373.464	221.7775	1.083	425.752	252.833
Chromalube	746.928	443.5645	0.361	283.8315	168.549
Refisal	22982.4	12796.5475	0.2945	7124.544	4231.9745
Alcatex plus	1005.48	597.3505	2.375	2513.7	1493.381
Sulfuro de Na	122.588	122.588	1.1115	143.431	143.431
Marbacol ASC	287.28	170.6485	1.6435	496.9925	295.2125
Novafix TN	191.52	191.52	2.1375	430.92	430.92
Softener ALS	229.824	229.824	0.3705	89.6325	89.6325
<b>Total</b>	<b>28728.4085</b>	<b>17217.3535</b>	<b>0</b>	<b>15579.62</b>	<b>9458.751</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.3. Clasificación de los cambios realizados

Tabla 28: Cambios realizados

Tipos de cambios	Marque una X
Buenas practicas operacionales	X
Cambios en los parámetros del proceso	
Innovaciones tecnológicas	X
Cambio en las materias primas e insumos	
Cambio en el producto	
Reciclo interno	
Reciclo externo	
Tratamiento y disposición de desechos	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.4. Identificación de los principales indicadores

Tabla 29: Identificación de los principales indicadores

Nombre del indicador Ambiental	Antes del programa		Expectativa para después de implementar Programa	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Consumo de químicos y auxiliares en JET 1	30.24	Ton/año	18.12	Ton/año
Costo de químicos y auxiliares en JET 1	16399.60	US\$/año	9956.58	US\$/año

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.5. Resumen de datos para la evaluación económica

Tabla 30: Resumen de datos para la evaluación económica.

Costo del cambio	
Disminución de consumo de químicos y auxiliares	\$ 0
Medidor de flujo	\$ 250
Conciencia del personal	\$ 35
Total	\$ 285
Costos operacional antes de la P+L	
Consumo de químicos y auxiliares JET 1	\$ 16399.60 /año
Total	\$ 16399.60 /año
Costo operacional después de la P+L	
Consumo de químicos y auxiliares JET 1	\$9956.59/año
Total	\$ 9956.59/año
Beneficio económico	
Ahorro anual por la disminución de consumo de químicos y auxiliares	
Total	\$ 644.02/año
Beneficio ambiental	
La disminución del consumo de químicos y auxiliares da lugar a una inminente reducción de consumo de recursos, además de minimizar la carga contaminante de efluentes.	

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura observamos la comparación entre la situación actual, la situación proyectada y la disminución.

