



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Mejora de la eficiencia de las máquinas de tejeduría en base a herramientas de
Lean Manufacturing en una empresa textil

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero(a) Industrial

AUTORES

Oliva Medina, Adriana Raquel
ORCID: 0000-0002-1166-6620

Utani Nolazco, Edgar
ORCID: 0000-0001-9535-9515

ASESOR

Falcón Tuesta, José Abraham
ORCID: 0000-0002-1070-7304

Lima, Perú

2022

Metadatos Complementarios

Datos del autor(es)

Oliva Medina, Adriana Raquel

DNI: 72376374

Utani Nolazco, Edgar

DNI: 44818080

Datos de asesor

Falcón Tuesta, José Abraham

DNI: 081883404

Datos del jurado

JURADO 1

Gustavo Raúl Quispe Canales

DNI: 08766026

ORCID: 0000-0002-1871-1295

JURADO 2

Rodríguez Vásquez, Miguel Alberto

DNI: 08544988

ORCID: 0000-0001-9829-2571

JURADO 3

Gómez Meza, Juan Jacinto

DNI: 09304991

ORCID: 0000-0002-1543-6814

Datos de la investigación

Campo del conocimiento OCDE: 2.11.04

Código del Programa: 722026

Mejora de la eficiencia de las máquinas de tejeduría en base a herramientas de Lean Manufacturing en una empresa textil

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%	22%	3%	12%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	www.escuelalean.es Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	2%
4	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	2%
5	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	2%
6	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	jmtcaneva.blogspot.com Fuente de Internet	1%
8	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
9	idoc.pub Fuente de Internet	

DEDICATORIA

“Dedico esta tesis primeramente a Dios por lograr convertirme en un profesional en el área que me gusta. Luego, a mis padres, Libertad Medina y Eliseo Olivia, porque han fomentado en mí, el deseo de superación y de triunfo en el trayecto de mi vida”.

Adriana Raquel Oliva Medina

“Dedico la presente tesis a mis padres, Juana Nolazco y Benjamín Utani, que con su amor, sacrificio y guía me lograron enseñar que con perseverancia se puede lograr cumplir con todas nuestras metas propuestas”.

Edgar Utani Nolazco

AGRADECIMIENTO

A Dios por darnos la fortaleza de seguir cumpliendo con nuestros objetivos y brindarnos de salud en estos tiempos difíciles.

A Nuestros padres por la confianza y motivación en nuestro desarrollo profesional.

Así mismo, a nuestro asesor, el Mg. Falcon Tuesta, Jose Abraham, por su enseñanza y apoyo en el desarrollo de la tesis.

Adriana Oliva Medina, Adriana Raquel

Utani Nolazco, Edgar

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
INTRODUCCIÓN.....	iii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Formulación del problema	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3 Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4 Delimitación de la investigación: temporal, espacial y temática	4
1.5 Importancia y justificación.....	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1 Marco histórico.....	7
2.2 Antecedentes del estudio de investigación	12
2.3 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio	19
2.4 Definición de términos básicos.....	38
2.5 Fundamentos teóricos que sustentan las hipótesis.....	39
2.6 Hipótesis	41
2.6.1. Hipótesis general.....	41
2.6.2. Hipótesis específicas	41
2.7 Variables.....	41
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	42
3.1 Enfoque, tipo, nivel y diseño de la investigación	42
3.2 Población y muestra	43
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	45
3.4 Descripción de procedimientos de análisis de datos	48
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	50

4.1 Presentación de resultados.....	50
4.2 Análisis de resultados	79
CONCLUSIONES	93
RECOMENDACIONES	94
REFERENCIAS	95
ANEXOS	100
Anexo 1: Matriz de consistencia	100
Anexo 2: Matriz de operacionalización.....	101
Anexo 3: Declaración de autenticidad.....	102

ÍNDICE TABLAS

Tabla N° 1. Resumen de resultados.....	28
Tabla N° 2. Unidad de análisis y muestras pre test y post test.....	45
Tabla N° 3. Matriz de análisis de datos.....	47
Tabla N° 4. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	49
Tabla N° 5. Muestra tiempo de parada de maquina pre-test.....	56
Tabla N° 6. Tabla de recorrido antes.....	58
Tabla N° 7. Tabla de recorrido después.....	59
Tabla N° 8. Muestra tiempo de parada de maquina post test.....	60
Tabla N° 9. Funciones del día.....	61
Tabla N° 10. Muestra tiempo de parada de maquina pre test.....	63
Tabla N° 11. 5W y 1H de SMED.....	65
Tabla N° 12. Funciones del operador.....	66
Tabla N° 13. Funciones del personal de limpieza.....	66
Tabla N° 14. Check list de recepción de máquina de tejer.....	67
Tabla N° 15. Formato de Control de limpieza del puesto de trabajo.....	68
Tabla N° 16. Check list de cambio de turno.....	68
Tabla N° 17. Muestra tiempo de parada de maquina post test.....	70
Tabla N° 18. Lista de causas de parada de maquina.....	71
Tabla N° 19. Muestra tiempo de parada de maquina pre test.....	72
Tabla N° 20. Procedimiento de verificación y control.....	73
Tabla N° 21. Formato de control de agujas.....	74
Tabla N° 22. Control de cantidad de agujas.....	74
Tabla N° 23. Check list de maquina.....	75
Tabla N° 24. Auditoria del programa de limpieza de control de agujas.....	75
Tabla N° 25. Muestra post test de tiempo de parada de maquina.....	77
Tabla N° 26. Resumen de resultados.....	78
Tabla N° 27. Muestra pre test variable dependiente 1.....	81
Tabla N° 28. Muestra post test variable dependiente 1.....	82
Tabla N° 29. Muestra post test variable dependiente 2.....	85
Tabla N° 30. Muestra post test variable dependiente 2.....	86
Tabla N° 31. Muestra pre test variable dependiente 3.....	89
Tabla N° 32. Muestra post test variable dependiente 3.....	90

ÍNDICE FIGURAS

Figura N 1. Diagrama de Pareto	1
Figura N 2. Diagrama de Ishikawa de los principales desperdicios generados en una línea de producción textil	2
Figura N 3. Evolución del marco histórico.....	8
Figura N 4. Oportunidad de mejora.....	22
Figura N 5. Sistema Lean (nivelado de la producción)	23
Figura N 6. Pilares del TPM.....	24
Figura N 7. Objetivo de la distribución en planta.....	27
Figura N 8. Distribución de planta	27
Figura N 9. Fases de la herramienta SMED	29
Figura N 10. Despilfarro.....	30
Figura N 11. Pasos del Mantenimiento Autónomo	33
Figura N 12. Justificación de la hipótesis.....	40
Figura N 13. Porcentaje de ventas de productos	50
Figura N 14. Organigrama de la empresa.....	52
Figura N 15. Rollos de tela.....	53
Figura N 16. Cuellos y Puños.....	53
Figura N 17. Almacén de telas	54
Figura N 18. Máquina de tejer circular.....	54
Figura N 19. Máquina de tejer rectilínea	55
Figura N 20: Secuencia de pasos para aplicar Distribución de planta.....	57
Figura N 21. Layout del área de tejeduría	57
Figura N 21. Layout del área de Tejeduría – nueva distribución	59
Figura N 22. Máquina de Tejer Circular (Área de trabajo)	62
Figura N 23: Secuencia de pasos para aplicar SMED	63
Figura N 24: Hoja de capacitación	69
Figura N 25. Diagrama de Pareto – Frecuencia de parada de máquina.....	71
Figura N 26: Secuencia de pasos para aplicar el mantenimiento autónomo	72
Figura N 27: Máquina de tejer Circular, verificación de agujas	73
Figura N 28: Hoja de capacitación	76
Figura N 29: Prueba de normalidad H1 – Pre test.....	81
Figura N 30: Prueba de normalidad H1 – Post test	82

Figura N 31. Prueba de hipótesis de T de Student de muestras emparejadas para tiempo de parada de máquina H1	83
Figura N 32. Datos estadísticos descriptivos de tiempo de paradas de máquina H1.....	84
Figura N 33: Prueba de normalidad H2 – Pre test	85
Figura N 34: Prueba de normalidad H2 – Post test	86
Figura N 35. Prueba de hipótesis de T de Student de muestras emparejadas para tiempo de parada de máquina H2	87
Figura N 36. Datos estadísticos descriptivos de tiempo de paradas de máquina H2.....	88
Figura N 37: Prueba de normalidad H3 – Pre test	89
Figura N 38: Prueba de normalidad H3 – Post test	90
Figura N 39. Prueba de hipótesis de T de Student de muestras emparejadas para tiempo de parada de máquina H3	91
Figura N 40. Datos estadísticos descriptivos de tiempo de paradas de máquina H3.....	92

RESUMEN

El presente estudio de investigación desarrolla la aplicación de prácticas de manufactura esbelta (Lean Manufacturing) en una empresa textil, dedicada a la producción de telas a base de hilos. Basándose especialmente en el área de producción, esto va encaminado a incrementar la productividad de la MYPE en estudio.

Luego de obtener información del propietario y gerente de producción, se supo que la empresa estuvo generando penalidades económicas, debido a que la tela fabricada presentaba fallas en la producción. Esto se debe a la falta de organización, tiempo muerto, que existe y compromete a la producción estimada.

Considerando esta situación, se utilizaron métodos de Lean Manufacturing (Distribución de planta, SMED y Mantenimiento autónomo).

De este análisis de simulación se concluyó que para su aplicación efectiva la organización debe ser robusta y comprometida con la aceptación de los cambios propuestos. La gestión de mejora de la productividad tuvo un resultado de 67.78%. Esto llevó al uso de distribución de planta con el cual se pudo incrementar una máquina.

Palabras clave: Lean manufacturing, flujo continuo, eficiencia, productividad, textil.

ABSTRACT

Our research study develops the application of lean manufacturing practices (Lean Manufacturing) in a textile company, dedicated to the production of thread-based fabrics. Based especially on the production area, this is aimed at increasing the productivity of the MYPE under study. With the first tool, it was possible to improve the control of thread supplies, which increased the efficiency of the machines in the weaving area.

After obtaining information from the owner and production manager, it was learned that the company was generating economic penalties, because the manufactured fabric had production flaws. This is due to the lack of organization, dead time, that exists and compromises the estimated production.

Considering this situation, Lean Manufacturing methods (Plant layout, SMED and Autonomous Maintenance) were used.

From this simulation analysis it was concluded that for its effective application the organization must be robust and committed to accepting the proposed changes. The productivity improvement management had a result of 67.78%. This led to the use of plant layout with which a machine could be increased.

Key words: Lean manufacturing, continuous flow, efficiency, productivity, textile.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación surge de la necesidad de implementar una mejora en una empresa textil dedicada a la prestación del servicio de tejeduría, en el cual se realizó los análisis de sus problemas internos en su proceso de tejeduría, determinando el problema principal, específico y causas de estos, planteando hipótesis para dar soluciones a sus problemas, que serán desarrollados en base a objetivos planteados en los presentes capítulos.

Con respecto a la problemática en el área de tejeduría se desarrolla un plan de mejora de la eficiencia con la finalidad de incrementar la productividad aplicando las herramientas de Distribución de Planta, SMED y Mantenimiento Autónomo.

La estructura de la presente tesis es la siguiente:

En el capítulo I, se orientó en el planeamiento de la tesis de investigación, formulación de los problemas y objetivos, tanto de forma general y específicos. Asimismo, la justificación e importancia del estudio.

En el capítulo II, se desarrolló el marco teórico en donde se presentan los antecedentes, conceptualización de las bases teóricas vinculadas a las variables de estudio y la definición de términos básicos.

En el capítulo III, se detalla las hipótesis, estas fueron probadas durante el trabajo que han sido materia de la investigación. Además, se definieron las variables respectivas y la operacionalización de estas.

En el capítulo IV, se desarrolló el diseño metodológico, en donde se definió el tipo y nivel de investigación, enfoque, población y muestra. Así como las técnicas de recolección de datos y los métodos de procesamiento.

Por último, las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

En los últimos 5 años antes de la pandemia, el déficit de la balanza comercial de la industria textil y de la confección creció cada vez más debido a un aumento en los ingresos por importaciones (un 3% anual en el período 2015 - 2019) en comparación con las exportaciones (un 1.0% crecimiento anual).

En la confección textil es muy común descubrir defectos en las telas, hilos, que pueden ser causados por problemas con las máquinas o por los tejedores. Es por lo que es de suma importancia asegurarse de que la mercancía esté libre de cualquier defecto verificado por el auditor de la empresa solicitante y por el departamento de calidad de la empresa textil, que reconoce el defecto al momento de verlo, así como un conocimiento profundo de la forma de los tejidos utilizados en la prenda.

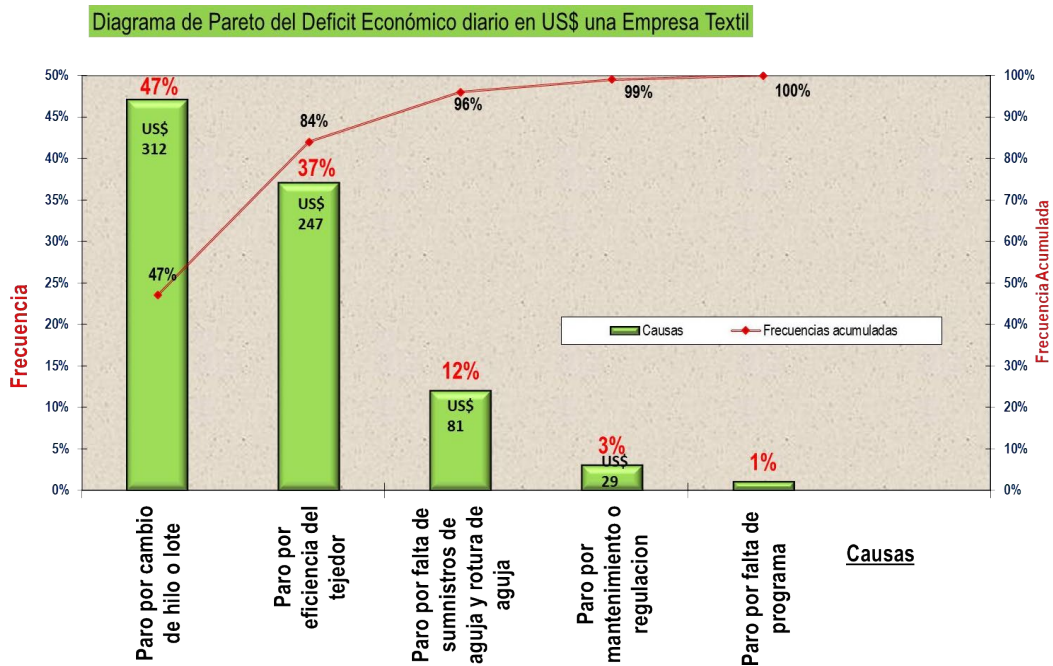


Figura N 1. Diagrama de Pareto
Fuentes: Elaboración propia

En 2019, el déficit comercial alcanzó el valor más alto (593 millones de USD FOB) en el período de análisis. Sin embargo, su intensidad aumentó durante el año de la pandemia. En 2020, el déficit comercial volvió a aumentar con un valor FOB de US\$ 954 millones debido a un mayor dinamismo de las importaciones (-0,8% de crecimiento) frente a las exportaciones (disminución del 27,0%)

Tan importante como el punto anterior es asegurarse de que los largos, medidas y pesos de los tejidos sean los correctos. Ya sea que se trate de tela lista para usar o enrollada, las medidas precisas son esenciales para evitar el desgaste de la tela y los defectos de la prenda en tamaño, largo y ancho.

