



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN
MÁXIMA DE PERMANGANATO DE POTASIO EN EL BLANQUEADO PARCIAL DE
PANTALONES DE LONA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA
LAVANDERÍA INDUSTRIAL EN EL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ PINULA, GUATEMALA**

Claudia Nineth Pérez Mus

Asesorada por el M.A. Ing. Mario Leonel Estrada Cano

Guatemala, julio de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE PERMANGANATO DE POTASIO EN EL BLANQUEADO PARCIAL DE PANTALONES DE LONA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA LAVANDERÍA INDUSTRIAL EN EL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ PINULA, GUATEMALA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CLAUDIA NINETH PÉREZ MUS

ASESORADA POR EL M.A. ING. MARIO LEONEL ESTRADA CANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, JULIO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Córdova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Julio I. González Podszueck
EXAMINADOR	Ing. Julio Rivera
EXAMINADOR	Ing. Carlos Jacobsthal
EXAMINADOR	Ing. Edgar Bravatti
SECRETARIO	Ing. Francisco J. González López

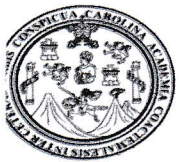
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE PERMANGANATO DE POTASIO EN EL BLANQUEADO PARCIAL DE PANTALONES DE LONA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA LAVANDERÍA INDUSTRIAL EN EL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ PINULA, GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Posgrado con fecha 19 de febrero de 2022.

Claudia Nineth Pérez Mus



EEPFI-PP-0760-2022

Guatemala, 17 de junio de 2022

Director
Williams G. Álvarez Mejía
Escuela De Ingenieria Quimica
Presente.

Estimado Ing. Álvarez

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE PERMANGANATO DE POTASIO EN EL BLANQUEADO PARCIAL DE PANTALONES DE LONA, PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA LAVANDERÍA UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ PINULA, GUATEMALA.**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Área de Operaciones - Optimización de operaciones y procesos**, presentado por la estudiante **Claudia Nineth Perez Muz** carné número **8912031**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Gestion Industrial.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

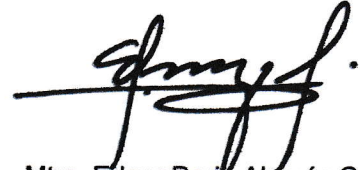
Ing. Oco. Mario Leonel Estrada Cano
No. Colegiado 2117



Mtro. Mario Leonel Estrada Cano
Asesor(a)



Mtro. Kenneth Lubeck Corado Esquivel
Coordinador(a) de Maestría



Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





EEP.EIQ.0760.2022

El Director de la Escuela De Ingenieria Quimica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE PERMANGANATO DE POTASIO EN EL BLANQUEADO PARCIAL DE PANTALONES DE LONA, PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA LAVANDERÍA UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ PINULA, GUATEMALA.**, presentado por el estudiante universitario **Claudia Nineth Perez Muz**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Williams G. Álvarez Mejía; Mg.I.Q., M.U.I.E.
Director
Escuela De Ingenieria Quimica

Guatemala, junio de 2022

LNG.DECANATO.OI.558.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE PERMANGANATO DE POTASIO EN EL BLANQUEADO PARCIAL DE PANTALONES DE LONA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA LAVANDERÍA INDUSTRIAL EN EL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ PINULA, GUATEMALA**, presentado por: **Claudia Nineth Pérez Mus**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, julio de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por todas las bendiciones recibidas y permitirme realizar una más de mis metas.
- Mis padres** Por haberme guiado, apoyado en todos mis emprendimientos, por ser un ejemplo de esfuerzo, constancia y valores para hacer de mí un mejor ser humano. Mi eterno agradecimiento para ellos.
- Mi esposo** Por su amor y apoyo incondicional para el logro todas mis metas.
- Mis hermanas** Por su cariño, apoyo y solidaridad que siempre me expresan.
- Mis hijas** Por su amor incondicional y que Dios me permita ser un ejemplo para ellas.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser alma <i>mater</i> que me permitió nutrirme de conocimientos para mi formación profesional.
Facultad de Ingeniería	Por proporcionarme los conocimientos, amigos, agradables anécdotas que enriquecieron mi vida profesional.
Lavandería industrial	Por brindarme la información necesaria para realizar este diseño de investigación.
Mis amigos	Por su valiosa amistad.
Mi asesor	M.A. Ing. Mario Leonel Estrada Cano, por haberme guiado durante el trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
3.1. Contexto general	9
3.2. Descripción del problema	10
3.3. Formulación del problema	11
3.3.1. Pregunta central	11
3.3.2. Preguntas auxiliares	11
3.4. Delimitación del problema	12
3.5. Viabilidad	12
3.6. Consecuencias	13
4. JUSTIFICACIÓN	15
5. OBJETIVOS	17
5.1. General	17
5.2. Específicos	17

6.	NECESIDADES PARA CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN.....	19
7.	MARCO TEÓRICO	23
7.1.	Aspectos generales.....	23
7.2.	Moda	24
7.2.1.	Moda <i>Vintage</i>	25
7.3.	Calidad total	27
7.4.	Productividad	28
7.4.1.	Importancia de Incrementar la productividad.....	29
7.4.2.	Técnicas de mejoramiento de la productividad en las diferentes áreas	31
7.4.2.1.	Técnicas basadas en la tecnología	31
7.4.2.2.	Técnicas basadas en el trabajador.....	32
7.4.2.3.	Técnicas basadas en el producto.....	33
7.4.2.4.	Técnicas basadas en la tarea o el proceso.....	33
7.4.2.5.	Técnicas basadas en los materiales	34
7.5.	Procesos	34
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO	45
9.	METODOLOGÍA	47
9.1.	Características del estudio	47
9.1.1.	Enfoque.....	47
9.2.	Diseño de investigación	47
9.3.	Tipo de estudio.....	48
9.4.	Alcance	48
9.5.	Variables	48
9.6.	Fases del estudio	50

9.7.	Universo y muestra.....	51
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	53
11.	CRONOGRAMA.....	55
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	57
13.	REFERENCIAS.....	59
14.	APÉNDICES.....	63

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Esquema de solución	21
2.	Cronograma de actividades	55

TABLAS

I.	Operacionalización de variables	49
II.	Presupuesto	58

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°C	Grados Celsius
g	Gramo
h	Horas
=	Igual que
NaOCl	Hipoclorito de sodio
kg	Kilogramo
L	Litro
mL	Mililitro
>	Mayor que
<	Menor que
min	Minuto
N	Normal
KMnO ₄	Permanganato de potasio
H ₂ O ₂	Peróxido de hidrógeno
'	Pies o minutos
%	Porcentaje
Q	Quetzales
u	Unidades

GLOSARIO

Abrasión	Desgaste de la superficie de una prenda ocasionado por la fricción de la prenda con piedra pómez, con lijas, con la máquina lavadora, con cepillos, entre las mismas prendas o por medio de químicos.
Acabado	Se refiere a efectos en un pantalón que se realizan después de su confección, para dar una apariencia de desgaste.
Apariencia	Término de calidad textil que enmarca las propiedades visuales superficiales de la prenda como tonalidad y desgaste.
Atomizado	Aplicación de químicos a través de una pistola con aire comprimido.
Concentración	Es el volumen de soluto por cada cien unidades de volumen, es el porcentaje que representa el soluto en el volumen total de la disolución.
Decoloración	Acción de pérdida de color por la acción de un agente blanqueador como el hipoclorito de sodio, ozono o permanganato de potasio.
Denim	Término en inglés referido a la mezclilla (lona).

DMAIC	Metodología <i>Six Sigma</i> que se refiere a definir, medir, analizar, implementar y controlar.
Engomante	Agente con el cual se lleva a cabo la acción de engomar o proteger las prendas de mezclilla, por ejemplo, almidón.
Impregnar	Se refiere a sumergir prendas en una solución.
Índigo	Colorante en forma de polvo cristalino azul oscuro. Su principal aplicación es en la industria textil, específicamente en los productos del <i>denim</i> (lona) azul y los <i>blue jeans</i> .
Jeans	Pantalón confeccionado con tela de mezclilla (lona)
Lijado	Desgastar manualmente el pantalón mediante lijas, lijando áreas específicas.
Look	Palabra en inglés que se refiere a la apariencia del pantalón.
Maniquí	Tubos de hule que se llenan de aire para hacer que el pantalón oponga apariencia a la aplicación de lija o de solución atomizada.
Metrala	Término utilizado a la atomizada de arena fina sobre pantalones.

Neutralizar	Se refiere a llevar el pantalón con permanganato aplicado a condiciones donde el químico no siga trabajando y detener así el efecto reductor de color o propiedades de la prenda.
Nevado	También conocido como Frost, se refiere a un efecto imperfecto no transparente sobre la prenda.
Pantalón rígido	Prenda de lona cruda sin ningún tipo de proceso o acabado industrial, únicamente se encuentra en estado de confeccionado.
pH	Término que indica la concentración de iones hidrógeno en una disolución. Se trata de una medida de la acidez de la disolución.
Peeling	Defecto de pelusa o exceso de fibras sueltas en la prenda.
PP SPRAY	Término que se refiere a permanganato de potasio atomizado o esprayado.
Reproceso	Aplicar nuevamente una solución de permanganato de potasio y volver a neutralizarla.
Tiempo de residencia	Es el tiempo que transcurre desde que se fábrica la solución de permanganato de potasio y la aplicación de esta.