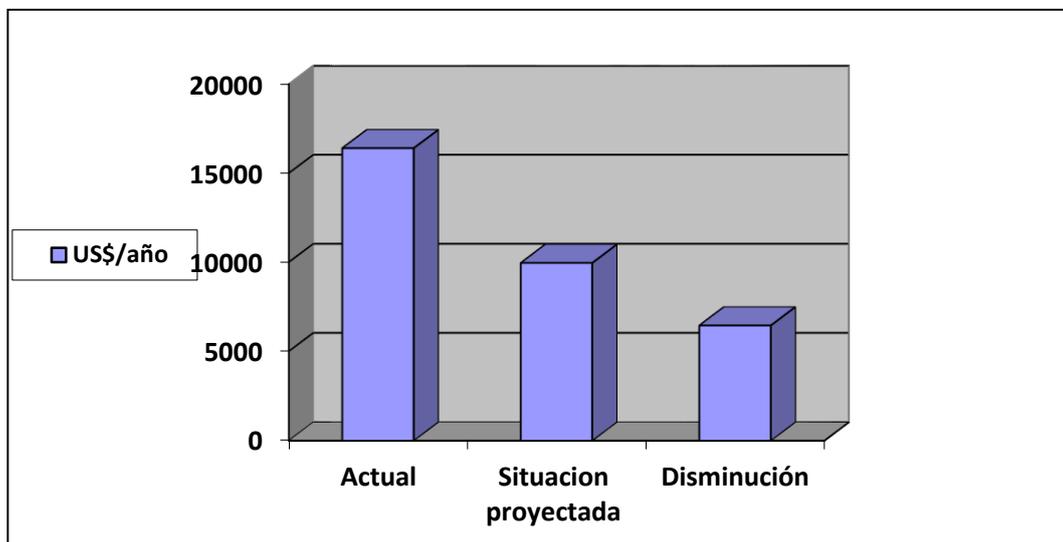


Figura 9: Comparación del análisis económico del estudio en el primer caso

Fuente: Elaboración propia

## 4.2. Estudio de la disminución de consumos de agua, ácido y dispersante por re-uso de baños de teñido de algodón.

### 4.2.1. Descripción de la situación anterior al estudio del caso.

El teñido de la tela de algodón se realiza entre los 60°C y 80°C durante un tiempo estimado de 1 hora, durante este lapso de tiempo se dosifica el ácido a fin de regular el PH y el dispersante con el fin de mejorar la difusión del colorante. Una vez acabado el proceso de baño de teñido se desecha el agua de teñido.

El baño de teñido eliminado contiene grandes cantidades de contaminantes (dispersante, colorantes, ácido) que no han sido usados de forma óptima en el proceso, por ello es que se opta por la PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA a fin de poder reutilizar esos baños.

Para dicho mejoramiento se tienen dos opciones:

- Opción 1: volver a utilizar el efluente de teñido que sigue conteniendo un excedente de ácido y dispersante, el próximo teñido se hará desde una totalidad clara hacia una tonalidad oscura.
- Opción 2: Medir la cantidad de colorante que está presente en el efluente de teñido, a fin de no alterar de manera significativa el siguiente teñido

#### 4.2.2. Descripción de la situación del estudio del caso

Al volver a utilizar los baños de teñido podremos optimizar el consumo de ácido dispersante y ácido para ejecutar este proyecto, es necesario ejecutar experimentalmente la calibración de colorantes en tricromía.

Al realizar esta prueba se obtuvo como resultado la reducción de ácido, agua y dispersante en un 66.7%; además que las telas usadas en los baños residuales están dentro de los parámetros de calidad para su respectiva comercialización.

Durante la reutilización del baño de teñido se tuvo que agregar un 100% del colorante del tono ya que la concentración no supera el 10%, por lo que se optó disminuir el consumo de colorantes. A continuación, se muestra la producción de telas de algodón de cada máquina.

Tabla 31: Producción 2016 de tela de algodón (relación de baño 1:5)

Máquina	Tonos	Producción anual (Tn/año)
OVER FLOW - 300	Claros y medios	20.5029
	Oscuros	28.32615
OVER FLOW - 500	Claros y medios	29.77965
	Oscuros	41.11695
TOTAL		119.72565

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32: Producción 2016 de tela de algodón (relación de baño 1:5)

Máquina	Tonos	Producción anual (Tn/año)
JET 1	Claros y medios	8.1054
	Oscuros	9.1314
TOTAL		17.2368

Fuente: Elaboración propia

Con los resultados obtenidos se ejecutó el cálculo anual de consumo de agua, ácido y dispersantes, lo cual registramos en el siguiente cuadro.

Tabla 33: Consumo actual de agua, ácido, y dispersante en máquina de teñido

Estado	Consumo en Máquinas OVER			Consumo en Máquina JET 1		
	Dispersante	Acido RB	agua	Dispersante	Acido RB	agua
	Kg/año	Kg/año	m <sup>3</sup> /año	Kg/año	Kg/año	m <sup>3</sup> /año
Actual	854.0405	657.1625	7234.0885	306.432	256.063	1877.086
Esperado	284.392	5750.4735	5750.4735	102.0395	85.272	1492.279
Disminución	569.6485	1483.615	1483.615	204.364	170.791	384.807

Fuente: Textil La Merced S.A

Este sistema de reutilización de baños de teñido nos ayuda a reducir el consumo de agua, colorantes y dispersante, aplicando el sistema P+L. ya que no solo se obtendrá beneficios económicos sino también de contaminantes

Para la implementación del sistema debemos tener en cuenta los siguientes puntos.

- Contar con indicadores de consumo de agua, ácido y dispersantes.
- El supervisor encargado del área deberá realizar las mediciones diarias para poder constatar los consumos antes y después.
- Instalar tanques de almacenamiento para las aguas residuales y una bomba para las diferentes máquinas.

#### 4.2.3. Identificación de los principales indicadores

Seguidamente se muestran dos cuadros de indicadores esperados en las máquinas OVER FLOW Y JET.