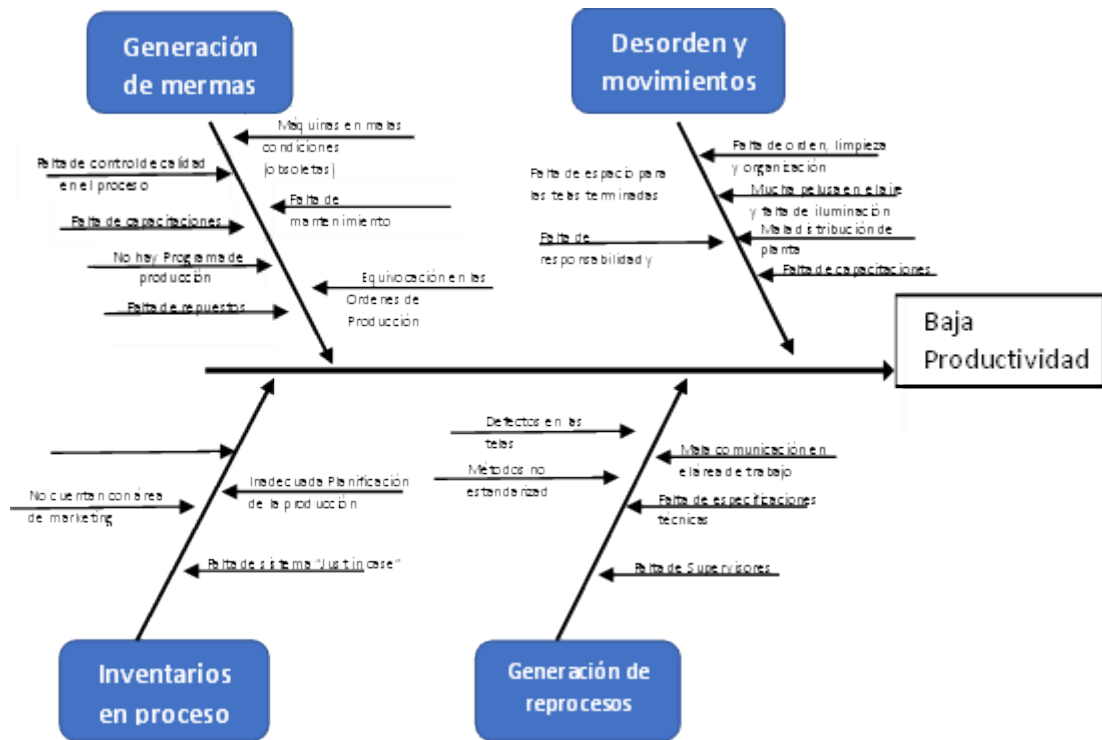


Figura N 2. Diagrama de Ishikawa de los principales desperdicios generados en una línea de producción textil

Fuente: Elaboración propia

El área presenta una baja productividad, causada por los siguientes factores:

Eficiencia de las máquinas de tejeduría

La eficiencia en la empresa en estudio posee un papel muy importante, pero existe una diferencia entre los kilos estimados en producción y el peso real de estos, existiendo una variación de hasta un 50%, en consecuencia, a ello esto genera un déficit económico, reflejado en sus ingresos.

Cambio de hilo para las máquinas de tejeduría

El cambio de hilo para las maquinas tejedoras es una demora constante en la producción, y esto se debe a la ubicación del almacén, y al recorrido a diario que

realiza el operario para el abastecimiento de sus máquinas a disposición, teniendo este una mayor distancia y generando un tiempo innecesario.

Rotura de hilos en funcionamiento de las máquinas de tejeduría

La rotura de hilos se considera uno de los problemas debido a que esto se origina por el tipo de hilo que el cliente envía para la confección, siendo este de muy baja calidad si bien el precio de tejido es más elevado ya que genera constantes paradas, este conlleva un tiempo.

El tiempo de parada por falta de suministro de agujas y cambio de agujas para las máquinas de tejeduría

La falta de suministro que posee la empresa textil en estudio se debe a que no cuentan con un plan de mantenimiento, solo es un control manual que se lleva, otro de los factores que afecta es el tema de importación de estas agujas el tiempo de espera que en varias ocasiones generan una mayor demora, debido al suceso la empresa usa agujas nacionales, siendo de menor calidad.

1.2 Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo mejorar la eficiencia de las máquinas de tejeduría?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cómo reducir el tiempo de parada por cambio de hilo para las máquinas de tejeduría?
- b) ¿Cómo reducir el tiempo de parada por rotura de hilos durante el funcionamiento de las máquinas de tejeduría?
- c) ¿Cómo reducir el tiempo de parada por rotura de agujas de las máquinas de tejeduría?

1.3 Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Implementar Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia de las máquinas de tejeduría.

1.3.2. Objetivos específicos

- a) Implementar distribución de planta para reducir el tiempo de parada por cambio de hilo para las máquinas de tejeduría.
- b) Implementar SMED para reducir el tiempo de parada por rotura de hilo durante el funcionamiento de las máquinas de tejeduría.
- c) Implementar mantenimiento autónomo para reducir el tiempo de parada por rotura de agujas de las máquinas de tejeduría.

1.4 Delimitación de la investigación: temporal, espacial y temática

Delimitación temporal:

La información y los datos recopilados comprenden desde 01 de junio de 2022 hasta el 31 de octubre de 2022.

Siendo el análisis pre test desde 01 de junio de 2022 hasta el 31 de julio de 2022.

La implementación en agosto de 2022.

El análisis post test desde 01 de setiembre de 2022 hasta el 31 de octubre 2022.

Delimitación espacial:

La unidad de estudio se desarrolla en el área de Tejeduría de una empresa textil situada en el departamento de Lima, en la provincia de Lima en el distrito de Ate-Vitarte en Perú.

Delimitación temática:

“Delimitar un tema de estudio significa, enfocar en términos concretos el área de interés, especificar sus alcances, determinar sus límites. Es decir, llevar el problema de investigación de una situación o dificultad muy grande de difícil solución a una realidad concreta, fácil de manejar” (Chinchilla, 2015).

La presente investigación se basa en la mejora de la eficiencia de las máquinas de tejeduría, aplicar la herramienta Lean Manufacturing, así lograr la mejora en Eficiencia y por consiguiente el incremento de ventas.

1.5 Importancia y justificación

Importancia

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) “Una investigación llega a ser conveniente por diversos motivos: tal vez ayude a resolver un problema social, a formular una teoría o a generar nuevas inquietudes de investigación.”

La siguiente investigación se enfoca en analizar y evaluar el proceso de tejeduría; del cual mejorar la eficiente de las máquinas de tejeduría haciendo uso de herramientas para minimizar las pérdidas en el proceso de tejeduría; logrando que las pérdidas sean menores e incremente la eficiencia.

Justificación teórica

“Una investigación tiene una justificación teórica cuando el propósito de estudio es generar reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente. Cuando en una investigación se busca mostrar las soluciones de un modelo, está haciéndose una justificación teórica.” (Bernal, 2010, p.106).

El desarrollo del presente trabajo se hace con el objetivo de aportar al conocimiento ya existente sobre cómo mejorar el control de las máquinas de tejeduría, del cual como resultado es la reducción de mermas y pérdidas, buscando optimizar y mejorar de forma eficiente el proceso de tejeduría; para que dicho estudio pueda ser incorporado como conocimiento.

Justificación práctica

“Se considera que una investigación tiene justificación práctica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo” (Bernal, 2010).

El desarrollo del presente trabajo se hace a la necesidad de mejorar la eficiencia de las maquinas en el proceso de tejeduría, esto debido a que la empresa. no ha desarrollado un plan adecuado de sus procesos de tejeduría no mucho menos hace uso de alguna herramienta de lean manufacturing, lo cual ocasiona que no se

minimice las pérdidas y a su vez no se mejore la eficiencia de las máquinas; por lo que el presente trabajo es conveniente.

Justificación metodológica

Según Bernal (2010) “En investigación científica, la justificación metodológica del estudio se da cuando el proyecto que se va a realizar propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable”.

El desarrollo de la investigación servirá de referencia para otros tipos de casos enfocados en la mejora de la eficiencia de las máquinas de tejeduría. Con el desarrollo de un plan en el proceso de tejeduría donde participan las máquinas y el uso de herramientas de lean manufacturing se minimizará las pérdidas y esto a su vez mejorará la eficiencia de las máquinas. Este trabajo podrá servir como material referencial para otros estudios que puedan realizar estudiantes de ingeniería y afines; y personas interesadas.

Justificación económica

“Es fundamental que los propósitos de la empresa o sus gestores profesionales definan de manera clara y previa qué objetivos y metas se tienen que alcanzar, por lo que se refiere a la mejora del nivel de beneficios de la posición competitiva o la valoración de las acciones de la empresa en el mercado de valores.” (Bernal, 2010, p.106).

El desarrollo de la mejora de la eficiencia de las máquinas de tejeduría permitirá minimizar las pérdidas en el proceso de tejeduría y por ende una mejora en la eficiencia de las máquinas lo cual indirectamente generará mayores beneficios para todos los socios de la empresa al desarrollar de forma más eficiente de tejeduría, lo que significa menos pérdidas en la producción de telas.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco histórico

Lean Manufacturing

Gran parte de los pilares fundamentales del Lean Manufacturing encuentran su origen a principios del siglo XX en Estados Unidos, donde F.W. Taylor y Henry Ford, padres del automóvil moderno y de las primeras líneas de fabricación industrial, introdujeron algunas técnicas para optimizar sus propios procesos de producción en serie.

No obstante, estos primeros esfuerzos de Taylor y Ford, fueron llevados a un grado de excelencia y sofisticación paradigmáticos por los japoneses a lo largo de todo el siglo XX.

Una de las figuras más relevantes de esta cultura de fabricación, la encontramos en Sakichi Toyoda, que junto a su hijo Kiichiro fundarían en 1937 la Toyota Motor Company.

El germen de lo que ha terminado siendo el Lean Manufacturing y el Toyota Production System lo encontramos en los exitosos telares inventados por Sakichi Toyoda, quien incorporó a sus máquinas un dispositivo, al que llamó Jidoka, capaz de detectar incidencias y problemas de calidad en la confección, a través del cual se avisaba con una alerta en tiempo real a los operarios cuando se rompía un hilo.

Así, este sistema de detección de errores paraba la máquina cuando algo no marchaba según lo previsto y evitaba producciones defectuosas, evitando pérdidas de tiempo y dinero. Los telares de Toyoda Automatic Loom se vendieron por miles, y el dinero obtenido por sus ventas fue el que generó el capital necesario para que Sakichii y Kiichiro crearan la empresa de automoción que hoy conocemos como Toyota. (Aunque no es muy conocido, Toyota sigue hoy presente en el negocio textil, en la fabricación de telares automáticos y máquinas de coser eléctricas).

El afán de los fundadores de Toyota por realizar producciones que evitaran en lo posible cualquier desperdicio encuentra, por tanto, su origen en las máquinas ideadas por Sakichii, pero indudablemente se vio también espoleado por la coyuntura social y política derivada de la segunda guerra mundial, en la que Japón, en plena recesión, tuvo que aprender a hacer más con menos y ser eficientes y productivos al extremo.

En la Figura N 3 se muestra una línea de tiempo con la evolución del marco histórico.

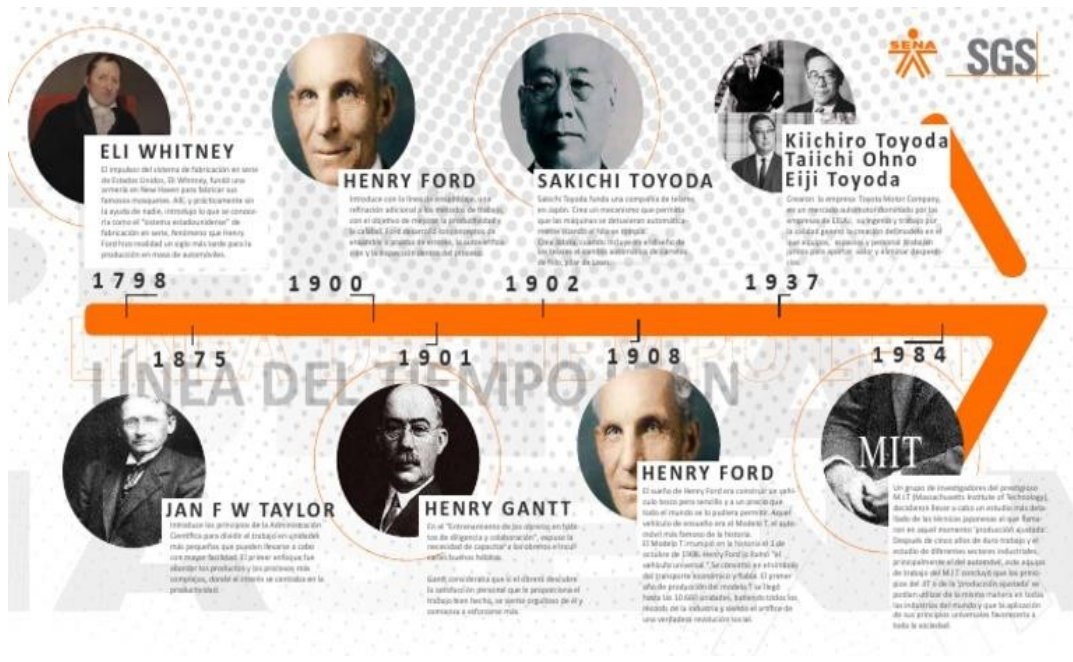


Figura N 3. Evolución del marco histórico

Fuente: Elaboración Propia

Sakichi Toyoda

A fines de la década de 1980 se comenzó a hablar del sistema de producción de Toyota en todo el mundo, entonces los orígenes de Lean se encuentran en la figura de Sakichi Toyoda (1867-1930). Inventor textil y empresario, ha creado más de un centenar de patentes.

Alrededor de 1890, la industria textil japonesa era artesanal. Ancianas tejiendo en casa. En los pueblos, cada casa tenía un telar. Sakichi Toyoda era una persona que le gustaba observar, y de vez en cuando se pasaba el día entero mirando como tejía su abuela. Cuanto más miraba, más le interesaba lo que hacía.

Como resultado de sus observaciones y análisis, solicitó muchas patentes, entre las que se encontraba la máquina del telar automático: la característica principal de la máquina es la capacidad de detenerse cuando uno de los hilos se rompe, evitando que la máquina siga produciendo tela defectuosa.

Mostro una actitud desafiante hacia los europeos y estadounidenses, rivalidad. Según Ohno, su misión en los negocios y en el mundo es cultivar y ejercitar la inteligencia

innata de los japoneses, vender productos japoneses auténticos producidos por su intelecto y potenciar la economía nacional.

En el año 1911 realizó una visita a los Estados Unidos para estudiar otros tipos de telares automáticos. Pero también pudo ver automóviles: la popularidad de los automóviles tenía un gran crecimiento y diversas empresas estaban tratando de fabricarlos. Encontró muchas similitudes entre sus artesanías y los automóviles, y al regresar a Japón, comenzó a formarse una visión de la industria automotriz.

Kiichiro Toyoda

Kiichiro Toyoda (1894-1952) trabajó para desarrollar y comercializar el telar automático de su padre. En el año 1930 viajó a Inglaterra para negociar la venta de una patente para un telar. Eventualmente lo vendieron por \$ 500,000. Durante este viaje, visitó New York. Aunque a Kiichiro también le interesan los autos, es sin duda en esa ciudad se sentía más influenciado.

Cuando regresó, según cuenta su padre, gastó el dinero de la patente en investigación para incursionar en el campo automotriz. Según Ohno, "un acto lleno de visión y futuro".

En el año 1930 muere Sakichi Toyoda. Se le atribuye la creación del concepto de una máquina inteligente y la aplicación continua del análisis observacional directo (gemba).

TOYOTA se estableció en 1937. Kiichiro Toyoda fue nombrado vicepresidente ejecutivo. Tan feroz e intransigente como su padre, en 1933 anunció su objetivo de desarrollar automóviles nacionales para el público: "Aprenderemos las técnicas de producción del método americano de producción en masa. Pero no lo copiaremos tal como es". Es considerado el padre del vehículo japonés.

La industria estadounidense en ese momento tenía grandes equipos y líneas de montaje. Este nivel de equipo requiere una inversión significativa que da como resultado la producción de grandes lotes de productos para reducir el costo unitario de producción. Toyota no tenía los recursos necesarios.

Alrededor de este tiempo, los automóviles comenzaron a popularizarse y el mercado comenzó a demandar modelos más diversos.

Kiichiro Toyoda diseña su propio sistema basado en su propia creatividad e investigación: la producción justo a tiempo. La producción en masa de productos grandes requiere grandes inversiones y grandes flujos de efectivo para comprar, mover y almacenar grandes cantidades de materias primas y productos semiacabados. El sistema de producción de Toyota debía tener en cuenta la baja disponibilidad de recursos y poder atender la diversa demanda de vehículos. Por lo tanto, el sistema de producción debe basarse en:

- Máquina pequeña, necesita menos inversión.
- Muy flexible, adaptándose rápidamente a las necesidades cambiantes y reduciendo los tiempos de conversión.
- Inventario mínimo, porque de esta manera se reducen los requerimientos de efectivo y se mejora el flujo de caja.
- Trabajadores versátiles.
- Potente sistema de auto inspección para evitar producir productos defectuosos.

Una vez diseñado el sistema de producción, su implementación comenzó poco después de la Segunda Guerra Mundial. Cuando terminó la guerra, Kiichiro Toyoda fijó como objetivo de la empresa alcanzar el nivel de productividad de las empresas estadounidenses en tres años. Entonces se consideró que la productividad de un trabajador estadounidense era nueve veces mayor que la de un trabajador japonés. De lo contrario, “la industria automotriz japonesa no sobreviviría”.

Taiichi Ohno

Es un hecho bien conocido que el Sistema JIT (justo a tiempo) se inició en los años posteriores a la Segunda Guerra Mundial en Japón por el Sistema Automotriz Toyota. La familia Toyoda en Japón decidió cambiar su negocio de producción de textiles para automóviles. Como no pueden competir con los grandes fabricantes, tienen que entrar a competir en el mercado pequeño, entonces tienen que hacer muchas piezas, la cantidad es pequeña y no hay mucho capital.