<i>Vintage</i>	Efecto con apariencia de viejo o usado, simulando un desgaste natural de una prenda.
Vista	Término utilizado cuando se comparan las figuras de desgaste y tonalidades de estas.
<i>Wiskers</i>	Figuras de desgaste simulando bigotes de gato.

RESUMEN

El Permanganato de Potasio es una sustancia estable en condiciones ordinarias de uso y almacenamiento. Es un oxidante fuerte y en contacto con otros materiales puede causar fuego, con formación de vapores metálicos tóxicos.

El Permanganato de Potasio no es combustible, pero la sustancia es un oxidante fuerte y su calor de reacción con agentes reductores o combustibles puede provocar ignición.

El contacto con sustancias oxidables puede provocar combustión extremadamente violenta. Los oxidantes fuertes pueden explotar cuando son agitados o expuestos al calor, llamas o fricción. También pueden actuar como fuente de iniciación para explosiones de polvo o vapores.

El contacto con sustancias oxidables puede provocar combustión extremadamente violenta. Los contenedores sellados pueden romperse al calentarse. Es corrosivo y causa quemaduras al contacto.

1. INTRODUCCIÓN

El presente diseño de investigación se desarrolla en base a una sistematización debido a que busca optimizar el proceso de atomizado del área de Acabados Especiales en una lavandería industrial en el municipio de San José Pínula de Guatemala. A través de la determinación de la concentración máxima de la solución de permanganato de potasio, en el blanqueado parcial de pantalones de lona, se pretende estandarizar esta concentración con el fin de mejorar la productividad y calidad de la sección de atomizado de dicha lavandería industrial.

En este proceso de blanqueo parcial o localizado de pantalones de lona por aplicación de permanganato de potasio mediante pistolas de aire de alta presión, existen pérdidas de tiempo por tener que, hacer varias aplicaciones de la solución de permanganato de potasio, a las partes seleccionadas de los pantalones de lona, para lograr el acabado (apariencia) final deseado. Esto debido a que se utilizan soluciones de permanganato de potasio a muy bajas concentraciones.

También existe una cantidad de rechazos por baja intensidad del descoloramiento parcial en los pantalones de lona, por falta de aplicación de más solución de permanganato de potasio. Estos pantalones de lona rechazados tienen que ser reprocesados con más aplicaciones de la solución, para alcanzar el efecto deseado, elevando con esto el costo de la operación.

La importancia del trabajo de investigación es que será parte del proceso de mejora continua que se está desarrollando en la empresa, con el objeto de la mejora de calidad, la reducción de costos y el aumento de la productividad. Tiene como fin el reducir la cantidad de aplicaciones de solución de permanganato de potasio con porcentajes de concentración no adecuadas, para lograr el efecto visual de acabado final de la prenda desde la primera aplicación de la solución o por una menor cantidad de aplicaciones, utilizando concentraciones de solución lo más altas posibles.

Los resultados son: concluir cuál es el punto de saturación máxima de la solución de permanganato de potasio para lograr la decoloración parcial de las partes seleccionadas de los pantalones de lona, en menos tiempo. Que permita reducir costos de baja calidad por reprocesos, mejora de la productividad del área de atomizado de la lavandería industrial al disminuir la cantidad de aplicaciones.

El trabajo de investigación es factible porque se cuenta con los recursos necesarios para desarrollar las fases propuestas en el mismo. La empresa autoriza el desarrollo de la solución propuesta, brindando las instalaciones, maquinaria, equipo, materiales, así como los recursos humanos, tecnológicos, informativos necesarios para su desarrollo.

A continuación, se describe un resumen de los capítulos que conformarán el informe final:

En el primer capítulo, se desarrolla el marco referencial, en donde se hace referencia a análisis y discusión de resultados de investigaciones relacionados con el trabajo de investigación, así como aportes prácticos o de metodología que serán de utilidad para el estudio.

En el segundo capítulo, se desarrolla el marco teórico, en donde se realizará una revisión de la teoría relacionada con el problema que se desea resolver.

En el tercer capítulo, se genera el desarrollo de la investigación. Partiendo de la información preliminar se introducirá el proceso actual, donde se definirá el problema a través de herramientas como diagrama de Causa y Efecto, Pareto y el análisis del proceso completo, que nos generará los datos para definir la metodología a aplicar en el desarrollo de la solución.

El cuarto capítulo, será la presentación de resultados, que sirve de base para el análisis para generar la propuesta de optimización de la productividad y mejora de costos del área de estudio.

El quinto capítulo, será la discusión de resultados, al final se discutirá la evaluación técnica y financiera de la mejora propuesta para reducir la cantidad de reprocesos, mejorar la productividad del área de atomizado y disminución de los costos de mala calidad ocasionados por el proceso actual.

2. ANTECEDENTES

El tejido de *denim* (de lona, mezclilla) hoy en día es un tejido muy popular, los pantalones de lona son las prendas de moda más antiguas del mundo, por su comodidad y porque a lo largo de los años han adquirido diferentes estilos o apariencia, de acuerdo con las necesidades, gustos, tendencias de moda de los consumidores. En el caso que este estudio amerita, los famosos pantalones vaqueros (de lona, mezclilla), también han ido evolucionando de lo tradicional a las nuevas tendencias de moda, como lo es la moda vintage, o sea que tengan un aspecto de envejecido, usado, simulando un desgaste natural en el pantalón. Los procesos de acabado en pantalones de lona, les da un aspecto atractivo, que les hace ganar popularidad en el mundo de la moda actual, sobre otro tipo de prendas de vestir. La aplicación de la solución de permanganato de potasio actúa como un oxidante dándole a las prendas de lona un aspecto de envejecido natural.

El color azul sólido original (índigo) no es atractivo a los consumidores y, por lo tanto, muchos fabricantes están tratando de eliminar parte del color azul de la superficie de la tela de mezclilla. El efecto de decoloración del aspecto de atomizado se puede lograr oxidando índigo para producir una pieza ligera. Para lograr tal efecto, más del 70 % de las prendas de mezclilla deben someterse a un proceso de blanqueo parcial. Varios productos químicos y procesos como el permanganato de potasio (KMnO_4), Hipoclorito de sodio (NaOCl), peróxido de hidrógeno (H_2O_2), peróxidos orgánicos y enzima la casa se utiliza comúnmente para la decoloración de la mezclilla y son disponibles para generar este efecto. Sin embargo, excepto el método con potasio de permanganato, ningún otro método ha ganado popularidad.

“El 70 % de las prendas de mezclilla tienen un efecto de decoloración localizado con aspecto de atomizado, producido convencionalmente por permanganato de potasio” (Ranvindra, 2008, p 23).

Como describe Zayedul (2021) hay dos tipos de proceso de acabado de mezclilla (lona): proceso húmedo y proceso seco. Estos tipos de acabado se realizan no solo por la suavidad sino por la comodidad. Los aspectos de los diferentes procesos de acabados de mezclilla comprenden lavado con enzimas, lavado con lejía (soda cáustica), lavado con piedra pómez, y otros.

Debido a que la tendencia mundial para las prendas de lona es tener el efecto de decoloración localizada de aspecto de envejecido natural, las distintas marcas prestigiosas de pantalones de lona, en los últimos años han estado en la búsqueda de proveedores de servicio que puedan diseñar y replicar en las prendas un aspecto (*look*) de desgastado auténtico. Esta tendencia ha hecho a que dentro de la industria textil en Guatemala se estén desarrollando más lavanderías industriales con áreas de acabados especiales, donde se puedan aplicar a los pantalones de lona, distintos procesos de desgaste físicos y químicos, teñido, lavado y decoloración para dar el aspecto de usado o desgastado en las prendas de vestir.

Los fabricantes de tela de lona, mezclilla, con el fin del mejor manejo y conservación de sus tejidos, aplican a los mismos, una serie de productos químicos o preparaciones para textiles, para darles las características deseadas para la venta y su manipulación, como lo es la aplicación de engomantes, almidones que dan la textura de rigidez a la tela y la hacen manejable para su despacho y tránsito.

En las lavanderías industriales, lo que se trata es de eliminar todos aquellos productos químicos agregados en los molinos a las telas, para lo cual después de la confección del pantalón de lona, se pasa por distintos procesos de desgaste, sean físicos como los desgastes por abrasión mecánica o químicos, como el lavado industrial con productos químicos para eliminar los almidones, detergentes, suavizantes y otras preparaciones textiles y la aplicación del permanganato de potasio para decoloraciones parciales en áreas seleccionadas del pantalón.

El proceso de abrasión mecánica manual es ampliamente utilizado para realizar el desgaste localizado en partes seleccionadas de los pantalones vaqueros de lona, que generalmente son: parte frontal superior de las piernas, la parte trasera superior de las piernas, y en ocasiones en las partes inferiores de los pantalones de lona. El desgastar la prenda manualmente deja al descubierto la fibra de algodón, que es de color blanco, pero sin dejar el aspecto de desgastado o viejo, aspecto que si se logra con la aplicación de la solución de permanganato de potasio con la técnica *PP Spray*.

En cuanto al proceso de oxidación de KMnO_4 se considera ecológico porque el dióxido de manganeso, que se forma cuando se reduce el permanganato, se puede reciclar. Por lo tanto, el uso de KMnO_4 puede considerarse como un proceso seguro y ecológico para la descarga de tintes índigo. (Sidique, 2018, p. 44)

Las técnicas de aplicación de permanganato de potasio se tienen que ir desarrollando y estandarizando de acuerdo con los estilos, estándares y requerimientos de los clientes. Actualmente en el área de atomizado de permanganato de potasio de la lavandería en estudio, se utilizan distintas concentraciones de la solución de permanganato de potasio desde el 1 al 4 %,

pero se han utilizado esas concentraciones en forma empírica. Lo que no se ha hecho aún es establecer la concentración máxima de la solución de permanganato de potasio a aplicar en la decoloración parcial de pantalones de mezclilla (lona), que permitan lograr el efecto de decoloración deseado en menos cantidad de aplicaciones de esta solución y en menos tiempo.