Tabla 34: Indicadores esperados en máquina OVER FLOW

Nombre del indicador ambiental	Antes del programa		Expectativa para implementar el programa	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Consumos de dispersante en tela de algodón de tonos claros	6.099	Kg/Tn	2.033	Kg/Tn
Consumo de ácido en tela de algodón de tonos claros	4.693	Kg/Tn	1.558	Kg/Tn
Consumo de agua en tela de algodón de tonos claros	51.661	m <sup>3</sup> /Tn	41.0685	m <sup>3</sup> /Tn

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35: Indicadores esperados en maquina JET 1

Nombre del indicador ambiental	Antes del programa		Expectativa para implementar el programa	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Consumos de dispersante en tela de algodón de tonos claros	15.2	Kg/Tn	10.1365	Kg/Tn
Consumo de ácido en tela de algodón de tonos claros	12.7015	Kg/Tn	8.474	Kg/Tn
Consumo de agua en tela de algodón de tonos claros	93.1095	m <sup>3</sup> /Tn	74.024	m <sup>3</sup> /Tn

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36: Resumen de datos para la evaluación económica

Costo del cambio	
- Tanque de almacenamiento (6 unidades)	\$ 1500
- Bombas	\$ 3400
	Total    Por determinar
Costo operacional antes de la P+L	
- Consumo de dispersante total	2007.61\$/año
- Consumo de ácido total	876.69\$/año
- Consumo de agua	6560.04\$/año
	Total    9444.35\$/año
Costo operacional después de la P+L	
- Consumo de dispersante total	668.52\$/año
- Consumo de ácido total	291.94\$/año
- Consumo de agua	5215.12\$/año
	Total    6175.58\$/año
Beneficio económico	
- ahorro anual por la disminución de consumo de químicos y auxiliares	
	Total    3268.77\$/año
Beneficio ambiental	
- La reutilización de baños da lugar a una inminente reducción de consumos de recursos, además se minimiza la carga contaminante de efluentes	
	Total

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.3.1. Resultados generales

Tabla 37: Beneficios ambientales

Estudio de caso	Inversión (US\$)	Recuperación de la inversión (mes)	Beneficios económicos (US\$)	Beneficios ambientales
1	270.75	0.71	6120.86	Disminución de la carga de contaminante
2	1425.00	6.87	3268.76	Disminución de agua, ácido y dispersante
Total	1695.00	7.58	9389.62	

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3. Diagrama de actividades

Figura 10: Diagrama de actividades

Actividades	Semanas												
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
Planteamiento de objetivos	■	■											
Diagnóstico para la PML			■	■									
Levantamiento de información				■	■								
Generación de opciones de PML						■							
Estudio de factibilidad						■							
Capacitación para la reutilización del agua de teñido					■	■	■	■	■				
Implementación y seguimiento								■	■	■	■		
Mejora continua											■	■	■

Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES

### 5.1. Conclusiones generales

- La P+L es una herramienta muy importante dentro de todas las industrias, ya que podemos optimizar procesos con logros significativos en ahorro.
- Nuestra tesis está dirigida principalmente al correcto uso del agua ya que con ello reduciremos el impacto ambiental y económico.
- En nuestro resultado de la presente investigación se ha concluido que implementando la P+L logramos optimizar el proceso del teñido, aumentando la eficiencia, productividad, competitividad de la empresa a la vez que disminuimos el impacto ambiental
- En la industria textil en el Perú podemos aplicar con grandes resultados la P+L en casa unos de sus procesos ya que se puede obtener muestras con resultados beneficiosos, promover el ahorro del agua y energía.
- TEXTIL LA MERCED, microempresa dedicada a la producción de tela, cuyo proceso inicia en el tejido y culmina con el teñido, la empresa cuenta con máquinas altamente tecnológica, sin embargo, este proceso nos genera un gran consumo de agua, generando así efluentes complejos lo que conlleva a aplicar alternativas como la P+L.