En el año 1942, Hilados y Tejidos Toyoda se disolvió y Taiichi Ohno (1912-1990) se transfirió a Toyota Motor. Este ingeniero es responsable del desarrollo completo del sistema de producción de Toyota Production System (TPS) y de implementarlo

en toda la empresa. Tras los buenos resultados obtenidos, la dirección de la empresa amplió continuamente sus responsabilidades hasta 1975, cuando fue nombrado vicepresidente Ejecutivo adjunto. En 1978 se retiró.

Después de otro viaje a los Estados Unidos que Ohno realizó en 1956 para visitar las plantas de fabricación de General Motors y Ford, una de las otras ideas fundamentales sobre TPS surgió por accidente: "la mayor impresión la tuve a consecuencia de la gran implantación de supermercados en América". Un supermercado es un lugar donde el cliente puede obtener lo que necesita, cuando lo necesita y en la cantidad que necesita y que este producto será repuesto solo si se agota. Ohno introdujo kanban, la base de la fabricación justo a tiempo, y la idea de un "supermercado" para reducir el inventario y facilitar la producción continua.

Con estas instalaciones, Taiichi Ohno y el Dr. Shigeo Shingo trabajaron para crear el Sistema de producción de Toyota. Aunque el concepto se originó con el concepto de partes intercambiables de Eli Whitney más tarde en la línea de ensamblaje de Henry Ford, este último objeto de estudio por parte de los creadores del Product System export Toyota.

El sistema Ford se basa en una cadena de montaje donde todas las piezas se mueven sin problemas a otro punto de valor añadido. Las piezas se ensamblan en un flujo continuo. Incluso Henry Ford puede no entender los fundamentos de su sistema, pero le ahorró mucho dinero y lo convirtió en el hombre más rico de su tiempo. Pero una de sus limitaciones es el sistema de propulsión (sobreproducción para la línea).

Taiichi Ohno y Shigeo Shingo mejoraron la flexibilidad y redujeron el trabajo en curso gracias a un sistema de tracción en comparación con un sistema de empuje (manteniendo el 100 % de la capacidad de la máquina, generando un exceso de producto para este último proceso a un bajo costo). por lo tanto, establecido por el sistema Ford, un sistema que demostró ser inflexible frente a los desarrollos futuros.

Este sistema, desarrollado por Toyota entre 1949 y 1975, pasó desapercibido para otras empresas, incluso en Japón. Pero durante la crisis del petróleo de 1973, la economía japonesa sufrió y la mayoría de las industrias sufrieron pérdidas. Toyota ha solucionado estos problemas. Esto ha llamado la atención de otras empresas japonesas.

Contrariamente a la creencia popular, Lean Management no es un sistema de producción propio de la cultura japonesa. Prueba de ello es que no fue hasta la crisis del petróleo de 1973 que el resto de la industria japonesa se interesó por el TPS: ¿Cómo puede Toyota seguir rindiendo bien en un periodo de crecimiento cero?

James Womack

Este sistema se hizo popular en el mundo con el libro "The machine that change the world" escrito por James Womack en 1990. Llamó al sistema "Lean Manufacturing".

Muchas personas han aplicado las técnicas de elaboración de herramientas sin entender su significado. En este sistema, algunos han fallado, otros no, el objetivo principal de este sistema es eliminar completamente el desperdicio a través de la estandarización de tareas.

En el siguiente volumen, Lean Thinking (Womack & Jones, 1996), se describen cinco principios Lean.

- Reconocer la cadena de valor de cada producto.
- Mapeo de flujo de valor.
- Circulación continua del producto en todo el proceso.
- Estableció el concepto de que el siguiente proceso requiere el proceso anterior, un sistema de extracción, entre todos los pasos donde puede haber un flujo continuo.
- Una gestión hacia la perfección que reduce permanentemente el número de pasos, el tiempo de producción y la información necesaria para atender a los clientes.

Este sistema ha tenido tanto éxito que se ha aplicado a otras áreas o actividades de la empresa que no pertenecen al sector de la fabricación, como Lean Office, Lean design, Lean Construcción, etc.

2.2 Antecedentes del estudio de investigación

Nacionales

Castillo y Shimabukuro. (2021) en su tesis para optar por el Título Profesional de Ingeniero Industrial “Mejora del área de producción en la empresa BERR TEXTIL

PERU S.A.C. aplicando la metodología de la 5s”, presentado a la Universidad de Lima de Lima-Perú, señala lo siguiente:

Como Objetivo General, determinar que la mejora del área de producción en la empresa BERR Textil Perú S.A.C. es factible técnica, económica y socialmente, mediante la aplicación de la metodología de las 5S. Trabajó una población y muestra de estudio de estampados de tela.

Desarrolló un tipo de investigación aplicada, aplicando registros como instrumentos para la recolección de datos.

- ✓ Mediante un diagnóstico de la situación actual de la empresa BERR Textil Perú S.A.C., se identificaron cuatro oportunidades de mejora en los procesos clave, determinando así el incremento de producción defectuosa en estampados como el problema prioritario de la empresa
- ✓ La inversión para la propuesta de mejora es de S/24 150, y se consideran costos mensuales para mantener la metodología de S/ 1 900. Consecuentemente, se obtuvo un VAN de S/ 25 741 y una TIR de 12,95%. Así mismo, los indicadores sociales de densidad de capital, intensidad de capital y relación producto - capital resultaron favorables para la empresa. Como resultado del análisis se demuestra la factibilidad técnica, económica y social de la propuesta de mejora.
- ✓ Se determinaron tres causas raíz: falta de mantenimiento planificado, falta de procedimientos y métodos de trabajo, y el desorden en la planta de producción. Las dos últimas causas raíz mencionadas generan el 79,48% de los metros estampados defectuosos, por lo que se propone la implementación de la metodología 5S para mitigar sus efectos

Este antecedente desarrolla un modelo de aplicación para la mejora de procesos basada en las herramientas Lean Manufacturing, en consecuencia, se obtendrá posibles soluciones para realizar una mejora en el área de procesos que se analizan y ayudan adaptarse a la investigación actual.

Hurtado, J. (2021) en la tesis “Propuesta de mejora de eficiencia de producción en una pyme textil de confección de Jean en Lima utilizando herramientas Lean

Manufacturing y Estudio del Trabajo basado en la Gestión de la Cultura”, presentado a la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas de Lima- Perú, señala lo siguiente:

Como objetivo General, Mejorar la eficiencia de producción en una pyme textil-confección de jean utilizando Herramientas Lean Manufacturing y Estudio del Trabajo basado en la Gestión de la Cultura. Trabajó una población de empresas pymes textil y muestra de estudio de jean línea denim.

Desarrolló un tipo de investigación aplicada, aplicando formatos de registros como instrumentos para la recolección de datos.

- ✓ El sector de confecciones es intensivo en mano de obra; por ello, necesita de personal capacitado que logre incrementar la eficiencia de la producción.
- ✓ La aplicación del Estudio de Trabajo ha permitido evaluar los métodos utilizados de la empresa para el desarrollo de sus actividades con la finalidad de mejorar el aprovechamiento de sus recursos y establecer métodos estándar de trabajo.
- ✓ La implementación de las 5S ha permitido tener un ambiente de trabajo más limpio, ordenado y agradable. Esta metodología ha ayudado a contribuir en el desarrollo de buenos hábitos dentro de la organización.

Este antecedente desarrolla un modelo de aplicación para la mejorar la productividad basándose en el uso de la herramienta Lean Manufacturing, siendo La eficiencia es una métrica de investigación utilizada para el análisis y la adaptación de la investigación actual.

Mejía, S. (2013) en su tesis para optar por el Título Profesional de Ingeniero Industrial “Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta”, presentado a la Pontificia Universidad Católica del Perú de Lima – Perú, señala lo siguiente:

Como objetivo general, Desarrollar el análisis y la propuesta de mejora del área de confecciones de la empresa en estudio por medio de la aplicación de herramientas de manufactura esbelta. Trabajó una población de empresas textil-confección, y muestra de estudio de confección de ropa interior.

Desarrolló un tipo de investigación aplicada, aplicando principios y modelos de la manufactura.

- ✓ La implementación de la herramienta SMED nos permite conocer al detalle el proceso de operación y puesta en marcha de una línea de confecciones tanto en sus aspectos operativos como de calidad y seguridad.
- ✓ Las aplicaciones de las herramientas de manufactura esbelta le proporcionan a la empresa una ventaja competitiva en calidad, flexibilidad y cumplimiento, que a largo plazo se verá reflejado en aumento de ventas y mayor utilidad por parte de la empresa.
- ✓ la implementación es factible de realizar en la línea de algodón del área de confecciones para la familia de productos M003, M012 y M016 con un VAN FCE de S. / 4 543.62 >0 y una TIR FCE de 36%.> COK.

Este antecedente desarrolla un modelo de aplicación para la mejorar la producción basándose en la implementación de TPM Mantenimiento Productivo Total, eliminando falla de equipos, reducción de eficiencia, por materias primas, son problemas comunes, será, analizado y ajustado al presente estudio.

Eyzaguirre, J. (2013) en su tesis para optar por el Título Profesional de Ingeniero Industrial “Propuesta de mejora de la productividad en el área de tejeduría de una empresa textil”, presentado a la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas de Lima – Perú, señala lo siguiente:

Como objetivo general, Preparar al personal para la ejecución eficiente de sus responsabilidades en sus puestos de trabajo. Trabajó una población de la empresa textil confección y muestra de estudio de tejido en crudo.

Desarrolló un diseño descriptivo-correlacional, aplicando hojas de registro como instrumentos para la recolección de datos.

- ✓ A partir de la nueva codificación para las máquinas tejedoras se podrá realizar un seguimiento adecuado y un registro más preciso al momento de solicitar repuestos e insumos necesarios para su funcionamiento.
- ✓ Las alternativas de mejora propuestas mostraron que la Disponibilidad se puede incrementar de 84% hasta 89%, la Eficiencia mantiene el mismo valor

del 95%, y la Tasa de Calidad, de 94% hasta 95%. De esta forma la Eficiencia Global de Equipos aumenta de 75.09% a 80.20%.”

- ✓ Con la propuesta de cambiar de 3 a 2 turnos de trabajo, al tener una mayor cantidad de trabajadores por turno, cada uno de ellos ya no estará encargado de trabajar con 3 máquinas sino con 2; de esta forma, podrá estar más atento a cualquier incidencia que se pueda presentar mientras estas revisando cualquiera de las tejedoras.

Este antecedente desarrolla la aplicación de la herramienta Lean Manufacturing, técnicas de mantenimiento preventivo y herramientas de gestión de mantenimiento, esto será analizado e implementado en nuestro estudio.

Antecedentes Internacionales

Ocaña, A. (2016) en su tesis para optar por el Título Profesional de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización “Plan para la mejora de la calidad a través del control de fallos del proceso productivo de tela jersey en la empresa JHONATEX”, presentado a la Universidad Técnica de Ambato de Ambato – Ecuador, señala lo siguiente:

Como objetivo general, Desarrollar un plan para la mejora de la calidad a través del control de fallos del proceso productivo de tela Jersey en la empresa Jhonatex. Trabajó una población y muestra de estudio de 100 individuos.

Desarrolló un tipo de investigación aplicada, aplicando la investigación de campo y investigación bibliográfica documental, como instrumentos para la recolección de datos.

- ✓ Con la aplicación de la matriz AMEF se identifican 20 causas de las fallas con un NPR alto y medio que son las que necesitan ser corregidas con prioridad para lo cual se elabora el plan de mejora donde se proponen acciones correctivas para las cada una de las principales causas detectadas
- ✓ Se complementa el plan con un manual de procedimientos el mismo que está conformado por los procedimientos de recepción de materia prima, tejido, formulación de colores, teñido y acabados, cada uno con sus respectivos indicadores y anexos, lo cual contribuye a mejorar la calidad del producto y

también ayuda a la estandarización del proceso de elaboración de tela Jersey Licra Poli algodón.”

Este antecedente desarrolla la aplicación de la herramienta Lean Manufacturing, se detectará los fallos existentes durante el proceso productivo para la fabricación de tela en la empresa, estos datos se analizarán y se adaptarán a nuestro estudio.

Guerrero, J. (2019) en su tesis de para optar por el Título Profesional de Ingeniero de Empresas “El Lean Manufacturing y la competitividad dentro del sector textil del Cantón de Ambato”, presentada en la Universidad Técnica de Ambato de Ambato – Ecuador, señala lo siguiente:

Como objetivo general Investigar la incidencia de la aplicación del Lean Manufacturing dentro de la competitividad del sector textil del Cantón de Ambato con la finalidad de mejorar las deficiencias del sector textil del Cantón Ambato a través de las herramientas Lean, permitiendo un adecuado soporte textil y cuya aplicación no requiera un mayor costo. Trabajó una población y muestra de estudio de 174 empresas con la denominación de “fabricación de otros productos textiles”.

Desarrolló un diseño correlacional, aplicando la encuesta y observación directa como instrumentos de recolección.

- ✓ La implementación del Lean Manufacturing dentro de la empresa Confecciones “Aidita” incidió favorablemente al rendimiento de la empresa mejorando su competitividad, con el control de calidad
- ✓ Se Mejoró la calidad de los productos reduciendo y eliminando las no conformidades, además la empresa podrá realizar planificación de la producción, si mantiene la manufactura esbelta podrá reducir la sobre producción y el stock excesivo como una consecuencia de las acciones tomadas.
- ✓ el JIT permitirá abastecer a tiempo los materiales, a su vez se redujo los cuellos de botella y los movimientos innecesarios, se suprimió acciones que no generan valor añadido al producto y por el contrario las operaciones se centran en ejecutar acciones con valor añadido aumentando la eficiencia en el sistema productivo, reduciendo el tiempo de flujo y dejado por sentado el uso de indicadores de gestión.

El aporte de esta tesis fue que como solución viable se implemente la manufactura esbelta para así minimizar desperdicios y aumentar costo-beneficio, y se relaciona con el presente trabajo de investigación en la reducción de despilfarros en la cadena de producción.

Orozco, J; Cuervo, V; Bolaños, J. (2016) en su tesis de para optar el Título Profesional de Ingenieros Industriales “Implementación de Herramientas Lean Manufacturing para el aumento de la eficiencia en la producción de Eka Corporación” presentada en la Universidad Cooperativa de Colombia de Cali - Colombia, señalan lo siguiente:

Como objetivo principal de Implementar y medir el impacto de las herramientas seleccionadas para aumentar la eficiencia de las líneas de producción de terminaciones en Eka Corporación. Trabajó una población de las líneas de producción de Eka Corporación y muestra de estudio de las líneas de poliésteres y metálica.

Desarrolló un diseño longitudinal para demostrar numéricamente la mejora de los procesos de las terminaciones de Eka corporación.

- ✓ Las implementaciones de metodologías lean acarrear un panorama amplio de mejora continua, por lo que los resultados obtenidos hasta ahora pueden mejorarse bajo otras herramientas.
- ✓ El proyecto genero 85 millones de pesos de ganancia neta, lo que conlleva a la satisfacción de todos los involucrados en el proyecto.
- ✓ El proceso tiene aplicado la metodología SMED, ya que el único proceso interno actual es el cambio de materia prima que se realiza aproximadamente cada dos horas y tiene una duración de 2 minutos

Este antecedente implementa metodologías lean que permiten aumentar la eficiencia en las líneas de producción aplica, lo cual como base teórica permitirá reforzar el uso de las herramientas lean manufacturing en este estudio.

2.3 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

2.3.1. Lean Manufacturing

Es “un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entendiendo como exceso toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso, pero si costo y trabajo” (Socconini, 2019, p.20). Al implementarlo es importante organizar a los operarios, además tienen que estar capacitados y conocer esta filosofía.

a) Principios básicos

Según Ruiz de Arbulo (2013), existen 4 principios:

El valor: Consiste en que “el producto o servicio deben ajustarse a las necesidades del cliente” (Ruiz de Arbulo, 2013, p.22).

Paso primordial en iniciar una cultura Lean es entender las necesidades de los clientes, esto se dará mediante un diálogo o análisis y así lograr entender lo que ellos requieren con exactitud.

- ✓ El flujo de valor: Es la identificación de un flujo que genere valor “para cada producto o servicio, que consiste en analizar todas las actividades para producir el producto o dar el servicio. El objetivo es planificar el proceso productivo de tal forma que sólo incorpore las actividades que añaden valor al producto” (Ruiz de Arbulo López, 2013, p.23).

En este pilar es donde se genera el despilfarro ya que hay 3 tipos de actividades: la primera son las actividades que agregan valor, la segunda son las actividades que no le crean un valor directo al producto final pero que son inevitables, por último, las operaciones que no crean valor y a su vez evitar la creación del despilfarro.

- ✓ Flujo: Luego de realizar los dos pilares ya descritos anteriormente, el tercer paso “es crear un flujo continuo de las actividades creadoras de valor que han quedado. Es un paso muy crítico ya que exige una reorganización completa del pensamiento tradicional de lotes (batch) hacia el pensamiento del flujo continuo (flow thinking)” (Ruiz de Arbulo López, 2013, p.23).