En cuanto calidad del pantalón Estrada (2014) explica que para tener consistencia en la apariencia del pantalón hay que controlar todos los parámetros y herramientas que intervienen en el proceso, así como estandarizar los métodos de aplicación. Esto debe empezar desde el desgaste mecánico localizado de la prenda que se realiza con lija y la aplicación del permanganato de potasio en distancia, flujo y concentración.

La variable principal por vigilar es el porcentaje de la concentración de la solución de permanganato de potasio, debido a que es la que le da definición al *look* final deseado en el pantalón de mezclilla y, los tiempos de proceso también.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En cuanto el tiempo de duración estable de una solución de permanganato de potasio para la decoloración en pantalones de lona, debido a que impacta directamente en la apariencia final de la prenda. El controlar esta variable del tiempo útil de una solución de permanganato de potasio, fue un gran aporte para el desempeño del área de acabados especiales en una lavandería industrial, pero está pendiente determinar la concentración máxima de permanganato de potasio en el blanqueado parcial de pantalones de lona, y así optimizar dicha solución a utilizar para incrementar la productividad en el área de acabados especiales de una lavandería industrial (Estrada, 2014, p 45).

Con el estudio sobre cuál es el punto de saturación de la solución de permanganato de potasio, permitirá disminuir la cantidad de aplicaciones en los pantalones de lona, para lograr el efecto de decoloración parcial deseada como acabado final de la prenda.

3.1. Contexto general

En un mundo post COVID el sector de prendas de vestir en el mundo, específicamente en los pantalones de mezclilla, ha ido evolucionando conforme las necesidades, gustos y tendencias de moda de los consumidores. Con la nueva tendencia de moda de utilizar ropa más cómoda para trabajar, los *jeans* de mezclilla por detrás de las camisetas han recobrado auge en los consumidores, especialmente la moda vintage, las distintas marcas prestigiosas de *jeans* en los últimos años han estado en la búsqueda de proveedores de

servicios de acabado de especiales para dar la apariencia de usado a esta clase de pantalones.

Los procesos de desgaste de *jeans* pueden ser físicos por abrasión mecánica y químicos como lo es la aplicación parcial de solución de permanganato de potasio para obtener el acabado deseado. Países como Turquía, India, China, Vietnam, Colombia, Perú, México y Guatemala compiten para dar este tipo de servicios de acabados especiales y así llenar las expectativas y requerimientos de los clientes. La lavandería industrial donde se desarrollará esta investigación se encuentra calificada y con el nivel para prestar este tipo de servicios de acabado en prendas de vestir, por lo que se hace necesario mejorar la productividad del área de atomizado de permanganato de potasio y estandarizar las soluciones de permanganato de potasio.

3.2. Descripción del problema

Se tiene soluciones de permanganato de potasio para aplicación en prendas de vestir (pantalones de lona) para lograr el efecto de decoloración o blanqueo parcial en la prenda. Actualmente se vienen utilizando diferentes porcentajes de concentración, que van desde el 1 hasta el 4 % para alcanzar el efecto de blanqueo parcial deseado.

Muchas veces para lograr el efecto deseado de decoloración de acuerdo con los requerimientos de los clientes, las soluciones de una concentración menor se tienen que aplicar más de una vez en la prenda, lo cual causa problemas de calidad por no llegar a la apariencia final deseada, pérdida de tiempo que emplea el operario en repasar la aplicación de la solución, elevación de costos pues es una materia prima de alto costo y afecta la productividad de los operarios.

El enfoque de este estudio será determinar la concentración máxima de la solución de permanganato de potasio, que permita lograr el efecto de decoloración buscado en una sola aplicación o bien en reducir en número de aplicaciones de la solución en las partes seleccionadas del pantalón de lona. Es decir, encontrar el punto de saturación de la solución, para incrementar su efecto de decoloración y al mismo tiempo reducir costos de operación e incrementar la productividad en la sección de atomizado de permanganato de potasio, del área de acabados especiales de la Lavandería Industrial. Se eligió esta solución, ya que se utiliza en un 50 % de los productos que llevan este proceso.

3.3. Formulación del problema

Esto lleva a plantear la pregunta principal de este estudio:

3.3.1. Pregunta central

La pregunta central del diseño de investigación describe cual es la idea central del planteamiento del problema.

- ¿Cuál es el máximo de concentración de la solución de permanganato de potasio en la aplicación de decoloración parcial en los pantalones de lona, para reducir costos y tiempo de proceso?

3.3.2. Preguntas auxiliares

Las preguntas auxiliares del diseño de investigación, permite establecer cuáles son las causas asignables al planteamiento del problema.

- ¿Cuál será el punto de saturación de la solución de permanganato de potasio para lograr una decoloración parcial en menos tiempo?
- ¿En qué porcentaje se puede reducir las aplicaciones de la solución de permanganato de potasio por cada pantalón de lona, según el acabado final deseado?
- ¿En qué porcentaje se incrementará la productividad del área de atomizado de permanganato de potasio?
- ¿Cuál será el porcentaje de mejora de aceptación a la primera en términos de calidad?

3.4. Delimitación del problema

Este estudio se realizará en el área de atomizado de Permanganato de potasio de la planta de acabados especiales de una lavandería industrial de una empresa guatemalteca, ubicada en el municipio de San José Pinula, Guatemala, durante los meses de junio y julio del año 2022. En esta área es donde se hace la aplicación de las soluciones de permanganato de potasio a distintas concentraciones para el blanqueo parcial de los pantalones de lona. Así como también en el laboratorio que se encarga de verificar las concentraciones de la solución de permanganato de potasio.

3.5. Viabilidad

Este proyecto cuenta con la información y oportunidad de poder mejorar la productividad del área específica de atomizado de solución de permanganato de potasio, para la decoloración parcial de pantalones de lona en una planta de acabados especiales de una Lavandería Industrial.

Se cuenta con la autorización de la empresa para la realización de este proyecto, que se perfila como de gran apoyo y ayuda en dicha área de la lavandería industrial, ya ayudará a reducir tiempos de aplicación de la solución de permanganato de potasio en el acabado de pantalones de lona y por ende mejorar la productividad del área.

Los recursos serán cubiertos por la empresa, para el desarrollo de pruebas piloto y para la determinación de la concentración máxima de la solución de permanganato de potasio a aplicar. Se pretende que en un futuro próximo se pueda implementar en su totalidad esta mejora.

3.6. Consecuencias

De realizarse la investigación: Será posible determinar el máximo de concentración de la solución de permanganato de potasio en la aplicación de decoloración parcial en pantalones de lona y al mismo tiempo reducir costos y tiempo de proceso.

De no realizarse la investigación: Se seguirán utilizando diferentes porcentajes de concentración de la solución de permanganato de potasio para lograr el efecto de blanqueo parcial deseados, incremento de costos por reproceso y tiempos de proceso más largos.

4. JUSTIFICACIÓN

La realización de la presente investigación se justifica en la línea de investigación de optimización de operaciones y procesos del área de operaciones de la Maestría en Gestión Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Con esta investigación se aportará a la mejora de la productividad y disminución de los costos de mala calidad ocasionados por el proceso actual en la sección de atomizado de permanganato de potasio, del área de acabados especiales de la Lavandería Industrial ubicada en San José Pinula, Guatemala.

La importancia de este trabajo de investigación es que apoyará enormemente en las mejoras de productividad, mejoras de la calidad y reducción de costos de la sección de atomizado del área de acabados especiales y por ende contribuirá al programa de mejora continua que se está desarrollando en la empresa.

Este estudio tiene como objetivo principal determinar cuál es el punto de saturación de la solución de permanganato de potasio, que permitirá disminuir la cantidad de aplicaciones en los pantalones de lona, para lograr el efecto de decoloración parcial deseada como acabado final de la prenda.

Los resultados son: concluir cuál es el punto de saturación máxima de la solución de permanganato de potasio para lograr la decoloración parcial de las partes seleccionadas de los pantalones de lona, en menos tiempo al disminuir la cantidad de aplicaciones.

Se realizarán varias pruebas de aplicación de solución de permanganato de potasio a distintas concentraciones sobre las partes seleccionadas de los pantalones de un pantalón de lona, que generalmente son los muslos delanteros y las bolsas traseras. Se utilizarán para las pruebas 18 pantalones de lona.

Partiendo de la información preliminar se introducirá el proceso actual, donde se definirá el problema a través de herramientas como diagramas de causa y Efecto de Pareto y el análisis del proceso completo, determinando la generación de unidades de segunda calidad, así como el costo de las unidades reprocessadas por falta de intensidad de desgaste, provocada por la aplicación de la solución de permanganato de potasio a concentraciones baja.

Para darse una idea de donde influyen los resultados del presente estudio, se iniciará con una descripción de la empresa, actividad a la que se dedica, el porqué de su especialización en el servicio de acabados especiales en prendas de lona para atender no solo a clientes locales sino internacionales, generando al mismo tiempo empleo en Guatemala.