### 5.2. Conclusiones específicas

- En el proceso de teñido realizamos monitoreo, con lo que pudimos realizar el balance de materiales y las mejoras respectivas, se seleccionó el proyecto de interés para la propuesta de P+L para ser implantados correctamente.
- Se pudo encontrar la dosificación exacta gracias al cálculo real y exacto del volumen del baño, lo que permitió una reducción de materia prima en el proceso de teñido en la máquina JET en un 18134 kg/año siendo un ahorro equivalente a \$ 6443.02/año
- Aplicando la reutilización del agua de los baños de teñido, se obtuvo un ahorro de consumo de 215.12 kg/año de dispersante, 179 kg/año de ácido y 405.06 m<sup>3</sup>/año. Haciendo así más óptimo nuestro proceso en consumos general.
- El análisis total nos muestra claramente que el reuso de insumos y productos químicos genera una mejora en el impacto ambiental sino también un ahorro de capital en materias primas que es favorable para la empresa.

## CAPÍTULO 6. RECOMENDACIONES

### 6.1. Recomendaciones generales

- La empresa debería afianzar el tema de la producción más limpia aplicándolo a cada uno de sus procesos actualmente y a la aplicar estrategias de uso eficiente en sus recursos energéticos, residuos y reciclaje.
- Identificar opciones que le permitan a la empresa incrementar su eficiencia y establecer una correcta gestión ambiental, esto se puede lograr con cambios mínimos en sus operaciones que en muchos casos no requieren una inversión económica, sino más bien un cambio de actitud en todos sus procesos productivos, sobre todo en las etapas del proceso que requieren mayor cantidad de agua.

### 6.2. Recomendaciones específicas

- Para realizar un correcto proceso en el teñido se tendría que poner una atención especial en el uso de sal y el álcali porque la sal influye significativamente en la absorción del colorante y el álcali ayuda a captar mejor el colorante en la fibra. Recomendamos analizar estos agentes en el agua residual del baño y analizar la posibilidad de su reutilización y reposición ya que en este proyecto no fueron analizados considerados ya que no afectaba en el reuso.
- Debe existir un programa de capacitación de trabajadores con el fin de aplicar adecuadamente la producción más limpia y el manejo adecuado de la reutilización de baño de teñido a fin de reducir el consumo de agua en el proceso de teñido. Tener un ambiente idóneo para debatir las nuevas ideas entre los mismos trabajadores ya que son ellos los que conocen de cerca el proceso del trabajo.
- Se recomienda realizar un análisis correcto de los efluentes del teñido textil para poder agregar la cantidad adecuada de insumos faltantes, principalmente en los colorantes, antiqüebre y secuestrante, que son los de mayor costo.
- Se recomienda retirar de manera eficiente la tela de las máquinas para poder continuar con la siguiente carga y evitar así demoras en la producción.

### **6.3. Recomendaciones para el uso eficiente de la energía**

- Identificar las instalaciones fuera de norma y fallas de equipos, esta actividad se puede basar en los resultados de una auditoría de eficiencia de energía del proceso.
- Diseñar e implementar un programa de mantenimiento preventivo del sistema energético y limpieza o reparaciones de equipos y máquinas.
- Revisión y verificación de los motores según las especificaciones de su fabricante.
- Utilizar un nivel apropiado de iluminación en las diferentes actividades de la empresa.

### **6.4. Recomendaciones para el uso eficiente de residuos sólidos**

- Separar los residuos generados en base a sus características (origen, toxicidad y cantidad).
- Almacenarlos de acuerdo a sus características antes señaladas.
- Evaluar la posibilidad de crear subproductos derivados de sus desechos, como, por ejemplo: bobinas plásticas, conos de hilo, conos de cartón, etc.
- Identificar gestores o empresas de reciclaje para el manejo y disposición de los desechos metálicos o desechos del mantenimiento