- ✓ Pull: Este último paso consiste en solo guiarse de la demanda del cliente pues son ellos “los que atraen (pull) a los productos, en vez de que los productos presionen (push) a los consumidores. Este pensamiento o filosofía se debe respetar en todo el proceso de producción y negocios, y no solo en el producto final” (Ruiz de Arbulo López, 2013, p.23).

Los autores Womack & Jones (2003) le añade un principio:

- ✓ Perfección: La organización debe estar en una constante mejora mediante feedback, así como sostener la eficiencia de estos. (Womack & Jones, 2003).

b) Principales pilares

Como mencionan (Rajadell & Sánchez, 2010), cuando se implementa este sistema en un ente industrial se necesita entender los conocimientos y métodos con la finalidad de lograr 3 propósitos: competitividad, rentabilidad y satisfacción del cliente. A continuación, se detalla:

- ✓ Kaizen: Su creador fue Masaki Imai, quien le dio el significado “cambio para mejorar”, este pilar hace referencia a crear sapiencia al cambio continuo en la organización, así lograr aumentar la productividad.

Este tiene diferencia con la innovación en una característica muy particular, y es que la innovación implica progresión cuantitativa en un periodo relativamente largo, mientras que la otra radica en la recolección progresiva, continua y en un periodo corto de tiempo por los trabajadores de la organización, desde gerencia hasta operarios (Rajadell & Sánchez, 2010).

- ✓ Control total de la calidad: “Todos los departamentos de la empresa deben implicarse en el control de calidad, porque la responsabilidad del mismo recae en los empleados de todos los niveles” (Rajadell & Sánchez, 2010, p.14).
- ✓ Just in time: Este sistema fue desarrollado en Toyota Motor Corporation, por Taiichi Ohno con el fin de disminuir costos mediante eliminación de desperdicios. Busca fabricar los artículos y cantidades necesarias en el momento preciso. (Rajadell & Sánchez, 2010).

c) Tipos de despilfarros en una organización

Se le considera como “El núcleo fundamental en la fabricación lean es la reducción de los despilfarros. (...) es un término amplio y de significados conocidos. La definición apropiada en este contexto es: todo aquello que no añade valor al producto” (Ruiz de Arbulo, 2013, p.14).

Se clasifican en 7 tipos:

- Sobreproducción: Se “supone anticipar producto no solicitado aún por el mercado, lo que redundará en costes de personal, energía y otros relacionados con la producción, como stocks y espacios ocupados innecesariamente” (Ruiz de Arbulo, 2013, p.25). Se le considera uno de los más comunes que se da en una organización.
- Por espera: Sucede cuando la mano de obra y máquinas se detienen, ya sea por esperar información, desperfectos en máquinas, materiales incorrectos, entre otros (Rajadell & Sánchez, 2010).
- Transporte: Una “inadecuada distribución en planta puede dar lugar a que los materiales y productos recorran distancias excesivas e innecesarias, lo que puede redundar, además, en un mayor número de manipulaciones de dichos materiales” (Ruiz de Arbulo, 2013, p.25).
- Exceso de procesado: Es generado cuando se implica el uso de más recursos de lo que es necesario en mayor tiempo. Esto se ocasiona por el inadecuado empleo de los métodos de trabajo, obteniendo que las actividades sean más de las necesarias, también cuando se emplean más recursos de los indispensables (Rajadell & Sánchez, 2010).
- Por existencias: Se le considera “uno de los despilfarros más frecuentes e importantes y fuente indirecta del resto. Supone un coste adicional por el valor del producto, el espacio utilizado, los transportes, la manipulación” (Ruiz de Arbulo, 2013, p.26) entre otros que incrementa los gastos operacionales.
- Por movimientos: Es “consecuencia de distancias excesivas e innecesarias entre los puestos de trabajo que debe ocupar un operario encargado de realizar varias operaciones. Otras situaciones similares son aquellas en que las personas se desplazan en busca de materiales, herramientas, pedidos y papeles” (Ruiz de Arbulo, 2013, p.26). Lo importante es la disminución de

las tareas innecesarias, además de las distancias que existe entre las áreas de operaciones por una deficiente distribución.

- Defectos: Aquí “los productos con defectos deben desecharse o reprocesarse, lo cual supone costes adicionales. Además, provoca desajustes en las líneas, como paros o esperas, y actividades que no añaden valor, por ejemplo, la detección de fallos” (Ruiz de Arbulo, 2013, p.26). Esto es común cuando no se realizan adecuadamente los procesos en primera instancia a consecuencia de una incorrecta planificación.

Los despilfarros darán la oportunidad de realizar una mejora, se debe tomar como una retroalimentación a la organización. Ver figura N 4.



Figura N 4. Oportunidad de mejora

Fuente: “Lean Manufacturing: La evidencia de la necesidad”

d) Herramientas

- 5S: Es una disciplina que tiene el objetivo de realizar mejoras en la productividad en el área donde se ponga en marcha, la cual se logra “mediante la estandarización de hábitos de orden y limpieza. Esto se logra implementando cambios en los procesos en cinco etapas, cada una de las cuales servirá de fundamento a la siguiente, para así mantener sus beneficios a largo plazo” (Socconini, 2019, p. 131). Consiste en cinco pasos los cuales son: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke.
- Heijunka: Este “es un sistema de control que sirve para nivelar la producción al ritmo de la demanda del cliente final, variando la carga de trabajo de los

procesos de manufactura” (Socconini, 2019, p.247). Como se muestra en la figura N 5.



Figura N 5. Sistema Lean (nivelado de la producción)
Fuente: “Lean Manufacturing paso a paso”

Lo que permitirá disminuir la producción en exceso o sobreproducción, además de nivelarla.

- Kanban: “El sistema estirar (pull system) es un sistema de comunicación que permite controlar la producción, sincronizar los procesos de manufactura con los requerimientos del cliente y apoyar fuertemente la programación de la producción” (Socconini, 2019, p.238). Es conveniente aplicar este sistema cuando se pierde el control de los materiales y la producción, debido a que hay gran cantidad de insumos y la demanda es menor.
- SMED: Tiene “por objetivo la reducción del tiempo de cambio (setup). El tiempo de cambio se define como el tiempo entre la última pieza producida del producto A y la primera pieza producida del producto B, que cumple con las especificaciones dadas” (Rajadell & Sánchez, 2010, p.123). Una ventaja secundaria es que al lograr disminuir el tiempo de cambio el operario tiene un aumento en la moral que lo ayudará a afrontar otros retos o circunstancias similares en el trabajo.
- TPM: El objetivo es asegurar que las máquinas estén en condiciones de trabajo continuo además de alargar la vida útil de estas, en otras palabras “la idea fundamental es que la mejora y buena conservación de los activos productivos es una tarea de todos, desde los directivos hasta los ayudantes de los operarios. El lean Manufacturing exige que cada máquina esté lista” (Rajadell & Sánchez,

2010, p.140). Existen 7 pilares con el objetivo de mantener “cero” defectos. Figura N 6.

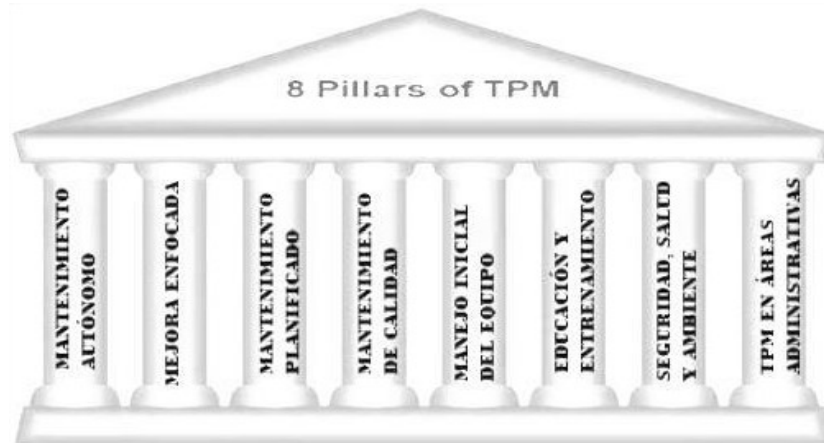


Figura N 6. Pilares del TPM

Fuente: “Mantenimiento productivo total” – Elaboración propia

- JIDOKA: Se basa en la “delegación de la autoridad a los operarios. Esto significa que éstos tienen la libertad para tomar iniciativas en la solución de los problemas de producción. En lugar de esperar la aprobación de los directivos” (Rajadell & Sánchez, 2010, p.161). Esta filosofía añade una gran ventaja ya que el reconocimiento de algún defecto se observa rápidamente y se soluciona al instante aumentando la calidad del producto sin necesidad de esperar al final del proceso.

e) Beneficios

Ruiz de Arbulo López (2013) señala que existen ventajas de utilizar las herramientas Lean, las primordiales son:

- Reducción del Lead Time: Consiste en la reducción del tiempo que demora “el producto desde que entra el sistema productivo hasta que sale es uno de los objetivos de la filosofía lean; es decir, conseguir que el producto se mueva de proceso a proceso sin estancarse en forma de stock en curso” (Ruiz de Arbulo, 2013, p. 28). El objetivo es lograr que el producto no se detenga en el proceso así se produce el ahorro de utilización de recurso humano ya que los operarios

mueven, colocan o recolocan este, generando tiempo y ocupación de espacios incensarios los cuales elevan los costos.

- Reducción de stock en curso: Cuando se reduce el lead time implica una disminución del mismo que está en curso en el proceso. “Pensemos en un proceso productivo en línea formado por tres subprocesos con tiempos de ciclo muy desiguales. Esto provocará que el lead time de los productos sea muy elevado y, en consecuencia, el stock en curso” (Ruiz de Arbulo, 2013, p.28).
- Aumento de productividad: Significa que “cuando un proceso avanza hacia un estado más eficiente, la productividad humana, medida en unidades producidas por unidad de tiempo y persona, aumenta generalmente” (Ruiz de Arbulo, 2013, p.28).
- Disminución del espacio necesario: Cuando se realiza la ejecución de un Lean, “generalmente aparece un beneficio, que es el ahorro de espacio ocupado debido al menor espacio que ocupan los procesos, especialmente con las implantaciones en células en U” (Ruiz de Arbulo, 2013, p. 29).
- Disminución de los costos de no calidad: Si en una organización “se introduce la fabricación en flujo unitario unida a un autocontrol al finalizar cada operación, esto hace que el número de fallos encontrados en los productos finales disminuya de forma importante” (Ruiz de Arbulo, 2013, p.29).
- Aumento de la flexibilidad: Cuando ya se eliminaron los despilfarros lo que prosigue es la entrada a la flexibilidad la cual “permita que, manteniendo el proceso altamente eficiente en todos los aspectos (tiempos de proceso bajos, ausencia de stocks, ausencia de tiempo de paro, equilibrado y productividad elevada), el tiempo de ciclo pueda variar a fin de adaptarlo al takt time” (Ruiz de Arbulo, 2013, p. 29).

2.3.2. Distribución de planta

Las definiciones dadas acerca de distribución de planta han sido numerosas. Diferentes autores han enfocado sus esfuerzos en diversos aspectos de la resolución del problema de distribución de planta. Una de las primeras definiciones fue dada por Koopmans & Beckmann (citado por Drira, Pierrevali, & Hajri-Gabouj, 2007), quienes afirmaban: “Distribución de planta es un problema industrial común en la que el objetivo se centra en configurar

las instalaciones a fin de minimizar los costos de transporte ocurridos entre departamentos” (pág. 256).

Seguidamente, en 1962, Moore (citado por Montalvá, 2011), uno de los autores más influyentes en disposición de planta, describe el concepto como: “aquella que proporciona la máxima satisfacción a todas las partes implicadas en el proceso de implantación: los empleados y los directivos, así como los accionistas”. (pág. 89).

La distribución en planta es la mejora más importante que se puede hacer en una empresa mediante el cambio físico de la organización, ordenando de manera adecuada maquinaria, equipos y herramientas, del mismo modo.

Según De la Fuente & Fernández (p.87,2013) “El diseño y la distribución en planta es la ordenación física de los factores y elementos industriales, presentes en los procesos productivos de la empresa, en la contribución del área, en la determinación de las figuras y ubicación de los distintos departamentos; su principal objetivo es que la disposición de estos elementos sea eficiente y contribuya satisfactoriamente a la consecución de los fines fijados por la empresa”.

Por otra parte, para realizar una óptima distribución en planta se deben considerar los elementos que intervienen en el proceso productivo y esto genera en algunas ocasiones elevados costos.

Según Vallhonrat & Corominas (p.102, 2009). “Para realizar un proceso de diseño de planta se establecen unos principios básicos teniendo como primera medida conocer el producto a fabricar y sus cantidades, sabiendo que es una decisión costosa el ampliar o cambiar un diseño inicial”.



Figura N 7. Objetivo de la distribución en planta

Fuente: “líder de emprendimiento”

Por lo que una correcta distribución en planta es la que permite encontrar la forma más ordenada de fabricar y ordenar tanto materia prima, personal y herramientas de la forma más eficiente y económica posible, al mismo tiempo que eleva el grado de satisfacción de los clientes y genera seguridad para los colaboradores que laboran dentro de la empresa. De forma más específica, se puede entender que esto se alcanza de la consecución de hechos como incremento de producción, disminución de cuellos de botella y ahorro de espacio.

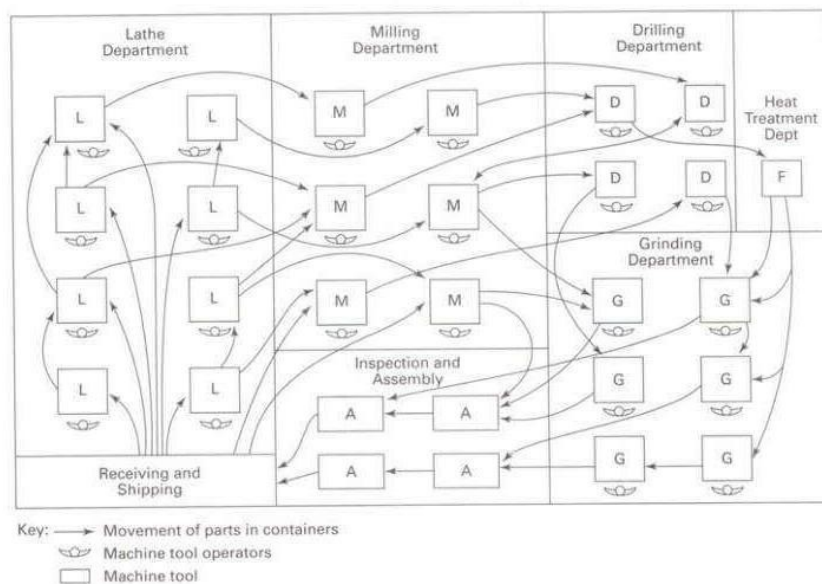


Figura N 8. Distribución de planta

Fuente: “Principios de la distribución de planta (Layout)”

Tabla N° 1.
Resumen de resultados

Principio	Descripción
Satisfacción Seguridad	La distribución de planta en igualdad de condiciones permite que el trabajo sea satisfactorio y seguro para los trabajadores.
Integración de conjunto	La mejor distribución es la que permite la integración de hombres, maquinaria y actividades auxiliares donde todas las partes están comprometidas.
Mínima distancia recorrida	A mejor distribución menor distancia a recorrer.
Circulación o flujo de materiales	Ordenar las áreas de trabajo donde se mantenga la misma secuencia en la que se transforman o ensamblan materiales evita interrupciones.
Espacio cúbico	La utilización adecuada de los espacios de manera horizontal y vertical mejora la economía.
Flexibilidad	La distribución efectiva permite ordenar y reordenar a un menor costo.

Fuente: (Bassante, 2018)

2.3.3. Reducción de los tiempos de cambio (SMED)

“SMED se refiere al intercambio rápido de herramientas y arreglos en los talleres, de modo que se puedan manejar varios productos en lotes pequeños con el mismo equipo. La reducción del tiempo de instalación agrega valor a la operación” (Lindsay, 2008, p.521).

Según Hernández, J y Vizán, A (2013) SMED es una metodología que tiene como principal objetivo reducir los tiempos de preparación de máquina. Esta técnica se obtiene analizando a detalle el proceso y añadiendo cambios estrictos en las máquinas, equipos, herramientas, y en el propio producto. Esta técnica se considera como una metodología clara, fácil de aplicar y que consigue resultados rápidos y positivos, la implementación por lo general no requiere de una gran inversión, no obstante, requiere de métodos y constancia para alcanzar el propósito.

La reducción de tiempos de preparación merece una importante consideración por los siguientes motivos:

- Si el tiempo de cambio es alto, los lotes de producción son grandes por lo que, la inversión en inventario será elevada.
- Si el tiempo de cambio es irrelevante, es posible producir diariamente la cantidad necesaria, lo que permite eliminar la inversión de inventarios.