Actualmente en Guatemala hay un auge en la industria textil como consecuencia del impacto del coronavirus, el alza de los combustibles y la guerra entre Rusia y Ucrania; y especialmente en el rompimiento de la cadena logística mundial, es por ello que esta investigación es relevante debido a que la empresa a través de la mejora de sus procesos, costos y productividad podrá dar a sus clientes respuestas de servicios en acabados especiales más rápidas y sostenidas

5. OBJETIVOS

5.1. General

Determinar el porcentaje de concentración máxima de solución de permanganato de potasio para reducir el costo y el tiempo de aplicaciones en el proceso de decoloración parcial en el área de acabados especiales de una lavandería industrial ubicada en el municipio de San José Pinula, Guatemala.

5.2. Específicos

- Establecer los porcentajes de concentración óptimas para disminuir la cantidad de aplicaciones de la solución de permanganato de potasio, en la decoloración parcial de las partes seleccionadas de pantalones de lona.
- Calcular el porcentaje en que se reducirán las aplicaciones de la solución de permanganato de potasio por pantalón de lona, según el acabado final deseado.
- Establecer el porcentaje de aumento de la productividad en el área de atomizado de permanganato de potasio.
- Determinar el porcentaje en que se reducirán los rechazos por mala calidad.

6. NECESIDADES PARA CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN

La principal necesidad que busca cubrir esta investigación es optimizar el proceso de atomizado de permanganato de potasio, determinando la concentración máxima de la solución de permanganato de potasio que permita reducir los tiempos de aplicación de la solución y a la vez reducir el porcentaje de reprocesos del área de atomizado de la lavandería industrial. El no conocer el punto de saturación máxima de dicha solución, ocasiona que se utilicen porcentajes de concentración no adecuados para lograr el acabado visual final de la prenda de vestir desde la primera aplicación, generando que se realicen más aplicaciones de la solución por cada prenda, se consuma más tiempo del proceso y por ende afecta la productividad de esta área de trabajo.

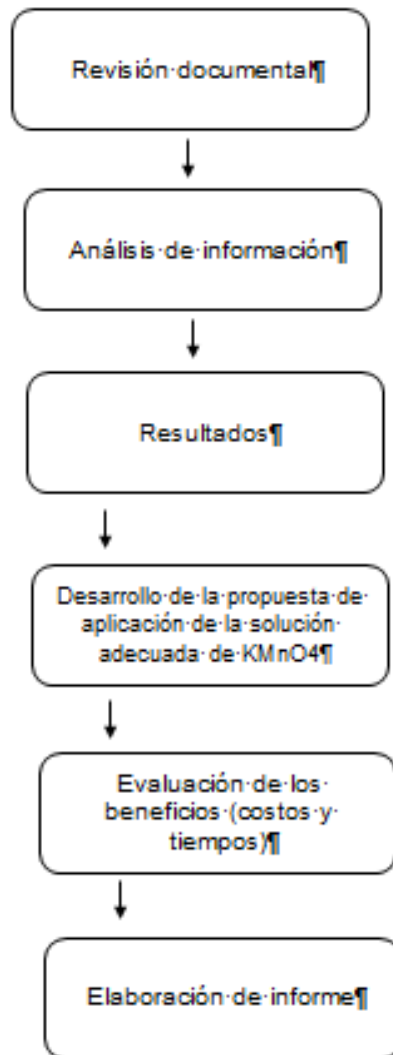
El presente estudio aportará la información necesaria sobre el punto de saturación de la solución de permanganato de potasio para lograr las decoloraciones parciales en la prenda en menos tiempo. En esta investigación se pretende mejorar la aplicación de la solución de KMnO_4 , la productividad, calidad de los acabados visuales determinando la concentración óptima de la solución que, en términos de proceso, se convierte en un insumo.

Para cubrir las necesidades de diseño de esta investigación, se pretende cumplir con los objetivos definidos en la investigación con la que se quiere dar solución mediante el siguiente esquema de 5 fases:

- Fase 1. Revisión documental: recopilar información mediante datos del primer trimestre del año 2022 proporcionado por la empresa. Se analizarán los datos para determinar la situación actual del área de atomizado de la lavandería industrial donde se lleva a cabo la investigación.
- Fase 2. Diagnóstico de la situación actual: se establecerán las variables que están afectando la productividad y costos del área, determinando la concentración óptima que permita mejoras en la productividad, calidad y costos de dicha área.
- Fase 3. Análisis: elaboración del plan de trabajo que incluye preguntas de investigación, objetivos, metodología, instrumentos de recolección y análisis de datos.
- Fase 4. Propuesta: se determinará en base a las pruebas piloto la concentración máxima de la solución de permanganato adecuada a las necesidades de la empresa. Se dará una propuesta de optimización.
- Fase 5. Evaluación de beneficios: con la concentración máxima determinada se ayudará a mejorar la productividad del área de atomizado, así como la reducción de costos, debido a las reducciones de tiempo de proceso y mejor aprovechamiento del insumo que es la solución de KMnO_4 .

El diseño de la investigación es válido porque busca reducir los tiempos de proceso, los costos y mejora la calidad del acabado de la prenda, impactando en la mejora de la productividad de la sección en estudio.

Figura 1. **Esquema de solución**



Fuente: elaboración propia, realizado en Word.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Aspectos generales

El sector textil de Guatemala tuvo un gran desarrollo en la época de los noventa y en la década siguiente tuvo su máximo auge, que poco a poco de ser fábricas de ensamble únicamente, se fueron convirtiendo en empresas de manufactura de paquete completo, es decir que ahora comprenden desde el diseño, corte, ensamble, acabados especiales, lavado industrial y comercialización de las prendas de vestir.

A raíz de la ruptura de la cadena logística a nivel mundial debido a la pandemia del SARS-CoV-2, y la dificultad de importar prendas de vestir desde China; principal exportador a nivel mundial de prendas de vestir, actualmente el sector textil de Centroamérica está teniendo un repunte de pedidos para exportar tanto a Estados Unidos como a otros destinos.

Ante las medidas sanitarias impuestas por el gobierno central y a nivel mundial, las empresas del sector textil, la empresa en estudio busca mejorar sus procesos y por ende su productividad y así poder suplir la demanda de pedidos y servicios que se están generando en este momento. Al mismo tiempo contribuir a la generación de empleo en el país.

7.2. Moda

En cuanto a la palabra moda Flowers (2015) describe que aparece por primera vez en Italia hacia la mitad del Seiscientos. Se trataba de una traducción del término *mode* ya en uso en Francia, derivado del latín “modus” (manera, elección) que exprimía el concepto de “medida justa”, por lo tanto, se considera de moda aquello que se percibe como justo en cierto momento histórico y en un determinado contexto. Una moda es un uso o costumbre o costumbre que está en boga en determinada región durante un cierto período. Se trata de una tendencia adoptada por una gran parte de la sociedad, generalmente asociada a la vestimenta.

El seguir la moda es algo voluntario, y muchas veces las personas que prefieren no seguir dichos mandatos quedan, en cierta forma, apartados de la sociedad. Vestir algo que no está de moda está mal visto y puede ser objeto de críticas o burlas.

Actualmente los *influencers* son quienes imponen una moda. Si alguno de ellos se muestra en un evento con un pantalón vaquero desteñido y roto, es probable que millones de mujeres quieran comprar y utilizar el mismo pantalón. De esa manera se construye poco a poco la tendencia que se convierte en moda.

Según Flowers (2015) menciona que no hay que olvidarse de los personajes famosos, la moda está impuesta claramente por las publicaciones que giran en torno a ella. Así, en materia de vestuario habría que destacar revistas que cuentan con una gran relevancia a nivel internacional como sería el caso de *Vogue*, *Vanity Fair* o *Elle*.

7.2.1. Moda *Vintage*

El término *vintage* es un término de uso relativamente reciente que sirve para designar a estilos de moda o diseño que basan sus características principales en la recreación de elementos de estilos pasados, de otras décadas, con algún retoque o elemento de creatividad propio. Muchas veces, los estilos *vintage* suponen creación auténtica, aunque en otros casos también se puede hablar de *vintage* cuando se hace referencia a elementos de aquellas épocas que siguen todavía sirviendo en la actualidad. (Ranvindra, 2018, p. 67)

Hoy en día se habla de *vintage* como un estilo retro o clásico. Los desarrollos *vintage* intentan recrear productos antiguos que son valorados, productos que después de su proceso final de acabado tienen apariencia de viejo o usado.

En los últimos años la moda *vintage* se ha consolidado como auténtico referente en las pasarelas de todo el mundo. Tanto es así que esta circunstancia ha permitido la apertura de un importante número de tiendas que están especializadas en este tipo de prendas que apuestan por las tendencias que se hicieron protagonistas en épocas pasadas.

La manufactura y acabados especiales de pantalones de lona, en los últimos años han seguido la tendencia de la moda *vintage*. En la cual los pantalones de lona jeans después de su proceso de construcción o manufactura, son sometidos a un proceso final de acabados especiales, de acuerdo con los requerimientos y estándares solicitados por el cliente.

El término acabado se refiere al cambio de apariencia que se hace a una prenda después de confeccionada. Entre los cambios de apariencia tenemos al principal que fue la degradación del color, pasó de azul profundo a un tono azul celeste.

Para este tema de investigación nos vamos a enfocar en la sección de atomizado del área de permanganato de potasio de una lavandería industrial de Guatemala.

El proceso de acabado final de pantalones de lona tiene las siguientes etapas: procesos de desgaste en rígido (antes de lavar), mediante un proceso de abrasión manual, mediante el contacto directo con cepillos o lijas que desgastan la prenda en las partes seleccionadas como la parte superior de las piernas, y en la parte superior trasera por desgaste al sentarse, paso en el cual se degrada el color y se disminuye la intensidad del color.