## BIBLIOGRAFIA

- Alvarado, E. Lanza, G. & Sierra, O. (2009). Guía de producción más limpia para la industria textil. Honduras: Centro Nacional de Producción Más Limpia de Honduras.
- Borda, J. (2012). Control y aseguramiento de la calidad en una planta textil de 180 toneladas por mes de producción.
- Centrum (2012). Sector Textil en el Perú.
- CEPL (2005). Manual de Producción Más Limpia para la industria Textil, Quito.
- Conam (2004). Ley marco del sistema nacional de gestión ambiental.
- CPTS-GTPML-GRL-001 (2005). Guía técnica general de producción más limpia. Bolivia.
- D'Alesaandri R, M. (2012). Caracterización y tratamiento de agua residual proveniente de plantas de producción.
- Fernando, Danilo (2013). Optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales de una empresa textil.
- Gradim Santos, L. (2009). Estudio de mercado e identificación de oportunidades para prendas de vestir y accesorios de algodón, alpaca y mezclas en España, Reino Unido y Alemania. Proyecto UE-Peru/Penx
- Llive, W. (2012). Análisis y evaluación de una planta de tratamiento de aguas residuales de una industria textil.
- MINCETUR 2010. Evolución de la participación del PBI del sector de fabricación de textiles en el PBI Global
- MINCETUR 2013. Industria de la vestimenta y textiles en el Perú.
- Ortiz, J. (2011). Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales industriales para la empresa de lavados y procesos CORPOTEX. Memoria para optar al Título de Ingeniera Ambiental, Escuela de Ingeniería Ambiental, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Osorio, C. (2008). Cambio tecnológico y política ambiental. Análisis para la promoción de tecnologías limpias en el sector manufacturero.
- Perú Moda (2013). Industria de la vestimenta y textiles en Perú.
-

- Riquelme Sánchez M. y Marín M (1929). Química aplicada a la industria textil. Barcelona, España.
- Sinefa (2009). Reglamento de la ley N°29325. Ley del sistema nacional de evaluación y fiscalización ambiental
- Special Edition for Perú Moda (2014). Apparel and textiles industry in Perú
- Valdeperras, J. (1994). La Colorimetría Instrumental: Un auxiliar importante para Industria Textil. Boletín Intexter. Cataluña: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Wlaters, A. & Johnston, P. (2005). Tratamiento de textiles y sus repercusiones ambientales.