En 1950, el japonés Shigeo Shingo, comenzó a trabajar en la reducción de los tiempos de cambio de las prensas. A lo largo de treinta años desarrolló una metodología a la que denominó SMED (Single Minute Exchange of Die), que se detalla a continuación en la figura N 9.

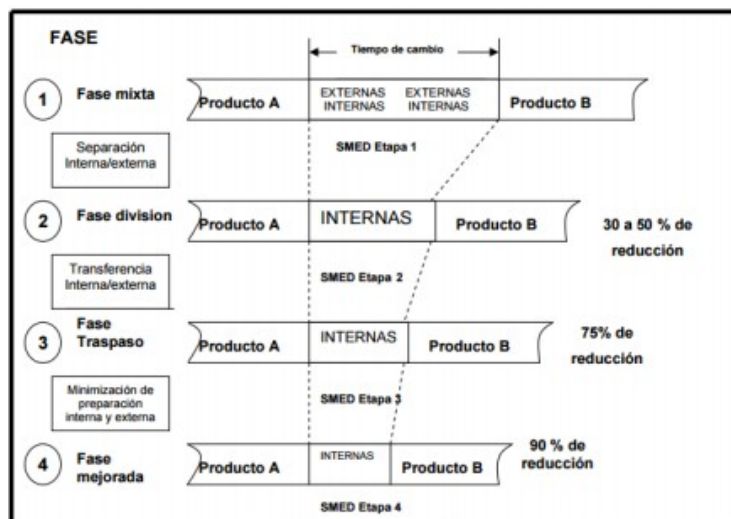


Figura N 9. Fases de la herramienta SMED

Fuente: Paredes, Francisco. Método SMED.

Fase 1: Separar operaciones internas y externas:

Se identificar las tareas o actividades de preparación que se realizan en un cambio, las operaciones internas, que se realizan mientras la máquina está parada y las operaciones externas, que se realizan con la máquina en marcha.

Fase 2: Convertir operaciones internas en externas:

Requiere un análisis de todas las actividades para verificar si algunos pasos se han asumido erróneamente como internos. El disponer de todo lo necesario cerca de la máquina elimina el despilfarro derivado de la búsqueda de

herramientas, útiles, materiales, entre otros improductivos. Puede ser útil, la implementación de un check-list para verificar que todo sea correcto antes de parar la máquina y empezar los cambios internos. Una vez que todo lo que tiene que estar preparado esté realmente preparado, se puede parar la máquina. (Rajadell,2010).

Fase 3: Reducir las operaciones internas:

Se obtiene al:

- Emplear cambios ágiles para los componentes y soportes.
- Eliminar herramientas utilizadas.
- Utilizar códigos de colores que facilitan la gestión visual.
- “Establecer posiciones prefijadas de instrumentos y herramientas a la hora de cambiarlos” (Rajadell,2010).

Fase 4: Reducir las operaciones externas

“Se logra teniendo un personal con la cultura de cambio y estandarizando todos los movimientos que realizan los operarios en sus funciones”. (Rajadell,2010).

Maradiaga (2021) Presenta 6 pasos para la implementación del SMED en una organización. A continuación, se detallan los pasos que se muestran en la figura N 10 se representa un esquema con los pasos de la implementación.

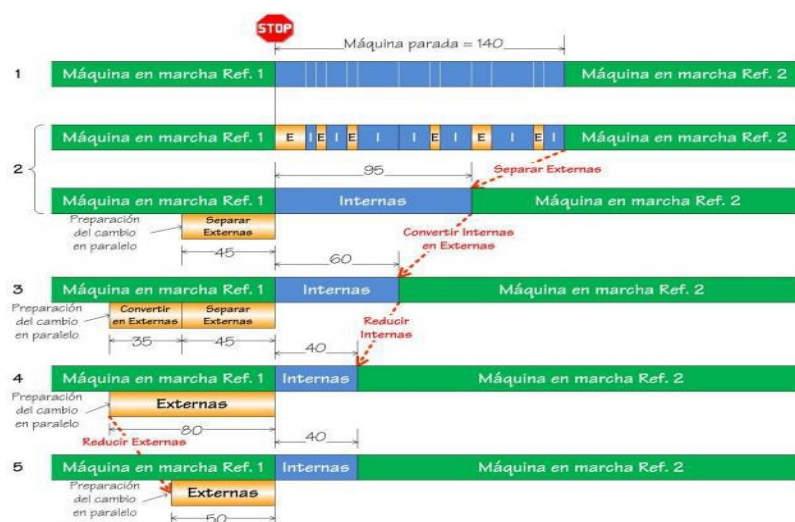


Figura N 10. Despilfarro

Fuente: Metodología SMED (Maradiaga, 2021)

Paso 1. Descomponer el cambio en operaciones

- Composición de grupo de trabajo que incluye personal de ingeniería, mantenimiento y producción.
- Grabar el cambio de Referencia 1 a referencia 2 en el equipo seleccionado.
- Observar el cambio y desglosarlos en operaciones

Paso 2. Separar las operaciones en «externas» e «internas»:

Se verifica y visualiza las operaciones que se hacen cuando la máquina está en marcha y cuando está parada.

Se identifican como externas, aquellas operaciones que se realizan con la máquina en marcha, mientras ésta procesa la referencia saliente (Ref. 1).

- Se identifican como internas, aquellas operaciones que se hace con la máquina parada.

Paso 3. Convertir operaciones internas en externas:

Al realizarlas, son necesarias modificaciones en el diseño del utillaje, herramientas y/o la adquisición de nuevos medios físicos. (Maradiaga, 2021). Aquí se verificará si algunas operaciones que son innecesarias se puedan trabajar con la máquina en funcionamiento y así poder disminuir el tiempo de cambio.

Paso 4. Reducir las operaciones internas:

En la reducción de las operaciones internas se actúa sobre los ajustes, los elementos de fijación, los desplazamientos del operario y el trabajo en paralelo. (Maradiaga, 2021)

Paso 5. Reducir las operaciones externas:

Con el fin de minimizar el tiempo que el operario dedica, se actúa sobre el siguiente procedimiento: eliminar búsquedas, tiempos y disminuir desplazamientos.

Paso 6. Estandarizar el cambio:

- Registrar el método de cambio realizado.
- Informar al personal sobre el nuevo método de cambio.
- Realizar el cambio de acuerdo al nuevo procedimiento y grabar nuevamente el proceso.

La herramienta SMED de la manufactura esbelta, aporta diferentes beneficios a la producción, tales como:

- Menor tiempo de entrega para los productos hechos en el mismo proceso.
- Reducción de set up time de las líneas de producción.
- Menos inventario dentro y entre procesos.
- Mayor flexibilidad para mejorar la respuesta hacia las necesidades del cliente.
- Mayor calidad debido a la oportuna información sobre las anomalías entre los procesos.
- Reducir el tiempo de preparación y aumentar el tiempo productivo
- Incrementa la productividad, al aumentar la disponibilidad de la máquina por los cambios que se realizan con mayor rapidez.

2.3.4. Mantenimiento autónomo

Según Galván, D. (2012), el mantenimiento autónomo “se fundamenta en el conocimiento que el operador tiene para dominar las condiciones del equipo o la máquina con la que labora. Tiene especial trascendencia en la aplicación práctica de las 5S”.

Son tres etapas de desarrollo en las que se pretenden alcanzar con la implementación del mantenimiento autónomo y son:

- “Mejorar la efectividad de los equipos con la participación del personal.”
- “Mejorar las habilidades y capacidades de los operarios para mantener altos niveles de eficiencia de los procesos de producción.”
- “Mejorar el funcionamiento en general de la organización.” (Álvarez, H. (2008), citado en Vargas, C. (2016))

En la Figura N 11 se muestra los 7 pasos del mantenimiento autónomo.

#	PASOS	HERRAMIENTA DE S'S APLICADA	DEFICICIÓN
1	Limpieza inicial		Limpieza del área de trabajo realizada por cada operario.
2	Eliminación de fuentes de contaminación	SEISO (LIMPIAR)	El operario debe proponer medidas para combatir las causa de la generación de desorden, suciedad, desajustes, etc.
3	Estándares de limpieza y lubricación	SEISO (LIMPIAR) Y SEIKETSU (ESTANDARIZAR)	Estandarizar los dos primeros pasos, hacer que el operario determine por sí mismo lo que tiene que hacer.
4	Inspección general	SEIKETSU (ESTANDARIZAR)	Revisión de fallas con una inspección general del equipo. Los operarios más experimentados deben enseñan a los de menos experiencia.
5	Inspección autónoma		Comparar y evaluar cada uno de los pasos anteriores, se realiza un manual de inspección autónoma.
6	Organización y ordenamiento	SEIRI (CLASIFICAR) Y SEITON (ORDENAR)	Es Clasificar, seleccionar y ordenar el área de trabajo por parte de los operarios. Los líderes y directores hacen una evaluación a los operarios y se realizan últimos ajustes.
7	Implementación total	SEIKETSU (ESTANDARIZAR) Y SHITSUKE (DISCIPLINA)	Organizar la información para describir las condiciones óptimas y mantenerlas.

Figura N 11. Pasos del Mantenimiento Autónomo

Fuente: Vargas, L (2016). Implementación del pilar “mantenimiento autónomo” en el Centro de proceso vibrado de la empresa FINART S.A.S.

1. Limpieza inicial

Se ejecuta la limpieza de partículas como polvo o basura. También, se realiza la verificación de las piezas (lubricación y ajustes). Por último, se restauran los equipos encontrados en malas condiciones.

Según los autores Corral, Muñoz, Flores y Meráz (2019) las principales etapas son:

- Enfocar la limpieza como un proceso de inspección.
- La inspección se ejecuta para hallar alguna falla o situación anormal en la máquina.
- Las fallas deben corregirse de manera inmediata para que el equipo vuelva a operar con normalidad.

Una limpieza minuciosa empieza por desarmar el equipo para llegar a las partes internas que los operarios no hayan visto, logrando descubrir fallas internas difíciles de visualizar por fuera.

Es esencial que los operarios aprendan a inspeccionar correctamente la máquina, así como encontrar fallas y juzgar la diferencia entre lo normal y anormal, para luego encontrar las causas.

Según los autores Corral, Muñoz, Flores y Meráz (2019) los objetivos se dividen en cuatro:

- Actividades importantes: Limpieza profunda de la máquina y alrededor, retirar contenido innecesario.
- Punto de vista de la máquina: Eliminar contaminantes para observar defectos escondidos, arreglar zonas dañadas en la máquina, visualizar fuentes de contaminación.
- Punto de vista humano: Familiarizarse con la limpieza, conocer las partes de la máquina para su cuidado.
- Supervisión y ayuda gerencial: Los líderes deben tener claro el concepto del TPM, enseñar fallas de la máquina y que la limpieza es inspección.

2. Medidas contra fuentes de averías

Es la prevención de impurezas (polvo y desajustes), así los procesos de limpieza, lubricación y ajuste de máquinas se realizan con más facilidad y en menos tiempo.

Según los autores Corral, Muñoz, Flores y Meráz (2019) las actividades para eliminar fuentes de averías son:

- Reducir la suciedad, óxido y polvo.
- Suprimir la contaminación.
- Reducir la propagación de aceites y desechos.
- Mejorar la inspección de la máquina.
- Ajustar las partes sueltas de la máquina.
- Mejorar los métodos de lubricación y limpieza.
- Agilizar el cambio de partes de la máquina.

Según los autores Corral, Muñoz, Flores y Meráz (2019) los objetivos se dividen en cuatro:

Actividades importantes: Suprimir fuentes de contaminación y áreas de difícil acceso de limpiar.

- Punto de vista de la máquina: Evitar que se genere contaminantes en la máquina, conservar la limpieza de esta.
- Punto de vista humano: Instruirse en el mecanismo de la máquina, persistir en el interés de mejorar el equipo y demostrar satisfacción con los logros.
- Supervisión y ayuda gerencial: Enseñar el trabajo de la máquina y ayudar a la mejora continua.

3. Formulación de estándares de limpieza y lubricación

Estandarizar los métodos de limpieza y lubricación con el objetivo de mantener óptimo el estado de las máquinas.

Según los autores Corral, Muñoz, Flores y Meráz (2019) los estándares son:

- Estándar de limpieza: Realizar la localización de los puntos a limpiar en la máquina, los materiales necesarios para esta, el juicio, las fechas de práctica, la frecuencia y el responsable.
- Estándar de lubricación:
 - ✓ Detallar el lubricante a utilizar.
 - ✓ Enumerar los puntos a lubricar.
 - ✓ Comprobar si hay obstrucciones los canales.
 - ✓ Medir el consumo de lubricante.
 - ✓ Realizar etiquetas de lubricación y adherirlas a los puntos de lubricar.

Según los autores Corral, Muñoz, Flores y Meráz (2019) los objetivos se dividen en cuatro:

- Actividades importantes: Enseñar a lubricar, realizar inspecciones generales, mantener estándares de lubricación y limpieza.

- Punto de vista de la máquina: Poner controles visuales, mantener las condiciones básicas del equipo.
- Punto de vista humano: Fijar las metas y culminarlas, hacer conciencia en los operarios.
- Supervisión y ayuda gerencial: Diseñar las reglas del control de lubricación, realizar la preparación de estándares.

4. Verificación global

Se enfoca en la capacitación a los operarios en un determinado periodo de tiempo con la finalidad de poder detectar algún problema o defecto en la máquina y darle solución.

Según los autores Corral, Muñoz, Flores y Meráz (2019) contiene tres etapas:

- Capacitación para una inspección profundamente el equipo.
- Establecer la inspección de forma rutinaria.
- Evaluación de resultados.

Según los autores Corral, Muñoz, Flores y Meráz (2019) los objetivos se dividen en cuatro:

- Actividades importantes: Capacitar y desarrollar la inspección general.
- Punto de vista de la máquina: Identificar y suprimir defectos.
- Punto de vista humano: Memorizar los métodos de inspección de la máquina, establecer procedimientos de mantenimientos no complejos.
- Supervisión y ayuda gerencial: Brindar entrenamiento, dominar los datos de inspección, responder a órdenes de trabajo.

5. Verificación autónoma

Implementar un check list con el objetivo de identificar los problemas de las máquinas y así programar la reparación a tiempo.

Consideraciones para el check list:

- Revisar el concepto, método y tiempos estándares para limpieza, inspección y lubricación.
- Verificar si las tareas de inspección son realizadas dentro del horario de trabajo.
- Elevar el nivel de conocimientos necesarios de los operarios para la inspección.
- Asegurarse que la inspección autónoma se lleva a cabo correctamente por todos los operarios.

Según los autores Corral, Muñoz, Flores y Meráz (2019) los objetivos se dividen en cuatro:

- Actividades importantes: Fijar estándares de mantenimiento autónomo, realizar la rutina de acuerdo a los estándares.
- Punto de vista de la máquina: Revisión de controles visuales, mantener confiable la máquina para realizar operaciones.
- Punto de vista humano: Capacitar a maquinista y establecer un sistema de supervisión.
- Supervisión y ayuda gerencial: Enseñar ejemplos de prevención de paros y técnicas para diagnósticos de máquinas.

6. Orden y aseo

Estandarizar operaciones (limpieza, distribución de puestos, entre otros) a fin de encaminar adecuadamente el mantenimiento de las máquinas.

Según los autores Corral, Muñoz, Flores y Meráz (2019) las principales etapas son:

- Definir cuándo y por quien deben utilizarse cada elemento.
- Comprobar la calidad y cantidad de los elementos.
- Adecuar el área de tal forma que se pueda ubicar los elementos rápidamente.
- Guardar los materiales para que ocupen el mínimo espacio posible y sea fácil moverse.

7. Dirección del sistema autónomo

Trazar objetivos y promover políticas que sostengan la continuidad en el tiempo del mantenimiento autónomo.

Las auditorías bajo los conceptos teóricos anteriores deben tener las siguientes características:

- Facilitar el autocontrol por parte del operario.
- Servir para aprender más del proceso seguido.
- Evaluar "lo que se hace" y " la forma como se hace".

Estas se diseñan para que sean aplicadas por el grupo de operarios, especialmente con la intervención de su líder. Estas auditorías pueden ser realizadas tanto para cada paso, como auditorías generales de fábrica.

Las auditorías de paso desde el punto de vista conceptual deben incluir los siguientes puntos:

- Progreso en la aplicación de cada una de las actividades contempladas para cada paso.
- Sistema de información utilizado.
- El trabajo en equipo y el nivel de participación de sus integrantes.

Las auditorías de paso deben servir para crear acciones de conversación sobre los temas previstos y crear nuevo conocimiento en el puesto de trabajo.