Los acabados en un pantalón de lona pueden ser físicos y fisicoquímicos. El proceso fisicoquímico como el caso de este estudio con una solución de permanganato de potasio, también utilizando herramientas como brochas, trapos o pistolas de alta presión es aplicada sobre determinadas áreas del pantalón de vestir para lograr una decoloración parcial localizada en el pantalón, y así intensificar el desgaste elaborado manualmente en un paso anterior.

El permanganato de potasio, (su fórmula química KMnO_4) es un compuesto químico formado por iones potasio (K^+) y permanganato (MnO_4^-) es un fuerte oxidante. El permanganato de potasio es uno de los compuestos de manganeso más importantes y es irremplazable en numerosos procesos. Tanto sólido como en solución acuosa presenta un color violeta intenso.

Es utilizado como agente oxidante en muchas reacciones químicas en los laboratorios y la industria. Es soluble en agua formando soluciones desde rosadas hasta púrpura oscuro dependiendo de la concentración, también es soluble en alcohol metílico, ácido acético y acetona.

Tiene un alto uso en las industrias textiles y de vestuario, así como en el tratamiento de aguas residuales y el control de olores y bacterias. En un agente de la decoloración del almidón, de las materias textiles.

Como soporte del proceso y su gestión a continuación se detallan algunas de las herramientas utilizadas.

7.3. Calidad total

“La calidad total es una filosofía administrativa y una metodología operativa, generando un conjunto de métodos y herramientas para el mejoramiento y la administración de los procesos, brindando soluciones permanentes que mejoren los costos y mejoren la satisfacción del cliente” (Estrada, 2014, p. 23).

“Las mejores prácticas internacionales se orientan a la sistematización de procesos, para mejorar la calidad de sus productos y servicios y reducir los costos de operación y producción de los mismos, lo cual eleva su competitividad y rentabilidad” (Zenteno, 2014, p. 21).

Controlar el desempeño de los procesos que genere la mejora de servicios y productos. Productividad, Costo y Beneficio, uno de los resultados esperados es la mejora del 5 % del costo de la operación en la empresa.

Asegurar consistentemente la calidad del producto final y asegurar los tiempos de entrega: una salida que cumpla con las necesidades del cliente interno o externo y lograr su satisfacción y lealtad.

Reducir el desperdicio y retrabajo. El propósito de esta investigación es reducir totalmente el desperdicio de soluciones de permanganato de potasio al reducir el número de aplicaciones por prenda de vestir para obtener el acabado final deseado, así como reducir en un 30 % el porcentaje de producto reprocesado.

Medir y evaluar para mejorar y optimizar continuamente el funcionamiento de los procesos y por lo tanto de los resultados de un área de la empresa.

“En cuanto al enfoque de proceso es clave en esta investigación, ya que como dictan los enfoques de calidad total, es donde se encuentra el 85 % de los problemas. Dicho enfoque debe de hacerse en forma automatizada y sistematizada.” (Estrada, 2014, p. 19).

7.4. Productividad

El término productividad con frecuencia se confunde con el término producción. Muchas personas piensan que a mayor producción más productividad, pero esto no es necesariamente cierto.

Producción se refiere a la actividad de producir bienes y/o servicios.

“En cuanto a la productividad se refiere a la utilización eficiente de los recursos (insumos) al producir bienes, servicios y productos” (Bernolak, 2013, p. 14).

Según Sumanth (1996) “la producción es la cantidad de productos que se elaboran en un período determinado, mientras que la productividad es la razón entre la cantidad producida y los insumos utilizados” (p, 23).

La definición de productividad varía, sin embargo, si se examinan las distintas definiciones e interpretaciones del término, surgen tres tipos básicos de productividad:

- Productividad parcial: es la razón entre la cantidad y un solo tipo de insumo. Por ejemplo, la productividad del trabajo (el cociente de la producción entre la mano de obra) es la medida de la productividad parcial.
- Productividad del factor total: es la razón de la producción neta con la suma asociada con los (factores de) insumos de mano de obra y capital. Por producción neta se entiende producción total menos servicios y bienes intermedios comprados.
- Productividad total: es la razón entre la producción total y la suma de todos los factores de insumo. Así, la medida de productividad total refleja el impacto conjunto de todos los insumos al fabricar los productos

7.4.1. Importancia de Incrementar la productividad

Para incrementar la productividad, se deben de tomar las siguientes acciones que describen en el listado.

- Al incrementar la productividad de las empresas se pueden obtener varios beneficios como los menciona:

- Mayores productividades en una empresa respecto a los recursos humanos y físicos significarán mayores ganancias, puesto que $\text{Ganancia} = \text{ingreso} - \text{costo}$ de los bienes y servicios producidos mediante la utilización de recursos humanos y materiales.
- Una mayor productividad de la empresa por lo general se traduce en ingresos reales más altos para los empleados.
- El público obtiene mayores beneficios sociales debido al incremento en el ingreso público.
- El consumidor tiene que pagar precios relativamente bajos ya que los costos de manufactura se reducen a través de una mayor productividad.

La productividad es la relación entre cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema. En realidad, la productividad debe de ser definida como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida. (Casanova, 2022, p. 56)

Para Sumanth (1996) describe que la productividad es considerada de gran interés, tanto para los países desarrollados, como para los que están en desarrollo. Sin embargo, los esfuerzos para mejorar los niveles de productividad, tiene que empezar en las unidades básicas, llámense empresas industriales, comerciales o de servicios. Para esto es necesario implantar el MPT (modelo de productividad total).

La investigación presente buscará que pueda implementarse los indicadores de productividad operativa en el proceso utilizando como base el concepto de productividad total, ya que actualmente en la empresa existen indicadores generales que abarcan todas las áreas en conjunto pero que operativamente funcionan independientemente.

7.4.2. Técnicas de mejoramiento de la productividad en las diferentes áreas

Para las técnicas de mejoramiento de la productividad en las áreas de trabajo de una empresa, hay cinco tipos básicos: basados en la tecnología, el trabajador, en el producto, en los procesos y en los materiales. Las categorías comprenden las técnicas basadas en la ingeniería industrial tradicional, comercialización, sistemas de control, investigación de operaciones, ingeniería en computación, administración, psicología, ciencias del comportamiento y muchas otras disciplinas. (Sumanth y Ochmond, 1982, p. 78)

7.4.2.1. Técnicas basadas en la tecnología

En cuanto a las técnicas basadas en tecnología Casanova (2002) da una lista de las herramientas necesarias para mejorar los procesos.

- Diseño ayudado por computadora (CAD)
- Manufactura ayudada por computadora (CAM)
- CAM Integrado
- Robótica
- Tecnología de rayo láser
- Tecnología de energéticos

- Tecnología de grupos
- Gráficas en computadoras
- Emulación
- Administración de mantenimiento
- Reconstrucción de maquinaria
- Conservación de la energía

7.4.2.2. Técnicas basadas en el trabajador

En cuanto a las técnicas basadas en el trabajador Casanova (2002) da una lista de las herramientas necesarias para mejorar los procesos.

- Incentivos financieros (individuales)
- Incentivos financieros (grupales)
- Previsión social
- Promoción de empleados
- Enriquecimiento del trabajo
- Agrandamiento del trabajo
- Rotación del trabajo
- Participación del trabajador
- Desarrollo de habilidades
- Administración por objetivos (APO)
- Curva de aprendizaje
- Comunicación
- Mejoramiento de las condiciones de trabajo
- Capacitación
- Educación
- Percepción de roles

- Supervisión de calidad
- Reconocimiento
- Penalizaciones
- Círculos de calidad
- Cero defectuosos

7.4.2.3. Técnicas basadas en el producto

En cuanto a las técnicas basadas en el producto Casanova (2002) da una lista de las herramientas necesarias para mejorar los procesos.

- Ingeniería del valor
- Diversificación de producto
- Simplificación del producto
- Investigación y desarrollo
- Estandarización del producto
- Mejoramiento en la confiabilidad del producto
- Publicidad y promoción

7.4.2.4. Técnicas basadas en la tarea o el proceso

En cuanto a las técnicas basadas en el proceso Casanova (2002) da una lista de las herramientas necesarias para mejorar los métodos.

- Ingeniería de métodos
- Estudio del trabajo
- Diseño del trabajo
- Evaluación del trabajo
- Diseño de la seguridad del trabajo

- Ingeniería de factores humanos (ergonomía)
- Programación de los productos
- Procesamiento de datos por computadora

7.4.2.5. Técnicas basadas en los materiales

En cuanto a las técnicas basadas en los materiales Casanova (2002) da una lista de las herramientas necesarias para mejorar los métodos.

- Control de inventarios
- Planeación de requerimiento de materiales (MRP)
- Administración de materiales
- Control de calidad
- Mejoramiento de sistemas de manejo de materiales
- Reutilización y reciclado de materiales

El mejoramiento de la productividad debe ser continuo, como una parte del proceso de productividad que se presenta a través del ciclo de la productividad. Una organización debe de luchar por tener un proceso de productividad formal con una función normal y de rutina.

7.5. Procesos

Para llevar a cabo los acabados especiales de los pantalones de lona, se presenta un análisis general de estos procesos. Los procesos vigentes de lavandería empleados para poder cumplir con las exigencias de la moda actual se pueden resumir en las siguientes formas de tratamiento.

“El lavado, dependiendo de los efectos como de la manera en que se hacen

pueden ser: de forma mecánica o química, incluso una combinación de ambos” (Estrada, 2014, p. 55).