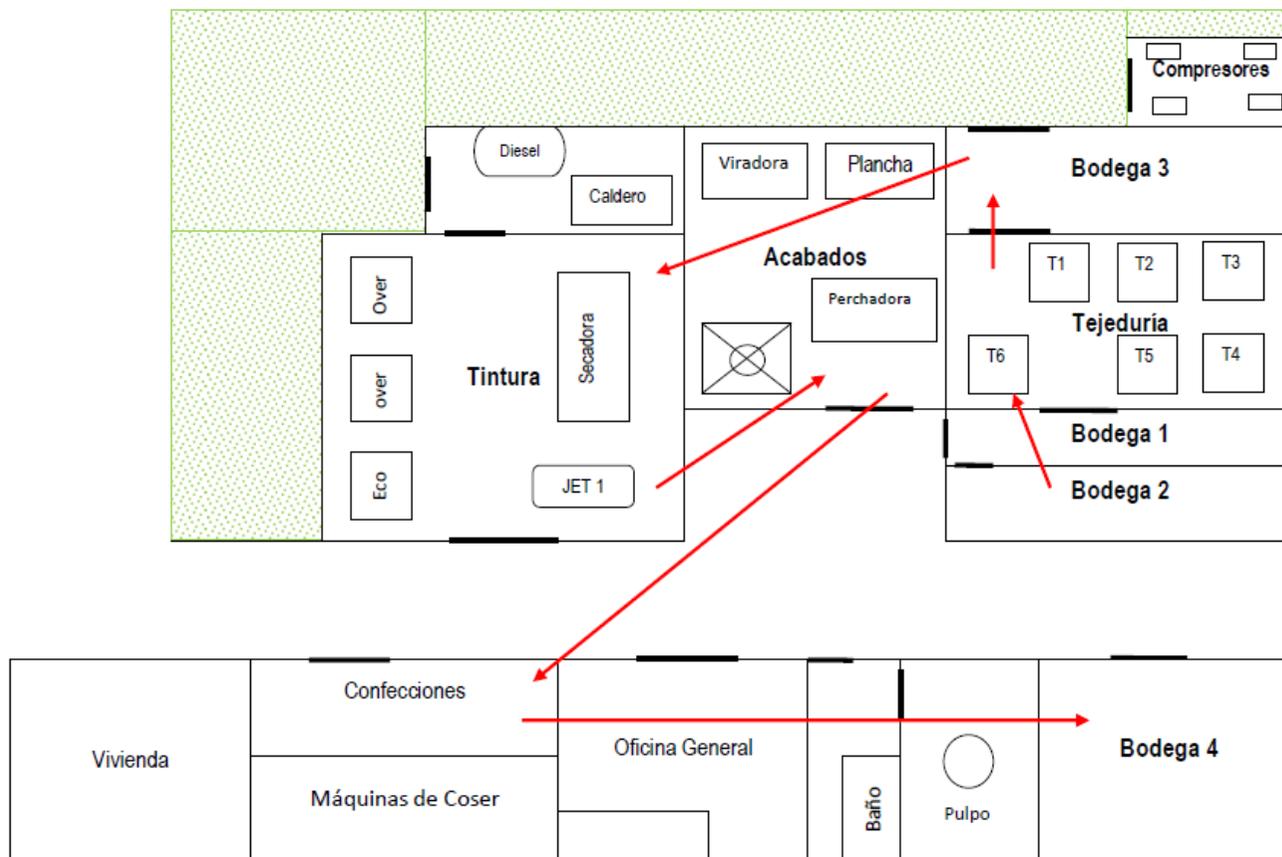
## ANEXOS

<b>Anexo n.º 1.</b> Informe de las características técnicas del hilo 18/1 algodón cardado. ....	74
<b>Anexo n.º 2.</b> Lay Out de la planta Textil La Merced S.A. ....	75
<b>Anexo n.º 3.</b> Memoria de cálculo de la parte económica .....	76

**Anexo n.º 1. Informe de las características técnicas del hilo 18/1 algodón cardado.**

Características	Descripción
Título	Ne: 18/1 Nm:30
Procedencia	Anillos
Longitud de fibra	1.16
Alta torsión	3.8
Fibras/Sección	179
Coef. Fricción (parafina)	U 0.12
Irregularidad	55% Valores Máximos – Calificación Estándar Uster
Imperfecciones	-40% = 52% / -50% = 37% / +50% = 57%
Neps	40%
Promedio	46%
Tenacidad	90%
CV%	62%
Elongación	93%
Pilosidad	6.6%
Grado de suciedad	3

**Anexo n.º 2.** Lay Out de la planta Textil La Merced S.A.



**Anexo n.º 3. Memoria de cálculo de la parte económica**

Planilla de evaluación económica – Estudio del caso 1 (Situación esperada)

Situación actual	US\$	Unidad
Materia prima auxiliares de teñido JET	30240.43	Kg/año
Costo unitario de materia prima auxiliares	0.542	US\$/kg
Costo total de materia prima	16399.60	US\$/año
Generación de residuos		Kg/año
Costo unitario de disposición de residuos		US\$/kg
Costo total de disposición de residuos	0.00	US\$/año
Valor de venta de residuo		US\$/kg
Ingreso total de venta de residuo	0.00	US\$/año
Consumo de energía		kwh/año
Costo unitario de energía		US\$/kwh
Costo total de energía	0.00	US\$/año
Consumo de agua total		m3/año
Consumo unitario de agua		US\$/m3
Costo total de agua	0.00	US\$/año
Generación de efluente	0.00	m3/año
Costo unitario del tratamiento de efluente	---	US\$/m3
Costo total del tratamiento del efluente	0.00	US\$/año
Gastos de mantenimiento	0.00	US\$/año
Gastos de mano de obra	0.00	US\$/año
Gastos de otros insumos	0.00	US\$/año
<b>TOTAL</b>	<b>16399.60</b>	<b>US\$/año</b>

Gastos de inversiones	US\$
Inversión 1 = Medidor de caudal	250.00
Inversión 2 = Sensibilización de trabajadores	35.00
<b>TOTAL</b>	<b>285.00</b>

Flujo de caja actual – Caso 1

Detalle	Año										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ingresos por venta			-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor de venta residuo 1		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor de venta residuo 2		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costos operacionales	-	16399	16399	16399	16399	16399	16399	16399	16399	16399	16399
Materia prima (Químicos y auxiliares)		16399	16399	16399	16399	16399	16399	16399	16399	16399	16399
Generación de residuo		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo de energía		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo de agua total		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Generación de efluente		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de mantenimiento		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de mano de obra		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de otros insumos		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flujo de caja líquido	-	16399	16399	16399	16399	16399	16399	16399	16399	16399	16399