2.4 Definición de términos básicos

- a) Calidad: “Grado en el que las características de un producto o servicio cumple con las especificaciones del cliente” (ISO 9000, 2015).
- b) Déficit: Según Espínola, (2009) “Déficit público surge cuando la diferencia entre los ingresos (corrientes y de capital) y los gastos (corrientes y de capital) de las administraciones publicas es negativa o, lo que es equivalente, cuando el ahorro de las administraciones públicas es insuficiente para financiar la inversión pública”
- c) Fallas: COVENIN 3049 (1993:4) “como un evento no previsible, inherente a los sistemas productivos que impide que estos cumplan función bajo condiciones establecidas o que no la cumplan”

- d) Ficha Técnica: Según Luciana Silva (2022) “La ficha técnica es aliada en la búsqueda de la estandarización de productos. Esto se debe a que define los padrones a seguir durante la operación”.
- e) Liquidación: Según Andrés Suarez Suarez, McGraw Hill (1992) Se ha definido liquidación de la siguiente forma: Ultima fase del proceso de inversión consistente en la entrega de los valores o el título de propiedad por el vendedor y del dinero por el comprador
- f) Proceso: “Conjunto de actividades que están relacionadas y que interactúan entre sí, transformando los elementos de entrada en resultados” (ISO 9000, 2015).
- g) Producto: "Resultado del proceso, puede ser tangible o intangible" (ISO 9000, 2015).
- h) Requisito: “Expectativa o necesidad que habitualmente es implícita u obligatoria” (ISO 9000, 2015).
- i) SMED: Según Hernández y Vizán, (2013) “es una metodología o conjunto de técnicas que persiguen la reducción de los tiempos de elaboración de máquina. Esta se logra estudiando detalladamente el proceso e incorporando cambios 27 radicales en la máquina, utillaje, herramientas e incluso el propio producto” (p. 42).
- j) Tiempo de espera: Es el tiempo resultante de un proceso o trabajo que no genera valor, como cuando un operario tiene que esperar a otro, por una parada no planificada, por esperar herramientas, entre otros (Fernández, 2018).

2.5 Fundamentos teóricos que sustentan las hipótesis

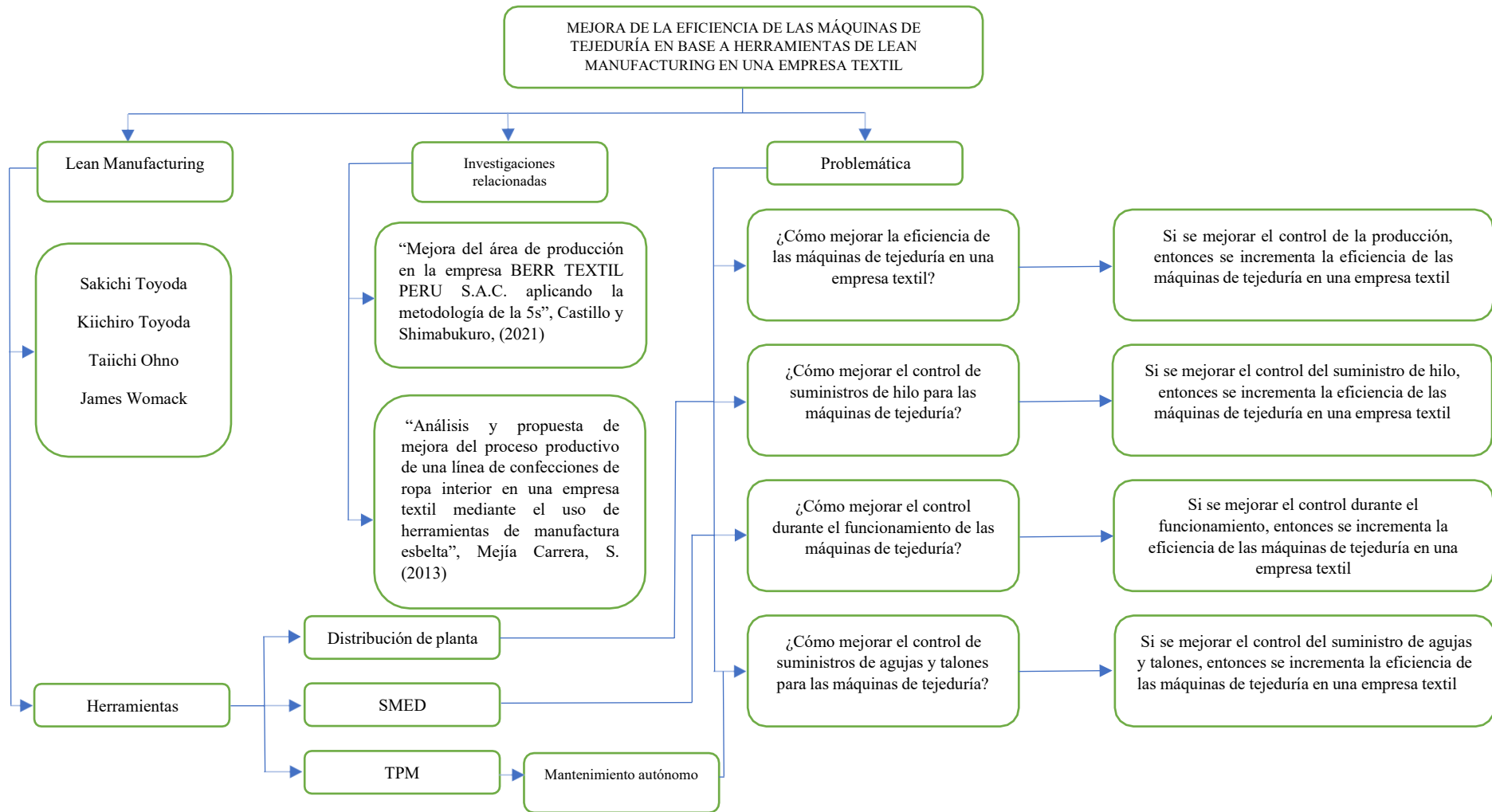


Figura N 12. Justificación de la hipótesis

Fuente: Elaboración Propia

2.6 Hipótesis

2.6.1. Hipótesis general

Si se implementa lean manufacturing, entonces se mejorará la eficiencia de las máquinas de tejeduría.

2.6.2. Hipótesis específicas

- a) Si se implementa la distribución de planta, entonces se reducirá el tiempo de parada por cambio de hilo para las máquinas de tejeduría.
- b) Si se implementa SMED, entonces se reducirá el tiempo de parada por rotura de hilo durante el funcionamiento de las máquinas de tejeduría.
- c) Si se implementa mantenimiento autónomo, entonces se reducirá el tiempo de parada por rotura de agujas de las máquinas de tejeduría.

2.7 Variables

Hipótesis general:

Variable independiente: Lean Manufacturing

Variable dependiente: Eficiencia

Hipótesis secundarias:

Variables independientes

- Distribución de planta
- SMED
- Mantenimiento autónomo

Variables dependientes

- Tiempo de parada por cambio de hilo
- Tiempo de parada por rotura de hilo
- Tiempo de parada por rotura de agujas

Indicadores

- Tiempo promedio de parada por cambio de hilo
- Tiempo promedio de para por rotura de hilo
- Tiempo promedio de parada por rotura de agujas

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque, tipo, nivel y diseño de la investigación

Enfoque de la investigación

“Usa la recolección de datos para probar una hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.” (Dzul Escamilla, 2014, p. 7)

La presente investigación se desarrolladora dentro de un enfoque cuantitativo, ya que se realizará la recolección de datos el cual nos brindaran la información necesaria sobre las variables a estudiar.

Tipo de la investigación

“La investigación aplicada llamada también recibe el práctica o empírica se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren. Tiene una íntima relación con la investigación básica, pues depende de los descubrimientos y avances de esta última; esto se da ya que toda investigación aplicada requiere de un marco teórico. Sin embargo, en lo que le interesa primordialmente son las consecuencias prácticas.” (Vera, 2013)

La investigación es de tipo aplicada, ya que se busca como mejorar eficiencia de las máquinas de tejeduría el cual busca minimizar las perdidas haciendo uso de herramientas de lean manufacturing.

Nivel de la investigación

Según Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero (2018) su “objetivo principal es la verificación de hipótesis causales o explicativas; el descubrimiento de nuevas leyes científico-sociales, de nuevas micro teorías sociales que expliquen las relaciones causales de las propiedades” (p. 135).

La presente investigación es de nivel explicativo (causa – efecto) ya que se analizará el origen de los problemas que se dan en las máquinas de tejeduría para la producción de telas.

Diseño de la investigación

“A través del diseño del estudio, se crea un plan de acción a seguir durante su implementación y contiene las líneas a seguir para obtener los resultados.” (Altuve y Rivas, 1998)

En la presente tesis el diseño de investigación fue, según Sánchez Carlessi, del tipo cuasiexperimental, y del subtipo Diseño de Serie tiempos que se hicieron mediciones periódicas de la variable dependiente (tiempo de parada de máquinas en un solo grupo de máquinas), en forma de series de tiempo (8 semanas), antes de la aplicación de la variable independiente (Layout, SMED y mantenimiento autónomo) para posteriormente observar los efectos sobre la variable dependiente y efectuar mediciones posteriores, también en la forma de series de tiempo (8 semanas), es decir son mediciones de series de tiempo pre-test y post-test, la razón es que este subtipo de investigación cuasi-experimental proporcionaron control de la maduración, la regresión y en algún grado también de la historia.

3.2 Población y muestra

Población

“La población es un conjunto de individuos o cosas al que se refiere nuestra pregunta de estudio o respecto al cual se pretende concluir algo.” (Suárez Gil, 2011, p. 1).

Muestra

Según Bernal (2010) la muestra: “Es la parte de la población que se selecciona, de la cual realmente se obtiene la información para el desarrollo del estudio y sobre la cual se efectuarán la medición y la observación de las variables objeto de estudio”.

Según Suárez Gil (2011): “Cualquier subconjunto de una población de la cual se recopilan los datos”.

La población de estudios es la eficiencia de las máquinas de tejeduría.

Para esta investigación se consideró como población de estudio la eficiencia de las máquinas del área de tejeduría.

Las muestras por cada una de las variables dependientes específicas y unidades de análisis se mencionan a continuación:

- Variable dependiente 01: Tiempo de parada por cambio de hilo

Muestra

Muestra pre: Tiempo de parada por cambio de hilo 01 junio - 31 julio.

Muestra post: Tiempo de parada por cambio de hilo 01 setiembre – 31 de octubre.

- Variable dependiente 02: Tiempo de parada por rotura de hilo

Muestra

Muestra pre: Tiempo de parada por rotura de hilo 01 junio - 31 julio.

Muestra post: Tiempo de parada por rotura de hilo 01 setiembre - 31 octubre.

- Variable dependiente 03: Tiempo de parada por falta de suministro de agujas y cambio de agujas

Muestra

Muestra pre: Tiempo de parada por rotura de agujas de las máquinas de tejeduría 01 junio - 31 julio.

Muestra post: Tiempo de parada por rotura de agujas de las máquinas de tejeduría 01 setiembre – 31 octubre.

En cuanto al tipo de muestreo utilizado, este fue no probabilístico, habiéndose definido el tiempo de paradas de todas las máquinas de tejeduría porque en dicha área sucedían el problema de investigación. Y las muestras, tanto pre y post test, fueron emparejadas sobre el mismo grupo de máquinas.

En la tabla N° 2 se muestran las unidades de análisis y las muestras en una situación de pre test y post test.

Tabla N° 2.
Unidad de análisis y muestras pre test y post test

Variable dependiente	Indicador	Unidad de análisis y Periodos	Muestra PRE	Muestra POST
Tiempo de parada por cambio de hilo	Tiempo promedio de parada por cambio de hilo	Tiempo de parada por cambio de hilo Del 01 de junio al 31 de julio y Del 01 de setiembre al 31 de octubre	Registro de tiempo de parada por cambio de hilo Del 01 de junio al 31 de julio	Del 01 de setiembre al 31 de octubre
Tiempo de parada por rotura de hilo	Tiempo promedio de para por rotura de hilo	Tiempo de parada por rotura de hilo Del 01 de junio al 31 de julio y Del 01 de setiembre al 31 de octubre	Registro de tiempo de parada por rotura de hilo Del 01 de junio al 31 de julio	Del 01 de setiembre al 31 de octubre
Tiempo de parada por rotura de agujas	Tiempo promedio de parada por rotura de agujas	Tiempo de parada por rotura de agujas Del 01 de junio al 31 de julio y Del 01 de setiembre al 31 de octubre	Registro de tiempo de parada por rotura de agujas Del 01 de junio al 31 de julio	Del 01 de setiembre al 31 de octubre

Fuente: Elaboración propia

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1. Técnicas e instrumentos

“Técnica es la habilidad para hacer uso de procedimientos y recursos. Significa cómo hacer algo. Es el procedimiento que adoptan el docente y los alumnos durante el proceso de enseñanza y aprendizaje” (Gutiérrez, 2002).

Cada instrumento por lo general está destinado a una sola función, aunque suelen tener variados usos. El investigador recurre a alguno de ellos porque logra ciertas ventajas frente a la observación sin instrumentos, es decir, lo hace por razones prácticas y no porque se lo dicte una teoría en particular

“Facilitan el registro constante y homogéneo de los fenómenos sujetos a observación, simplifica, por tanto, el control de la observación científica. Con ello favorecen el logro de la sistematicidad, uno de los valores fundamentales de la ciencia. Permite mejorar la precisión de las observaciones. Algunos instrumentos detectan fenómenos para los cuales ninguno de los sentidos humanos está adaptado para encontrar. Ofrece la posibilidad de llevar a cabo la replicabilidad o verificabilidad de la observación científica, uno de los principales valores del paradigma científico contemporáneo. El instrumento y las técnicas empleadas en su uso son dados a conocer a otros colegas, mediante el reporte de investigación, lo que facilita la identificación del patrón que se empleó para registrar los hechos observados y constatar la calidad de las observaciones efectuadas”. (Chowdhury, et al, 2019; Bandalos, 2018)

La técnica empleada en la investigación de las 3 variables fue:

- El análisis documental. - “Consiste en el planteamiento de una información escrita relacionada a un tema determinado obtenidos en documentos, siendo este material una fuente de referencia sin alterar el sentido, las cuales comprende información verídica actual o histórica”. (Bernal, 2006, p110)

En la Tabla N° 3 se detallan las técnicas e instrumentos utilizados para cada variable.

Tabla N° 3.
Matriz de análisis de datos

VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Tiempo de parada por cambio de hilo	Tiempo promedio de parada por cambio de hilo	Análisis documental	Registro de contenido de paradas por cambio de hilo
Tiempo de parada por rotura de hilo	Tiempo promedio de parada por rotura de hilo	Análisis documental	Registro de contenido de las fallas diarias
Tiempo de parada por rotura de agujas	Tiempo promedio de parada por rotura de agujas	Análisis documental	Registro de contenido de tiempos de mantenimiento

Fuente: Elaboración Propia

3.3.2. Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos

Criterios de Validez

Para Hernández, F. y Baptista (2014) “La validez se entiende como el nivel en que un instrumento refleje una coherencia específica con el contenido de lo que se está midiendo”. (p. 201)

Criterios de Confiabilidad

Según Vara (2012) “Señala que la confiabilidad de los instrumentos se relaciona con la precisión y congruencia. Es el grado en que la aplicación repetida de un instrumento al mismo sujeto, objeto o situación produce iguales resultados.” (p.245)

En función a los instrumentos elegidos se presenta los criterios de validez y confiabilidad:

- Tiempo de parada por cambio de hilo: La validez será dada por la empresa y la confiabilidad será dado por la empresa.
- Tiempo de parada por rotura de hilo: La validez será dada por la empresa y la confiabilidad será dado por la empresa.
- Tiempo de parada por falta de suministro de agujas y cambio de agujas: La validez será dada por la empresa y la confiabilidad será dado por la empresa.

3.3.3. Procedimientos para la recolección de datos

La recolección de datos se realizó de la siguiente manera:

1° Se crearon formatos para el registro de cada parada de maquina por cambio de hilo, rotura de hilo y por falta de suministro de agujas y cambio de agujas.

2° Se registraron los tiempos de paradas por un tiempo de 2 meses (01 de junio 2022 al 31 de julio del 2022) en las hojas de registro.

3° Se aplico la distribución de planta, SMED y el mantenimiento autónomo en el área de tejeduría de la empresa textil.

4° Se realizó una segunda toma de tiempos (01 de setiembre 2022 al 31 de octubre del 2022) tras la aplicación de las mejoras al proceso.

5° Se contrastaron y analizaron los resultados obtenidos en el software SPSS para determinar si hubo una mejora en los tiempos tras la aplicación del plan de mejora.

3.4 Descripción de procedimientos de análisis de datos

Para la investigación se realizó el análisis e interpretación de los datos mediante el software SPSS. En la Tabla N° 4 se muestra a detalle.