- Proceso de neutralizado
 - El permanganato de potasio es un fuerte agente oxidante, tiene su mayor uso en la industria textil como agente blanqueador, es utilizado en forma de solución para la degradación del color en materiales textiles. Para detener su efecto reductor o de oxidación, es necesario someterlo a un proceso de neutralización. El permanganato de potasio se puede reducir fácilmente mediante un agente reductor. Una sal de oxalato o sulfato de sodio es un candidato común para éste. Mediante la estandarización de una solución de permanganato y luego hacerlo reaccionar con el sulfato de sodio, se puede detener su acción de oxidar.

- Lavado con piedra pómez
 - “El efecto Stone en el tejido es favorecido por dos características de teñido con hilo periférico” (Erhardt, 1980, p. 23).

- Baja solidez el lavado y la fricción
 - “Proporciona una caída uniforme del color, facilitando el proceso de envejecimiento”. (Estrada, 2014, p. 23).

Los procesos con piedra fueron uno de los primeros procesos de Stone y efectúan el desgaste del tejido por acción mecánica. La abrasividad sobre la superficie del tejido lleva una liberación de pequeñas fibrillas, que dan

al tejido la suavidad conocida como paletización o piel de durazno. Esto también se conoce en la industria textil como un defecto de *peeling*, el cual se puede reducir por medio de tratamientos químicos con enzimas ácidas. (Estrada, 2013, p. 44)

- *Stone washed* / Lavado con piedra y enzimas
 - Según Lam (2005) “proporciona un alto efecto de envejecimiento en tiempos más cortos por la combinación de piedra y enzima” (p. 44).

- *Stone washed* / enzimas
 - Según Lam (2005) “La enzima ataca la superficie de hilos de algodón, haciendo el colorante índigo escamarse” (p. 49).
 - Las enzimas celulasas más usadas en lavados textiles, son las ácidas ya que tienen una actividad muy agresiva sobre el algodón y para obtener un efecto de lavado se necesitan de 30 a 60 minutos, en un medio ácido de pH 4,5.
 - Según Lam (2005) “en la industria textil se aplica tecnología biológica para modificar la apariencia final de los *jeans*. Lo cual se debe a que el gastado o envejecimiento ya no se fabrica mediante un prelavado con piedras sino con productos biológico” (p. 55).
 - Según Lam (2005) “Continuando con los acabados hechos con una combinación de efectos mecánicos con efectos químicos tenemos otros procesos conocidos en la industria textil. Algunos autores mencionan efectos de acabados que son muy similares, sin

embargo, las técnicas son diferentes, como los efectos de *stone*, *acid*, *rain*, nevado, entre otros (p. 60).

- *Rain color / Stone en seco*
 - Según Méndez (1999) “en seco combina la acción mecánica del *stone* con un producto blanqueador (permanganato de potasio o hipoclorito de sodio) logrando un efecto *frosted* (nevado - nevado)” (p. 43).
 - El procedimiento preferido en la industria textil para obtener este efecto nevado es: se impregnan las piedras con el producto y luego se realiza el proceso en una tómbola de acero inoxidable o de madera; allí se produce una transferencia por contacto provocando el blanqueo del colorante en estos puntos. Se pueden lograr efectos más o menos fuertes, dependiendo las concentraciones del producto blanqueador. (Méndez, 1999, p. 70)
- *Snow Bleach / degradación de color*
 - Proceso que consiste en degradar totalmente el color con productos blanqueadores como el permanganato para lycras y el cloro para algodón 100 %, requiere:
 - Neutralización para detener el efecto reductor.
 - Blanqueo para evitar el amarillamiento de las prendas.

- *Acid wash / lavado ácido*

- Según Lam (2005) “las piezas son sometidas a un proceso de permanganato de potasio inmersión. Se logra un aspecto poroso en el color apariencia de nevado” (p. 80).

- *Rain wash / lavado*

Según Lam (2005) “lluvia de piedra pómez más hipoclorito de sodio más tiempo. Las prendas son sometidas a un proceso de hipoclorito de sodio en inmersión. Se logra un aspecto poroso en el azul, azulado con puntitos” (p. 99).

Se pueden aplicar varios procesos en un lavado o acabado final, aplicando uno de los descritos anteriormente, seguido de uno nuevo y aplicando también abrasiones mecánicas como químicas.

- *Overdye / sobre teñido*

- Según Lam (2005) “se tiñe la prenda antes o después del tratamiento para lograr efectos especiales de colorido” (p. 101).

- *Dirty blasting / succión por pigmentación*

- Según Lam (2005) “es la aplicación con pigmentos con una pistola de aire comprimido (aerógrafo) para lograr ensuciar o pigmentar localizadamente una prenda. Este proceso también permite hacer recubrimientos completos para lograr fondearlos y efectos de doble faz” (p. 103).

- Procesos enzimáticos

Según Méndez (1999) “se reemplaza la piedra pómez por un baño con enzimas celulasas que ataca el colorante desprendiéndolo de la tela. (p. 89).

- *Oxiprint*

- Es una pasta base agua y de permanganato de color vino tinto que se puede aplicar manualmente. Las telas por utilizar son algodón, poliéster y con licra. La función del producto es decolorar la prenda, se deja secar, no hay que termo fijar, se seca al ambiente, a parte se prepara una solución de agua con neutralizante con una proporción de 1:20, 1 litro de agua por 20 centímetros cúbicos de neutralizante. Se sumerge la prenda con 5 minutos o más en el neutralizante. Se frota con un cepillo suave y se enjuaga (Erhardt, 1980. P. 45).

- Devoré

- Según Erhardt (1980) es una pasta base agua que se utiliza sobre una tela en algodón poliéster donde se aplica el producto y estando húmedo se teflona con la pistola. La pasta devoré quema algodón, lo carboniza, después se humedece en el agua hasta que salga. (p. 56)
- También hay procesos de acabado totalmente manuales, artesanales que mediante un efecto mecánico sobre el pantalón de lona logran la apariencia final requerida.

- *Sandwah* / lavado de arena
 - Según Bauab (2001) “en lugar de utilizar la piedra se utiliza la arena limpia que queda en otros procesos. Resulta un efecto más limpio y uniforme en el desgaste” (p.34).

- *Sand paper* / lijado
 - En cuanto al método que se utiliza la lija de agua de grano entre 320 y 160. Procedimiento: es el desgaste localizado que se hace manualmente por el operador sobre la prenda a ser procesada, dando líneas de quiebre, bigotes o manchas, la prenda es previamente fijada en una base o aparato que inflen. El lijado normalmente es efectuado sobre la pieza en crudo, antes de que cualquier otro proceso, sin embargo, hay algunos efectos que requieren la lija en otras etapas. (Cabrera, 2009)

- Bleach / blanqueo
 - En cuanto al blanqueo, este consiste en desatar el contraste del hilo de trama blanco con el hilo de urdimbre azul, al sacar los residuos de colorantes y suciedades de la pieza confeccionada. La temperatura es variada de 70 a 90 grados Celsius, dependiendo del grado de limpieza que queramos lograr. A mayor temperatura mayor encogimiento, pero con un alto grado de limpieza. (Erhardt, 1980)

- *Stone bleach* / blanqueo con Piedra
 - En cuanto agregar piedra pómez al proceso de blanqueo, para dar además un efecto de desgaste a la prenda. Para telas livianas es reemplazada la piedra por enzimas para dar un efecto similar con un tacto más suave (Erhardt, 1980).

La mayoría de marcas famosas, han requerido el discontinuar algunos procesos, debido al daño que pueden ocasionar a la salud de los colaboradores de las lavanderías industriales, y algunos se describen a continuación:

- *Sandblasting*
 - En cuanto al el proceso que se utiliza para imitar los desgastes que se forman en la pieza durante su uso. Está localizado en muslos, cierres, bolsillos, entre otros, por vía química o física sobre la prenda. El sistema más utilizad se realiza a través de una pistola de aire comprimido (aerógrafo) o cepillos con permanganato de potasio (acabado más blanco) o hipoclorito de sodio (acabado amarilloso). La intensidad del efecto es determinada por la concentración del baño de permanganato. el chorreo hecho con pistola de arie debe ser regular y sin salpicaduras, aplicándose generalmente en piezas ya estonadas y secas sin pliegues o arrugas. Único que se antes de desengome. (Jara, 2012)
 - En cuanto las técnicas desarrolladas para estos efectos está el PP *Spray*: desgaste localizado a base permanganato de potasio aplicado en regiones de la prenda donde se desea el efecto” (Jara, 2012).

En cuanto al *Stone wash* este tipo de desgaste de *jeans* es el más solicitado por los clientes de nuestro mercado puesto que el acabado final es un *jeans* desgastado y decolorado con un tono celeste. Además, en este proceso los insumos a utilizar son fáciles de conseguir y son poco agresivos contra el ser humano y no podemos dejar de lado que es un proceso fácil y sencillo que se puede realizar industrialmente. (Jara, 2012)

- Los procesos de desgaste con piedra y con químicos en conjunto, son los más utilizados.
- Métodos preferidos para obtener el aspecto de envejecimiento, uso y abuso, Incluye el lavado a la piedra del tejido. El lavado a la piedra consiste en poner en contacto una prenda de vestir o tejido dentro de una cuba con piedras pómez cuyo tamaño de partícula, está entre 25,4 y 254 milímetros y con unas piedras más pequeñas que se forman por la naturaleza abrasiva del proceso.
- La abrasión consiste en frotar la tela, para disminuir el colorante índigo, utilizando diferentes herramientas; tales como el cepillo industrial, que se utiliza para lograr manchas en piezas grandes, se hacen en prendas sin desengomar.
- En cuanto a la prenda sometida a una metralla de arena (No. 180-200), para provocar un aspecto de desgaste en algunas aéreas; es un proceso más rápido y fuerte que el desgaste manual por lija. Sin embargo, es uno de los procesos que las marcas grandes y de prestigio no aceptan como buena práctica de manufactura, ya que provoca problemas de salud a las personas que hacen esta

aplicación, por lo que han derivado sus productos a otro tipo de procesos. (Erhardt,1980)

- Otras aplicaciones de oxidación del índigo son:
 - En cuanto al proceso de oxidación provocado por la aplicación de permanganato de potasio sobre la zona deseada; también se puede aplicar en spray. Por ser un lavado fuerte la prenda es menos duradera (Jara, 2012).