Flujo de caja esperado – Caso 1

Detalle	Año											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>Inversiones</b>												
Inversión 1= Medidor de caudal	250											
Inversión 1= Medidor de caudal	35											
<b>Trabajadores</b>												
<b>Ingresos</b>												
Ingresos por venta			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor de venta residuo 1		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor de venta residuo 2		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Costos operacionales</b>												
Materia prima (Químicos y auxiliares)		9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8
Generación de residuo		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo de energía		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo de agua total		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Generación de efluente		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de mantenimiento		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de mano de obra		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de otros insumos		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flujo de caja líquido	-	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8

Flujo de caja incremental – Caso 1

Detalle	Año											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Flujo de caja esperado	285.00	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8
Flujo de caja inicial	-	19399.6	19399.6	19399.6	19399.6	19399.6	19399.6	19399.6	19399.6	19399.6	19399.6	19399.6
Diferencia líquida	285.00	644.3.0	644.3.0	644.3.0	644.3.0	644.3.0	644.3.0	644.3.0	644.3.0	644.3.0	644.3.0	644.3.02
Depreciación (-)	-	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5
Intereses tributarios	-	6414.52	6414.52	6414.52	6414.52	6414.52	6414.52	6414.52	6414.52	6414.52	6414.52	6414.52
Impuesto a la renta	-	1603.63	1603.63	1603.63	1603.63	1603.63	1603.63	1603.63	1603.63	1603.63	1603.63	1603.63
Intereses líquido	-	4810.89	4810.89	4810.89	4810.89	4810.89	4810.89	4810.89	4810.89	4810.89	4810.89	4810.89
Depreciación (+)	-	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5
Flujo de caja incremental	-285	4839.39	4839.39	4839.39	4839.39	4839.39	4839.39	4839.39	4839.39	4839.39	4839.39	4839.39

Información adicional	
Inversión	\$285
Depreciación de inversión	10%
Tasa mínima de rentabilidad	12%
Impuesto a la renta	25%
Índices económicos	
Periodo de recuperación del capital (en años)	0.06
Valor actual neto (VAN)	\$27.344
Tasa interna de retorno (TIR)	1698%
En meses	0.71

Planilla de evaluación económica – Estudios del caso 2: disminución de agua, ácido y dispersante

Situación actual	US\$	Unidad
Materia prima auxiliares de teñido JET	12212.55	Kg/año
Costo unitario de materia prima auxiliares	1.73	US\$/kg
Costo total de materia prima	2113.28	US\$/año
Materia prima auxiliares de teñido (ácido RB)	961.29	Kg/año
Costo unitario de materia prima auxiliares	0.96	US\$/kg
Costo total de materia prima	922.84	US\$/año
Generación de residuos		Kg/año
Costo unitario de disposición de residuos		US\$/kg
Costo total de disposición de residuos	0.00	US\$/año
Valor de venta de residuo		US\$/kg
Ingreso total de venta de residuo	0.00	US\$/año
Consumo de energía		kwh/año
Costo unitario de energía		US\$/kwh
Costo total de energía	0.00	US\$/año
Consumo de agua total	9590.71	m3/año
Consumo unitario de agua	0.72	US\$/m3
Costo total de agua	6905.31	US\$/año
Generación de efluente	0.00	m3/año
Costo unitario del tratamiento de efluente	---	US\$/m3
Costo total del tratamiento del efluente	0.00	US\$/año
Gastos de mantenimiento	0.00	US\$/año
Gastos de mano de obra	0.00	US\$/año
Gastos de otros insumos	0.00	US\$/año
<b>TOTAL</b>	<b>9941.43</b>	<b>US\$/año</b>

Gastos de inversiones	US\$
Inversión 1 = Tanques de almacenamiento	1200.00
Inversión 2 = Bombas y accesorios	300.00
<b>TOTAL</b>	<b>1500.00</b>

Planilla de evaluación económica – Estudios del caso 2 (situación esperada)