Tabla N° 4.
Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Variable dependiente	Indicador	Escala de Medición	Estadísticos descriptivos	Análisis Inferencial
Tiempo de parada por cambio de hilo	Tiempo promedio de parada por cambio de hilo	Escala de Razón	Tendencia central (media aritmética, mediana y moda). Dispersión (varianza, desviación estándar)	T de Student para muestras relacionadas
Tiempo de parada por rotura de hilo	Tiempo promedio de parada por rotura de hilo	Escala de Razón	Tendencia central (media aritmética, mediana y moda). Dispersión (varianza, desviación estándar)	T de Student para muestras relacionadas
Tiempo de parada por rotura de agujas	Tiempo promedio de parada por rotura de agujas	Escala de Razón	Tendencia central (media aritmética, mediana y moda). Dispersión (varianza, desviación estándar)	T de Student para muestras relacionadas

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Presentación de resultados

Generalidades

La organización se dedica al rubro textil, brindando un servicio de tejeduría a diversas Las empresas textiles inician este servicio con el suministro de materias primas de estas empresas solicitantes del servicio. Estos hilos son importados y también se pueden pedir para exportación con requisitos específicos del cliente final. Este capítulo desarrolla una aplicación de las Herramientas Lean y muestra los beneficios obtenidos. Esto permite tiempos de ciclo más cortos para lograr una mayor capacidad de producción.

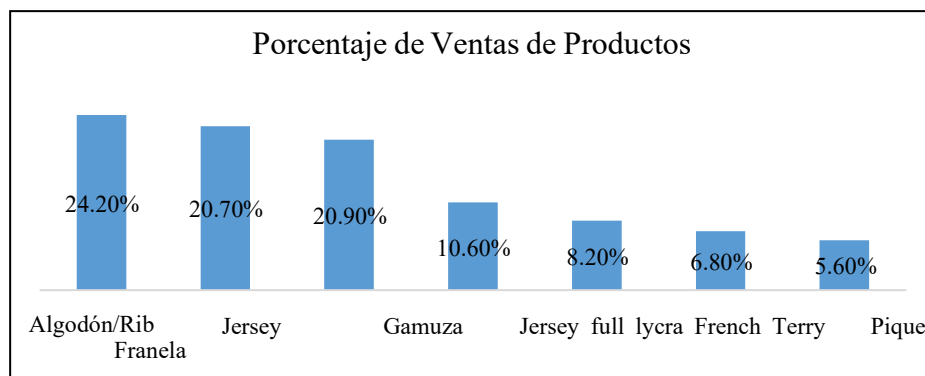


Figura N 13. Porcentaje de ventas de productos

Fuente: La Organización

ALGODON 100%

JERSEY 50/1 - 40/1 - 30/1 - 24/1 - 20/1

GAMUZA 50/1 - 40/1 - 30/1

JERSEY FULL LYCRA 30/1 + SPANDEX 20D

FRENCH TERRY 30/1 + SPANDEX 30D

PIQUE 30/1 - 24/1 - 20/1

FRANELA 20/1 + 10/1 - 24/1 + 10/1

RIB 40/1 - 30/1 - 24/1 - 20/1

Organigrama

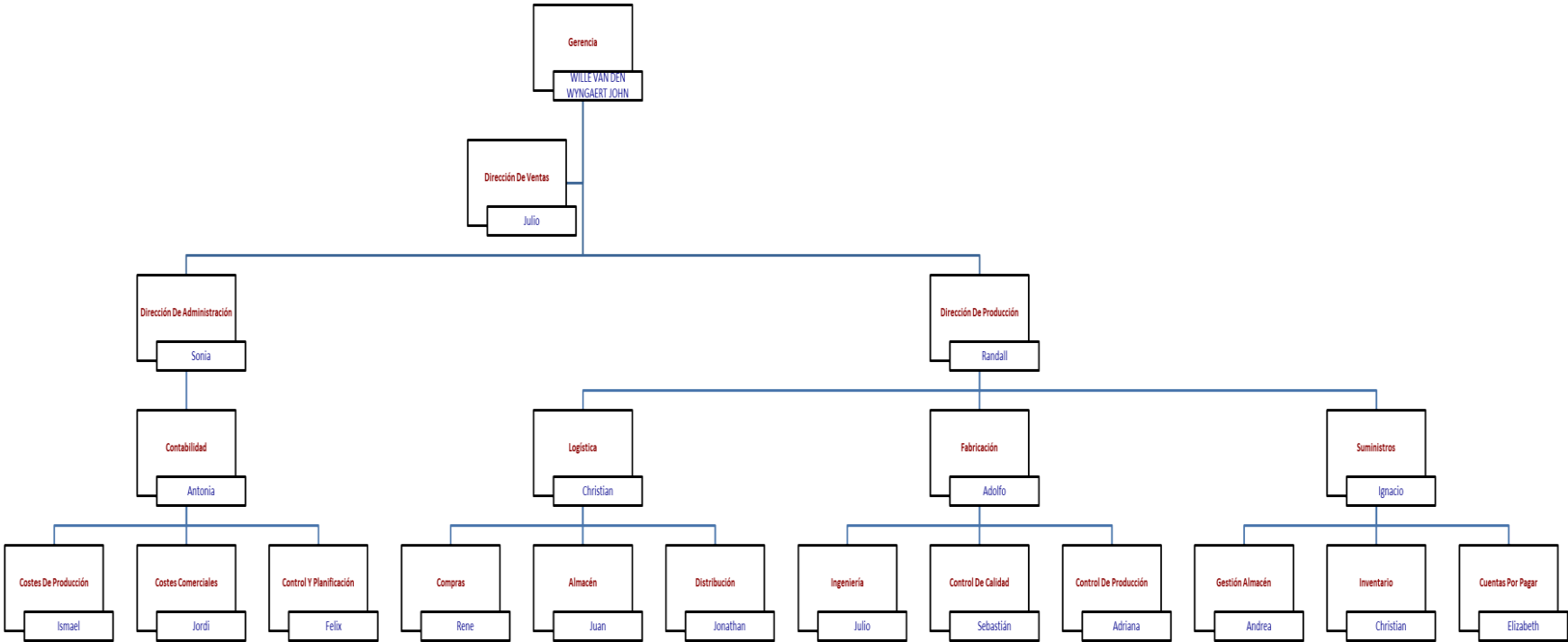


Figura N 14. Organigrama de la empresa
Fuente: La empresa

Principales clientes:

Entre los cuales destacan: “SUR COLOR STAR, COTTON KNIT S.A.C., SOUTHERN TEXTILE S.A.C, TEXTILES CAMONES S.A., CONFECCIONES TEXTIMAX, TEXTIL DEL VALLE, TOPY TOP”

a. Rollos

La empresa trabaja con los siguientes tipos de tela



Figura N 15. Rollos de tela

Fuente: Elaboración propia

b. Cuellos y Puños

Esta línea ofrece la fabricación de este insumo tan importante para la industria textil. Contando con maquinaria especializada se elaboran cuellos, puños y fajas en diferentes hilos y diseños.



Figura N 16. Cuellos y Puños

Fuente: Elaboración Propia

c. Almacenamiento

Para la confección de telas se depositan productos intermedios como Hilo teñido, tela cruda, producto final.



Figura N 17. Almacén de telas

Fuente: Elaboración propia

d. Tejeduría

La obtención de tela cruda a partir del hilo ya sea por maquinas Rectilíneas o Circulares



Figura N 18. Máquina de tejer circular

Fuente: Elaboración propia

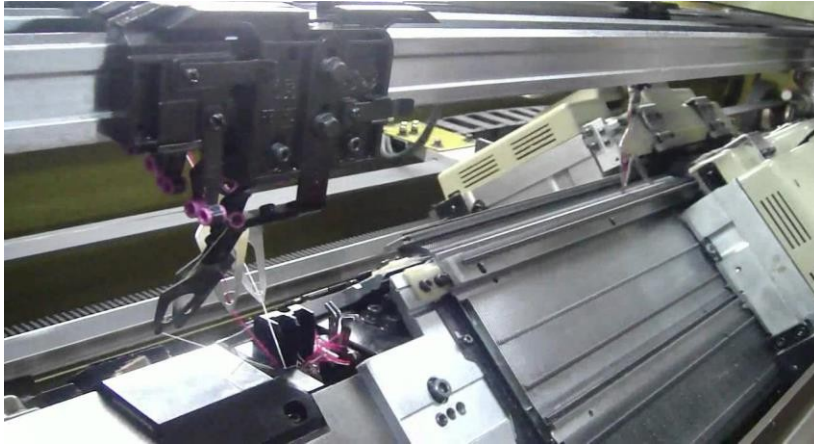


Figura N 19. Máquina de tejer rectilínea

Fuente: Elaboración propia

Se mencionó en el Capítulo 1, mejorar la eficiencia que presentan las maquinas tejedoras circulares, para llevar a cabo la investigación se establecieron tres variables independientes como objeto de estudio:

1. Implementar distribución de planta para reducir el tiempo de parada por cambio de hilo para las máquinas de tejeduría.
2. Implementar SMED para reducir el tiempo de parada por rotura de hilo durante el funcionamiento de las máquinas de tejeduría.
3. Implementar mantenimiento autónomo para reducir el tiempo de parada por falta de suministro de agujas y cambio de agujas para las máquinas de tejeduría.

Objetivo específico 01: Implementar distribución de planta para reducir el tiempo de parada por cambio de hilo para las máquinas de tejeduría.

Situación antes

La empresa en estudio no contaba con una distribución de planta, el tiempo de recorrido de un operario durante el turno era muy elevado siendo muy ineficiente la operación realizada ya que el tiempo que invertía durante el proceso de producción y abastecimiento en máquinas se complicaba, debido a las distancias que el operario debía recorrer. Si bien la planta inicialmente no guardaba una señalización adecuada, y además de ello no contaba con anaqueles con una organización adecuada. Cabe mencionar que la empresa no contaba con una distribución de planta basada en los

requerimientos necesarios para disminuir tiempos, por lo que se identificó lo mencionado como objetivo N°1 del estudio.

Tomando en cuenta lo descrito previamente, el análisis de muestras del presente objetivo será enfocado netamente en toda la planta: Área de almacén, maquinas, Área de calidad, Mecánica, oficina.

Muestra Antes

Para esta variable (pre test) se realizó mediante la toma de tiempo de 8 semanas (junio y julio 2022). En la tabla N° 5 se puede apreciar un cuadro resumen con la cantidad de horas que las máquinas de un área de trabajo estuvieron inoperativas por cada semana. En las 8 semanas las maquinas estuvieron detenidas por 268.08 minutos, con un promedio de 33.51 minutos.

Tabla N° 5.
Muestra tiempo de parada de maquina pre-test

PRE TEST	
SEMANAS	TIEMPO DE PARADA MAQUINA (M)
1	19.6
2	
3	
4	
5	
6	

Fuente: Elaboración propia

Aplicación de la teoría

Este proyecto se realizó en base a la información recopilada de la distribución de la instalación, los aspectos relativos a la empresa que sirvieron para desarrollar el estudio, además que muestra cómo están relacionados con la seguridad y salud en el trabajo prácticas comerciales generales y flujos de materiales, se toma en cuenta los espacios de planta, la proyección de espacios totales y siguiendo con la implementación usaremos la técnica para construir el Layout.

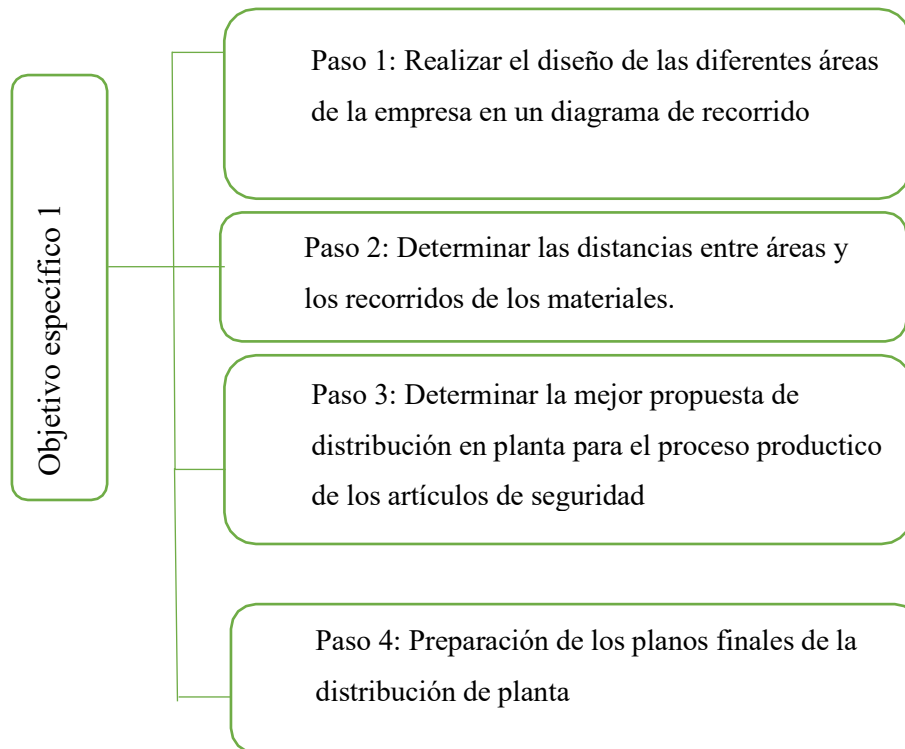


Figura N 20: Secuencia de pasos para aplicar Distribución de planta

Fuente: Elaboración propia

Paso 1: Realizar el diseño de las diferentes áreas de la empresa en un diagrama de recorrido

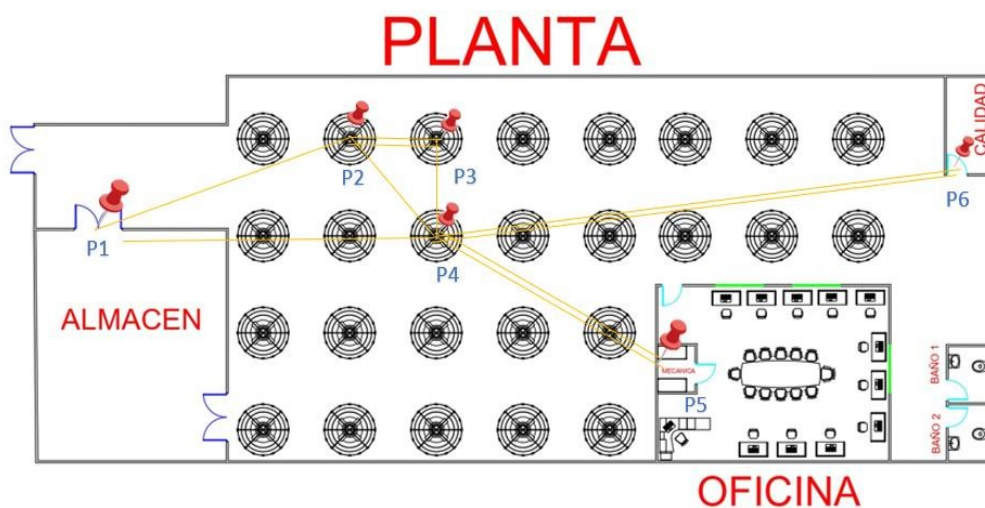


Figura N 21. Layout del área de tejeduría

Fuente: AutoCAD – elaboración Propia

Paso 2: Determinar las distancias entre áreas y los recorridos de los materiales.

Tabla N° 6.
Tabla de recorrido antes

PUNTOS	FRECUENCIA (f)	DISTANCIA (M)	TIEMPO(s)	(F X M)	(F X S)
P = 1-2	2	14.29	20	28.58	40
P = 2-3	2	4.5	5	9	10
P = 3-4	1	4.5	5	4.5	5
P = 4-5	2	11	20	22	40
P = 4-2	1	6.36	5	6.36	5
P = 4-6	2	23	25	46	50
P = 4-1	1	11.5	18	11.5	18
Totales				127.94	168

Fuente: Elaboración propia

El recorrido que se realiza en la planta es más complejo debido a que esta no beneficia a los operarios para realizar un trabajo eficiente basado en los tiempos, el operador debe visitar el área de calidad cada rollo que elabora debido a que este debe ser evaluado constantemente por el área para que no haya fallas o si tuvieran poder solucionarlo en el menor tiempo posible. Así mismo la distribución de estaciones no están de la mejor manera para que el operador realice un trabajo eficiente

Paso 3: Determinar la mejor propuesta de distribución en planta para el proceso productivo de los artículos de seguridad

Cuando se trata de diseñar una nueva distribución de planta para un sistema productivo se puede estimar las necesidades de superficie de un procedimiento de extrapolación. También se procede a dibujar un croquis a escala o utilizar plantillas para diversas áreas.