En cuanto a algunas técnicas son uniones de ambas, por ejemplo, en la misma prenda puede hacerse desgaste manual con lija, además de desgaste con esponja con permanganato de potasio, así como lavado con piedra y además permanganato esprayado en las áreas deseadas” (Estrada, 2014).

Por ejemplo, se puede aplicar con un trapo o esponja en lugares localizados, se puede atomizar con pistola de aire a presión, así como lavarlo con piedra pómez impregnada de permanganato de potasio y también se puede aplicar en el lavado mezclado con agua para hacer un efecto similar al que realiza el cloro, pero con un color más blanco. (Estrada, 2014)

En cuanto al degradar el color que originalmente trae la tela de lona o mezclilla, se utilizan varias técnicas, unas son de desgaste manual, otras con lavado de cloro, así como la aplicación de permanganato de potasio, que se utiliza durante el proceso de acabado especial en la fabricación de pantalones de lona para poder dar el *look* deseado de desgaste por uso en la prenda. “El permanganato de potasio es un agente blanqueador de algodón, el cual degrada el colorante en telas de algodón”. (Estrada, 2014)

No siempre se solicita el mismo nivel de blanqueado, esto va de la mano con el grado de desgaste manual con lija aplicado en las áreas respectivas, esto lleva a una variación natural del proceso la cual se debe de estandarizar.

Según Galvis (2012) la aplicación del permanganato de potasio, ya que esto nivela la apariencia total del pantalón, proporcionando el *look* que se desea pues a pesar de estar desgastada la pieza, se debe de ver un nivel de blanqueo como parte de ese desgaste natural de la prenda, “independientemente del método utilizado para producir desgaste, se estima que el lavado de transformación es igual a 25 lavadas en casa. (p. 21)

Según Galvis (2012) para confirmar el proceso, hay que hacer pruebas para determinar la concentración del permanganato de potasio a utilizar en la prenda, se aplica con pistola de aire comprimido similar a la aplicación de pintura, para regular y hacerlo de forma más uniforme. Una vez realizadas las pruebas se define la concentración y la frecuencia de aplicación, posterior a esto, se lava la prenda, para neutralizar el permanganato de potasio y terminar de dar el *look* de desgastado o usado, “un profundo enjuague se necesita para eliminar el exceso. (p. 51)

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO TEÓRICO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO REFERENCIAL

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Aspectos generales

2.2. Moda

2.3. *Moda Vintage*

2.4. Calidad Total

2.5. Productividad

2.5.1. Importancia de incrementar la productividad

2.5.2. Técnicas de mejoramiento de la productividad

2.6. Procesos

3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

En esta sección se presenta la metodología de la investigación, donde se toma en cuenta las características del estudio, la unidad de análisis y las variables de estudio, las cuales son descritas a detalle.

9.1. Características del estudio

El estudio tendrá las siguientes características como se describen en los siguientes apartados.

9.1.1. Enfoque

El enfoque de esta investigación es de tipo mixto cuantitativa, cualitativa, ya que correlaciona la variable cualitativa como la intensidad de decoloramiento con la variable cuantitativa de la concentración de la solución de permanganato de potasio.

9.2. Diseño de investigación

Se utilizará un diseño experimental, basado en verificar las concentraciones designadas y las cantidades adecuadas que se utilizan en el área de producción de atomizado de potasio con los operarios para optimización de la materia prima.

9.3. Tipo de estudio

El tipo de estudio es transversal porque el estudio de investigación está delimitado en tiempo, existe una fecha de inicio y fin del proyecto.

9.4. Alcance

El alcance es correlacional ya que pretende evaluar la relación entre las variables de intensidad de decoloramiento y la variable concentración de la solución de permanganato de potasio, el cual pretende responder interrogantes del estudio de investigación, y posteriormente evaluar diseños para optimizar el proceso.

9.5. Variables

Las variables en estudio se describen en la tabla que se presenta a continuación:

Tabla I. Operacionalización de variables

Objetivos	VARIABLES	Tipo de variable	Indicadores	Técnicas e instrumentos	Metodología	Plan de Tabulación
Establecer los porcentajes de concentración óptimas para disminuir la cantidad de aplicaciones de la solución de permanganato de potasio, en la decoloración parcial de las partes seleccionadas de pantalones de lona.	Concentración de la solución de permanganato de potasio (KMnO4).	Cuantitativo	Porcentaje de las soluciones de permanganato de potasio que se utilizarán en las aplicaciones.	Mediciones a través de método de análisis químico cuantitativo (titulación) Observación	La metodología por utilizar se basará en	Tabla con las distintas concentraciones de la solución y volumen (ml) utilizado
Calcular el porcentaje en se reducirán las aplicaciones de la solución de permanganato de potasio por pantalón de lona, según el acabado final deseado.	Cantidad de aplicaciones a realizar por pantalón de lona según concentración de la solución utilizada Apariencia	Cuantitativo	Porcentaje de aplicaciones por muestra determinada. Intensidad decoloramiento: Fuerte, intermedio y leve.	Contabilizar la cantidad de aplicaciones a realizar a las prendas por concentración de la solución KMNO4 e inspección visual de cada muestra.	de investigación de campo y teórica, apoyándose en distintas herramientas investigativas para determinar la mejor solución para el problema planteado.	Tabla descriptiva
Establecer el porcentaje de aumento de la productividad en el área de atomizado de permanganato de potasio.	Medición de la productividad y de los costos	Cuantitativo	Porcentaje comparativo contra el 1er trimestre 2022 Cálculo de mejora de tiempo y costo unitario comparado con el 1er trimestre 2022.	Análisis de información histórica sobre productividad, tiempos de proceso y costos del área en estudio.	Mediciones AQL, Tablas militares.	Tabla comparativa de porcentajes de productividad, tiempos de proceso y costos
Determinar el porcentaje en que se reducirán los rechazos por mala calidad.	Rechazos por mala calidad	Cuantitativo y Cualitativo	Porcentaje de producto rechazado durante un mes de trabajo	Inspección visual, conteo de piezas y recopilación de información.		Tabla de porcentajes de rechazo por día Diagrama de Ishikawa

Fuente: elaboración propia.

9.6. Fases del estudio

Se describirán a continuación cinco fases del estudio: revisión documental, diagnóstico de la situación actual, análisis, propuesta y evaluación.

- Fase 1. revisión documental: en la primera fase se realizará una consulta de todas las bibliografías posibles relacionadas al tema, y se recopilará información mediante datos del primer trimestre del año 2022 proporcionado por la empresa. Se analizarán los datos para determinar la situación actual del área de atomizado de la lavandería industrial donde se lleva a cabo la investigación.
- Fase 2. Diagnóstico de la situación actual: con base en la información recopilada se establecerán las variables que están afectando la productividad y costos del área, que permitirá visualizar la mejor metodología a utilizar para determinar la concentración de la solución óptima que permita mejoras en la productividad, calidad y costos de dicha área.
- Fase 3. Análisis: elaboración del plan de trabajo que incluye preguntas de investigación, objetivos, metodología, instrumentos de recolección y análisis de datos.
- Fase 4. Propuesta: se determinará en base a las pruebas piloto la concentración máxima de la solución de permanganato adecuada a las necesidades de la empresa. Se dará una propuesta de optimización.
- Fase 5. Evaluación de beneficios: con la concentración máxima determinada se ayudará a mejorar la productividad del área de atomizado,

así como la reducción de costos, debido a las reducciones de tiempo de proceso y mejor aprovechamiento del insumo que es la solución de KMnO_4 .

9.7. Universo y muestra

- Universo: son todos los pantalones de lona en estado rígido ya con el desgaste mecánico y desgaste químico (abrasión), que requieren de desgastes con atomizado de la solución de permanganato de potasio en áreas seleccionadas de la prenda (muslos parte delantera), que llegan a la lavandería industrial para el servicio de acabados especiales.
- Muestra: la muestra será tomada en forma aleatoria de los pantalones que arriben a la lavandería en los meses de junio y julio del 2022 del universo descrito en el párrafo anterior.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Para las técnicas de análisis de información se desarrollará un diagrama de control que refleje la información de los resultados que están arriba del rango de intensidad de desgaste, alta, intermedia y leve.

Se hará un análisis comparativo y cualitativo, entre las prendas con las que se realizó el experimento y los estándares aprobados por los clientes (muestras ejemplo aprobadas) comparando específicamente lo siguiente:

- La figura del desgaste
- La intensidad del desgaste
- El color del desgaste
- La intensidad del desgaste manual

Con el apoyo de un auditor del Departamento de Aseguramiento de calidad, se hará la inspección y comparación de las prendas muestras, a las que se les aplicó las distintas concentraciones de la solución de permanganato.