Situación Esperada	US\$	Unidad
Materia prima auxiliares de teñido (dispersante)	4067.77	Kg/año
Costo unitario de materia prima auxiliares	1.73	US\$/kg
Costo total de materia prima	703.71	US\$/año
Materia prima auxiliares de teñido (ácido RB)	320.11	Kg/año
Costo unitario de materia prima auxiliares	0.96	US\$/kg
Costo total de materia prima	307.31	US\$/año
Generación de residuos		Kg/año
Costo unitario de disposición de residuos		US\$/kg
Costo total de disposición de residuos	0.00	US\$/año
Valor de venta de residuo		US\$/kg
Ingreso total de venta de residuo	0.00	US\$/año
Consumo de energía		kwh/año
Costo unitario de energía		US\$/kwh
Costo total de energía	0.00	US\$/año
Consumo de agua total	7623.95	m3/año
Consumo unitario de agua	0.72	US\$/m3
Costo total de agua	5489.24	US\$/año
Generación de efluente	0.00	m3/año
Costo unitario del tratamiento de efluente	---	US\$/m3
Costo total del tratamiento del efluente	0.00	US\$/año
Gastos de mantenimiento	0.00	US\$/año
Gastos de mano de obra	0.00	US\$/año
Gastos de otros insumos	0.00	US\$/año
TOTAL	6500.26	US\$/año

Flujo de caja actual – Caso 2

Detalle	Año										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Ingresos</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ingresos por venta			-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor de venta residuo 1		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor de venta residuo 2		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Costos operacionales</b>	-	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43
Materia prima: químicos y auxiliares de teñido (dispersante)		2113.28	2113.28	2113.28	2113.28	2113.28	2113.28	2113.28	2113.28	2113.28	2113.28
Materia prima: químicos y auxiliares de teñido (ácido)		922.84	922.84	922.84	922.84	922.84	922.84	922.84	922.84	922.84	922.84
Generación de residuo		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo de energía		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo de agua total		6905,31	6905,31	6905,31	6905,31	6905,31	6905,31	6905,31	6905,31	6905,31	6905,31
Generación de efluente		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de mantenimiento		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de mano de obra		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de otros insumos		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Flujo de caja líquido</b>	-	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43

Flujo de caja esperado – Caso 2

Detalle	Año										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversiones</b>											
Inversión 1= tanque de almacenamiento	1500										
Inversión 1= bomba y accesorios	300										
Trabajadores											
<b>Ingresos</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ingresos por venta			-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor de venta residuo 1		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Costos operacionales</b>	-	6550.26	6550.26	6550.26	6550.26	6550.26	6550.26	6550.26	6550.26	6550.26	6550.26
Materia prima: químicos y auxiliares de teñido (dispersante)		703.71	703.71	703.71	703.71	703.71	703.71	703.71	703.71	703.71	703.71
Materia prima: químicos y auxiliares de teñido (ácido)		307.31	307.31	307.31	307.31	307.31	307.31	307.31	307.31	307.31	307.31
Generación de residuo		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo de energía		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo de agua total		5489.24	5489.24	5489.24	5489.24	5489.24	5489.24	5489.24	5489.24	5489.24	5489.24
Generación de efluente		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de mantenimiento		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de mano de obra		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de otros insumos		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Flujo de caja líquido</b>	-	6500.26	6500.26	6500.26	6500.26	6500.26	6500.26	6500.26	6500.26	6500.26	6500.26

Flujo de caja incremental – Caso 2

Detalle	Año											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Flujo de caja esperado	1500.00	6500.26	6500.26	6500.26	6500.26	6500.26	6500.26	6500.26	6500.26	6500.26	6500.26	6500.26
Flujo de caja inicial	-	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43
Diferencia líquida	1500.00	3441.17	3441.17	3441.17	3441.17	3441.17	3441.17	3441.17	3441.17	3441.17	3441.17	3441.17
Depreciación (-)	-	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00
Intereses tributarios	-	3291.17	3291.17	3291.17	3291.17	3291.17	3291.17	3291.17	3291.17	3291.17	3291.17	3291.17
Impuesto a la renta	-	822.79	822.79	822.79	822.79	822.79	822.79	822.79	822.79	822.79	822.79	822.79
Intereses líquido	-	2468.38	2468.38	2468.38	2468.38	2468.38	2468.38	2468.38	2468.38	2468.38	2468.38	2468.38
Depreciación (+)	-	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00
Flujo de caja incremental	- 1500.00	2618.38	2618.38	2618.38	2618.38	2618.38	2618.38	2618.38	2618.38	2618.38	2618.38	2618.38

Información adicional	
Inversión	\$1500
Depreciación de inversión	10%
Tasa mínima de rentabilidad	12%
Impuesto a la renta	25%

Índices económicos			
Periodo de recuperación del capital (en años)	0.57	En meses	6.87
Valor actual neto (VAN)	\$14794		
Tasa interna de retorno (TIR)	175%		