Para la medición de los beneficios a largo plazo, después de los resultados obtenidos, donde se tendrá debidamente determinado el punto de saturación máximo de permanganato de potasio, se tomarán datos de los rechazos del área de atomizado de permanganato de potasio, con lo que se tabulará las causas atribuibles a los rechazos para verificar que esta causa se redujo al menos en un 60 %.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

El trabajo de investigación es factible, porque se perfila como de gran apoyo para el programa de mejora continua que la empresa está desarrollando y cuenta con todo el apoyo y autorización de la entidad. La mayor parte de los costos de los recursos serán cubiertos por la empresa. Se requiere de recursos físicos, humanos y financieros para hacer viable el desarrollo de la investigación

- Físicos: se requiere de todos los recursos materiales necesarios para el desarrollo de la investigación, tales como: instalaciones, maquinaria y equipo, recursos tecnológicos, energía eléctrica, papelería y útiles, transporte e insumos químicos.
- Humanos: en los recursos humanos, se requiere de varios integrantes, como el asesor, el investigador, los colaboradores del área de objeto de estudio.

La empresa brindó la autorización y el apoyo necesario para recabar la información necesaria y conocer los procesos que se llevan a cabo.

- Financieros: dentro de los recursos financieros se menciona remuneración del asesor por brindar su guía, conocimiento y experiencia en la investigación, además del tiempo y dinero del investigador, quien cubrirá un porcentaje del financiamiento de este estudio.

A continuación, se presenta el presupuesto para la elaboración de este trabajo de investigación:

Tabla II. **Presupuesto**

Descripción		Cantidad	Costos	Porcentaje	Fuente Financiamiento
Recurso Humano	Supervisor área de atomizado	1	Q. 1 125,00	10 %	Empresa
	Operario área de atomizado	2	Q. 1 600,00	15 %	Empresa
	Auditor de Calidad	1	Q. 1 000,00	9 %	Empresa
	Investigador	1	Q. 0,00	0 %	Investigador
	Asesor de investigación	1	Q. 1 500,00	14 %	Investigador
Recursos Materiales	Pantalones de lona	18	Q. 2 052,00	19 %	Empresa
	Químicos para atomizar	2	Q. 54,00	5 %	Empresa
	Combustible y viáticos		Q. 700,00	7 %	Investigador
Recursos Físicos	Instalaciones y maquinaria		Q. 600,00	6 %	Empresa
	Papelería y útiles	100	Q. 200,00	2 %	Investigador
Recursos Tecnológicos	Computadora	1	Q. 0,00	0 %	Investigador
	Teléfono celular	1	Q. 0,00	0 %	Investigador
	Internet	1	Q. 800,00	7 %	Investigador
	Impresora	1	Q. 0,00	0 %	Investigador
Equipo	Equipo área atomizado	2	Q. 600,00	6 %	Empresa
TOTAL			Q. 10 717,00	100%	

Fuente: elaboración propia.

El 30 % del presupuesto será cubierto por el investigador. Siendo los recursos aportados suficientes para la investigación, se considera que es factible la realización del estudio

13. REFERENCIAS

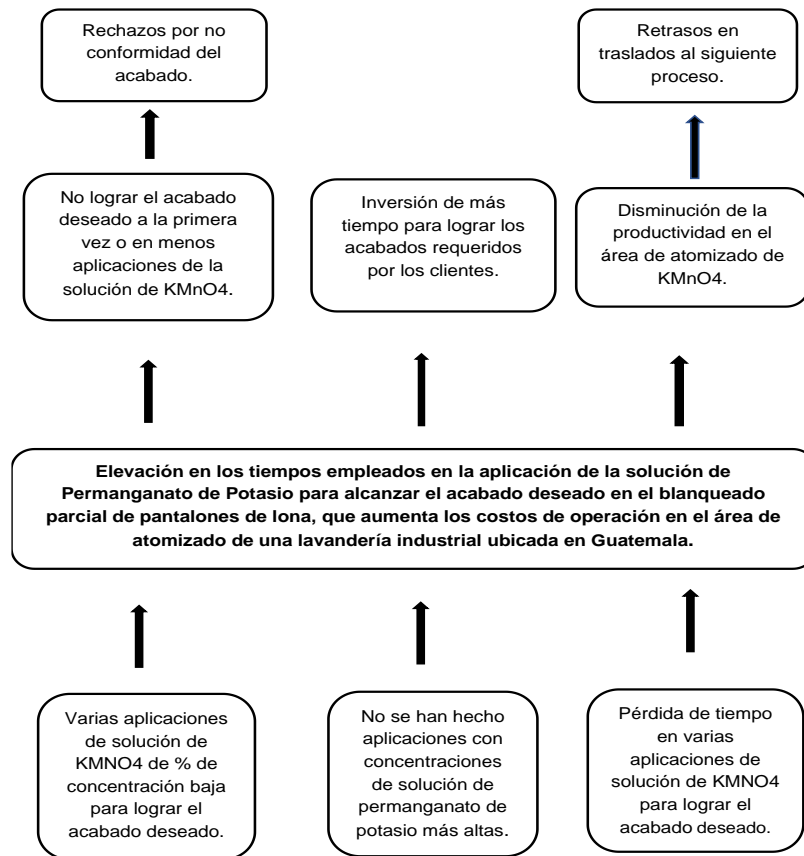
1. Alca, B. (2015). *Definición de Vintage*. Mexico, Pearson. Recuperado de <http://www.definicionabc.com/general/vintage.php>.
2. Bauab, C. (2001). *Lavador índigos y brines*. Brasil: Editorial Luz.
3. Bernolak, A. (2013). *Conocimientos Web.net*. Mexico, Pearson. Recuperado de <http://www.conocimientosweb.net/dcmt/ficha13898.html>.
4. Cabrera, C. (2009). *Estandarización de un proceso de manufactura de arrugas en tercera dimensión (WH3D) en pantalones de lona, utilizando resina glioxálica*. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
5. Choudhury, A. (2017). *Principles of textile finishing*. New York, Estados Unidos: Pearson.
6. Erhardt, T. (1980). *Tecnología textil básica*. Toluca, México: Trillas.
7. Estrada, M. (2014). *Diseño de investigación para la determinación del tiempo de duración de una solución de permanganato de potasio para la decoloración en pantalones de lona, para mejorar la productividad* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

8. Flowers, F. (2015). *Historia de la Moda*. México: Mc Graw Hill.
Recuperado de <http://es.scrib.com/doc/132455222/1-LA-MODA>.
9. Galvis, I. (2012). *Diseño de moda*. Mexico, Moderna Recuperado de <http://disenomoda.co:www.diseñomoda.co>.
10. Lam Herrera, J. R. (2005). *El efecto de la enzima la casa en la reducción del colorante índigo durante el lavado industrial de pantalones de lona (mezclilla)*. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala
11. Méndez González, R. E. (1999). *Estudio comparativo en la aplicación de celulasas ácidas y neutra, en el paso de abrasión en un proceso de lavado industrial a pantalones de mezclilla con piedra pómez*. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
12. Ravindra, V. A. (2018). *Study of Decolouration Effect on Denim by Ceric Sulphate Treatment using Statistical Modeling*. Estados Unidos: Crimson Publishers.
13. Siddique, A. H. (2018). *Optimization of discharge printing of indigo denim using potassium permanganate via response surface regression*. Estados Unidos: Mc Graw Hill.
14. Sumanth, D. (1996). *Administración de la productividad*. México: Mc Graw Hill.

15. Tew, J. (2001). *The magazine of the textile dyeing, printing and finishing industry*. Estados Unidos. Mc Graw Hill.

14. APÉNDICES

Apéndice 1. **Árbol del Problema**



Fuente: elaboración propia, realizado en Word.

Apéndice 2. Matriz de Coherencia

Objetivos	Variables	Indicadores	Técnicas e instrumentos	Metodología
Establecer los porcentajes de concentración óptimas para disminuir la cantidad de aplicaciones de la solución de permanganato de potasio, en la decoloración parcial de las partes seleccionadas de pantalones de lona.	Concentración de la solución de permanganato de potasio (KMnO ₄).	Porcentaje de las soluciones de permanganato de potasio que se utilizarán en las aplicaciones.	Mediciones a través de método de análisis químico cuantitativo (titulación) Observación	La metodología a utilizar se basará en investigación de campo y teórica, apoyándose en distintas herramientas investigativas para determinar la mejor solución para el problema planteado. Mediciones AQL, Tablas militares.
Calcular el porcentaje en se reducirán las aplicaciones de la solución de permanganato de potasio por pantalón de lona, según el acabado final deseado.	Cantidad de aplicaciones a realizar según concentración de la solución Apariencia	Porcentaje de aplicaciones por muestra determinada. Intensidad decoloramiento: Fuerte, intermedio y leve.	Contabilizar la cantidad de aplicaciones a realizar a las prendas por concentración de la solución KMNO ₄ e inspección visual de cada muestra.	
Establecer el porcentaje de aumento de la productividad en el área de atomizado de permanganato de potasio.	Medición de la productividad y de los costos	Porcentaje comparativo contra el 1er trimestre 2022 Cálculo de mejora de tiempo y costo unitario comparado con el 1er trimestre 2022.	Análisis de información histórica sobre productividad, tiempos de proceso y costos del área en estudio.	
Determinar el porcentaje en que se reducirán los rechazos por mala calidad.	Rechazos por mala calidad	Porcentaje de producto rechazado durante un mes de trabajo	Inspección visual, conteo de piezas y recopilación de información.	

Fuente: elaboración propia.