Implementación de Distribución de Planta

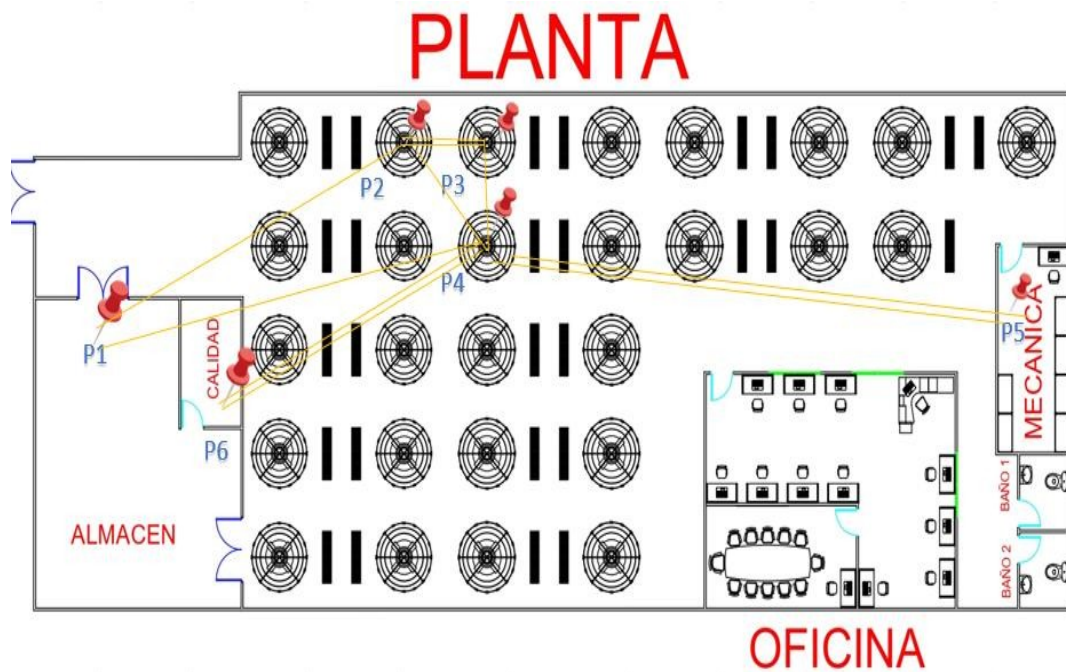


Figura N 21. Layout del área de Tejeduría – nueva distribución

Fuente: AutoCAD – elaboración Propia

Paso 4: Preparación de los planos finales de la distribución de planta

El diagrama elaborado representa el tiempo empleado y además el recorrido que tendrá el proceso de producción de telas se puede observar que se optó por la mejor propuesta de diseño, tomando los mejores recorridos (menor tiempo) siendo este un beneficio para la producción y para la empresa

Tabla N° 7.

Tabla de recorrido después

PUNTOS	FRECUENCIA	DISTANCIA (M)	TIEMPO(s)	(F X M)	(F X S)
P = 1-2	1	15.75	20	15.75	20
P = 2-3	2	4.5	5	9	10
P = 3-4	2	4.5	5	9	10
P = 4-5	2	23	20	46	40
P = 4-2	1	6.36	5	6.36	5
P = 4-6	2	12.5	25	25	50
P = 4-1	1	19	20	19	20
Totales				130.11	155

Fuente: Elaboración Propia

Situación después (Post test)

En la presente investigación se ha realizado un estudio basado en la distribución de planta inicial de la Empresa, con la finalidad de elaborar una propuesta de redistribución de planta y determinar si su implementación incrementa la productividad de dicha empresa. Para esto se tuvo en cuenta la información de las áreas de proceso de producción, las cuales son 4. De acuerdo con la observación directa, una entrevista con el encargado de almacén y aplicando el análisis de Pareto se determinaron los principales servicios que ofrece la empresa a su clientela, así como la problemática actual analizando cada uno de los procesos. Finalmente se determinó que con la aplicación de la propuesta se aumentaría la productividad en un 0.16 servicios / h-h es decir que por cada sol invertido se obtendría 0.60 céntimos de sol.

Muestra después

Finalmente, se tomó como muestra post los tiempos de parada de máquina de 8 semanas (setiembre y octubre 2022) en el área de tejeduría. Ver tabla N° 8. Durante estas 8 semanas las maquinas estuvieron detenidas por 221.88 minutos, con un promedio de 27.74 minutos.

Tabla N° 8.
Muestra tiempo de parada de maquina post test

POST TEST	
SEMANAS	TIEMPO DE PARADA DE MAQUINA (Min)
1	23.22
2	20.64
3	25.8
4	28.38
5	18.06
6	30.96
7	33.54
8	41.28

Fuente: Elaboración propia

El objetivo del diseño adecuado de la planta es encontrar las formas más ordenadas de equipos y áreas de trabajo para fabricarlos de la manera más económica y

eficiente, al mismo tiempo que sea seguro y satisfactorio para el personal que realiza el trabajo.

Más precisamente, podemos decir que este objetivo se logra a través del logro de hechos y beneficios, las mejoras de nuestra planta pueden demostrar el uso efectivo del espacio: mayor productividad y costos reducidos.

Objetivo específico 02: Implementar SMED para reducir el tiempo de parada por rotura de hilo durante el funcionamiento de las máquinas de tejeduría.

Situación antes (Pre test)

El operador realiza una serie de actividades para el arranque del proceso al inicio de su turno y al final, de esta forma se reparten las actividades y se reduce el tiempo de espera para iniciar la producción. Ver tabla N° 9.

Tabla N° 9.

Funciones del día

Funciones del día	Detalle
	Recojo de herramientas de limpieza
Preparacion de Maquinas y equipos (Inicio de jornada)	Recepcion de la maquina de tejer circular
	Inspeccion de la maquina de tejer circular
	Recepcion de herramientas de limpieza
	Limpieza del puesto de trabajo
	Limpieza de la maquina de tejer circular
Produccion	Pausas activas
Almuerzo	En diferentes horarios por linea
Produccion	Pausas activas
Preparacion de Maquinas y equipos (Fin de jornada)	Limpieza del puesto de trabajo
	Limpieza de la maquina de tejer circular
	Inspeccion de la maquina de tejer circular
	Entrega de la maquina de tejer circular
	Entrega de herramientas de limpieza

Fuente: Elaboración propia

Al inicio de sus labores del día, el operador se encarga de solicitar en almacén las herramientas de limpieza y luego recibe las máquinas de tejer circular, del operador del turno anterior. Como siguiente paso procede con la inspección de la máquina de tejer circular



Figura N 22. Máquina de Tejer Circular (Área de trabajo)

Fuente: Elaboración propia

La máquina de tejer circular no para en su funcionamiento y continua con la producción de los rollos de tela, por lo cual el operador debe realizar las actividades de recepción de herramientas de limpieza, recepción de las maquinas e inspección de la maquina en corto tiempo, y a su vez la limpieza constante del puesto de trabajo y las maquinas.

Durante este tiempo el operador deja de llevar un control constante dejando que por ciertos lapsos de tiempo las maquinas dejen de producir los rollos de tela por una parada de esta por uno de los hilos que se hayan roto.

Al ser el propio operador quien realice la limpieza constante del área de trabajo y la inspección de la maquina hace que al romperse un hilo la maquina pare y este no se dé cuenta durante un tiempo breve o largo, generando de esta formar una acumulación de tiempo perdido por una parada de máquina.

Muestra antes

Para esta variable (pre test) se realizó mediante la toma de tiempo de 8 semanas (junio y julio 2022) en el área de tejeduría. En la tabla N° 10 se puede apreciar un cuadro resumen con la cantidad de horas que las máquinas de un área de trabajo estuvieron inoperativas por cada semana. En las 8 semanas las maquinas estuvieron detenidas por 98 horas, con un promedio de 12.25 horas.

Tabla N° 10.
Muestra tiempo de parada de maquina pre test

PRE-TEST	
SEMANAS	TIEMPO DE PARADA DE MAQUINA (Hr)
1	12
2	10
3	16
4	12.5
5	10.5
6	11
7	13.5
8	12.5

Fuente: Elaboración propia

Aplicación de la teoría

Se aplico SMED con la finalidad de reducir los tiempos de parada de máquina por rotura de hilo. A continuación, en la figura N 21 su muestra los pasos que fueron realizados durante la aplicación.

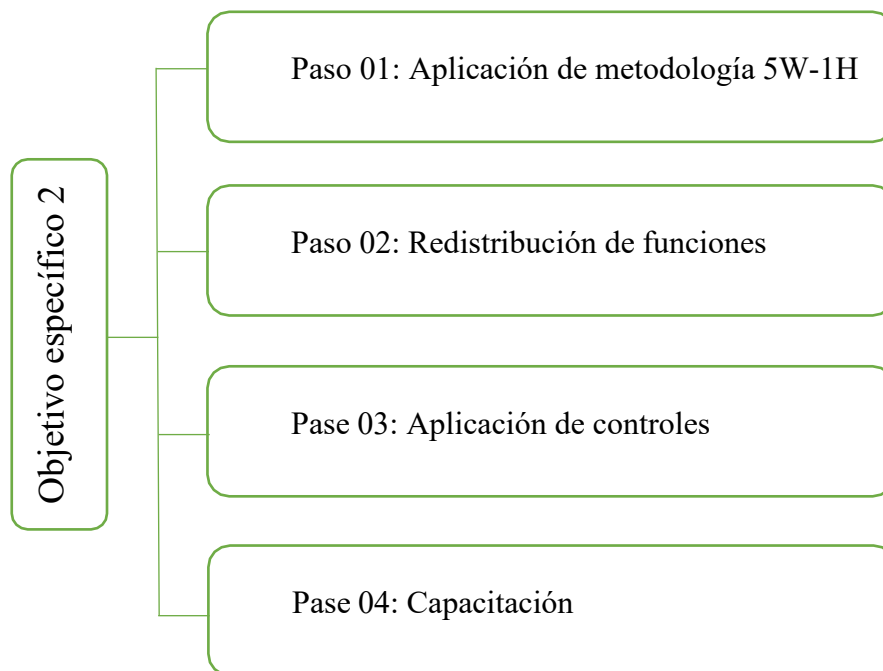


Figura N 23: Secuencia de pasos para aplicar SMED

Fuente: Elaboración propia

Paso 1: Aplicación de metodología 5W-1H

Se aplicó la metodología del 5W-1H para definir las acciones en las actividades que demoran el arranque de producción en el área. De esta forma se establece de qué manera se enfrentará el problema, su justificación del porque se va a realizar, los detalles de quienes lo llevarán a cabo, dónde se realizará y que acciones se tomarán para las problemáticas. Ver tabla N° 11.

Tabla N° 11.
5W y 1H de SMED

Objetivo	¿Qué?	¿Quién?	¿Cuándo?	¿Dónde?	¿Por qué?	¿Cómo?
Recojo de herramientas de limpieza	Acondicionar un espacio para las herramientas de trabajo	Personal de limpieza	Al inicio del turno de trabajo	Área de tejeduría	Para reducir el tiempo que se toma en repartir las herramientas de uso frecuente	Se asignará un espacio organizado para las herramientas de uso frecuente
Recepción de la máquina de tejer circular	Estado en que se recibe la máquina de tejer circular	Supervisor / Operador	Al inicio del turno de trabajo	Área de tejeduría	Para reducir el tiempo que le toma al operador en recibir la maquina	Se asignará al supervisor la recepción de las máquinas de tejer mediante un formato de check list
Recepción de herramientas de limpieza	Acondicionar un espacio para las herramientas de uso frecuente	Personal de limpieza	Al inicio del turno de trabajo	Área de tejeduría	Para reducir el tiempo en que le toma al personal en ir al almacén por herramientas	Se asignará un espacio organizado para las herramientas de uso frecuente
Limpieza del puesto de trabajo	Mantener el puesto de trabajo limpio y ordenado	Personal de limpieza	Durante el turno de trabajo	Área de tejeduría	Para reducir el tiempo de limpieza al operador asignando a un personal de limpieza	Se asignará a un personal encargado de la limpieza de los espacios de trabajo

Fuente: Elaboración propia

Paso 2: Redistribución de funciones

Se realizó una redistribución de funciones, asignando ciertas funciones de limpieza que realizaba el operador al personal de limpieza, aportando de esa forma a que el operador se enfoque en sus actividades principales y aportando en la reducción de tiempos de parada. Ver tabla N° 12 y tabla N° 13.

Tabla N° 12.
Funciones del operador

Funciones del día	Detalle
	Operador
Preparación de Máquinas y equipos (Inicio de jornada)	Recepción de la máquina de tejer circular Inspección de la máquina de tejer circular Limpieza de la máquina de tejer circular
Producción	Pausas activas
Almuerzo	En diferentes horarios por línea
Producción	Pausas activas
Preparación de Máquinas y equipos (Fin de jornada)	Limpieza de la máquina de tejer circular Inspección de la máquina de tejer circular Entrega de la máquina de tejer circular

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 13.
Funciones del personal de limpieza

Funciones del día	Detalle
	Personal de limpieza
Inicio de jornada	Recojo de herramientas de limpieza Recepción de herramientas de limpieza
Limpieza	Limpieza del puesto de trabajo Limpieza de ambientes y servicios
Almuerzo	Medio día
Limpieza	Limpieza de ambientes y servicios Limpieza del puesto de trabajo
Fin de jornada	Entrega de herramientas de limpieza

Fuente: Elaboración propia

Paso 3: Aplicación de controles

Se elaboro formatos de control e inspección, que serán llenados minutos previos al inicio de la jornada de trabajo el operador revisará y a su vez check list de la recepción de la máquina de tejer circular, el cual será revisado por el supervisor de turno. Ver tabla N° 14.

Tabla N° 14.
Check list de recepción de máquina de tejer

Encargado:				
Fecha:				
Turno:				
	SI	NO	HECHO POR	REVISADO POR
Buen estado de la maquina				
Area libre de objetos				
Documentos ordenados y en un lugar adecuado				
Observaciones	_____			

Fuente: Elaboración propia

Al redistribuirse las funciones del día, el personal realizará la limpieza del puesto de trabajo; y este deberá llenar un formato donde se controla las veces que se realiza la limpieza de los puestos de trabajo de los operadores, que se realizará durante el turno de trabajo. Ver tabla N° 15.

Tabla N° 15.
 Formato de Control de limpieza del puesto de trabajo

Turno:			
Encargado	N° de area de trabajo	Fecha	Hora

Fuente: elaboración propia

En cada cambio de turno el supervisor revisara y llenara el check list de cada área de trabajo. Ver tabla N° 16.

Tabla N° 16.
 Check list de cambio de turno

PUESTO DE TRABAJO				
	SI	NO	REALIZADO POR	REVISADO POR
Maquina, mesa y/o equipos limpios				
PISOS				
	SI	NO	REALIZADO POR	REVISADO POR
Los pisos se encuentran limpios y libres de objetos y/o pelusa				
Cintas de delimitacion de areas limpias y visibles				
CARGA FISICA				
	SI	NO	REALIZADO POR	REVISADO POR
Se cuenta con pisos anti fatiga en los puestos de trabajo que lo requieren.				

Fuente: elaboración propia

Paso 4: Capacitación

Para el correcto uso y llenado de los formatos de control e inspección, se realizó la capacitación al personal sobre la importancia de las funciones que realizarían y los formatos creados.

HOJA DE CAPACITACION	
Fecha:	
Tema	Duracion
Objetivos	
Capacitar al personal sobre el llenado de los formatos y la funciones	
Contenido	
Funciones del operador	
Funciones del personal	
Llenado de check list de maquinas	
Llenado de formulario de trabajo	
Llenado de importancia de la actividad	
Conclusiones	
Se	

Figura N 24: Hoja de capacitación

Fuente: Elaboración propia

Situación después (Post test)

Los operadores ya no están realizando la actividad de limpieza del área de trabajo, dicha actividad lo realiza el personal de limpieza. Dicho personal tiene sus herramientas de trabajo en el almacén.

El supervisor se acerca a cada área de trabajo a verificar la recepción de cada máquina de tejer circular en el cambio de turno, de esta forma agiliza la recepción y mejora el control del estado de cada máquina.

Dando como resultado una reducción en el tiempo de limpieza del área de trabajo de aproximadamente 3.3 horas (198 minutos).

Se obtiene una reducción del tiempo de limpieza del área de trabajo en un 26.83%.

Muestras después

Finalmente, se tomó como muestra post los tiempos de parada de máquina de 8 semanas (setiembre y octubre 2022) en el área de tejeduría. Ver tabla N° 17. Durante estas 8 semanas las maquinas estuvieron detenidas por 72 horas, con un promedio de 9 horas.

Tabla N° 17.
Muestra tiempo de parada de maquina post test

POST-TEST	
SEMANAS	TIEMPO DE PARADA DE MAQUINA (Hr)
1	7
2	6.5
3	9
4	13.5
5	10
6	9.5
7	8
8	8.5

Fuente: Elaboración propia

Objetivo específico 03: Implementar mantenimiento autónomo para reducir el tiempo de parada por rotura de agujas para las máquinas de tejeduría.

Situación antes (Pre test)

Se observó que en el área de tejeduría se presentaban paradas de las máquinas de tejeduría por diferentes tipos de causa para el cual se realizó un diagrama de Pareto para determinar la causa de mayor frecuencia, ver tabla N° 18, producto del constante uso de estas en la elaboración de los rollos de tela. Dicha información fue del año 2022.

Tabla N° 18.
Lista de causas de parada de maquina

Fuente: Elaboración propia

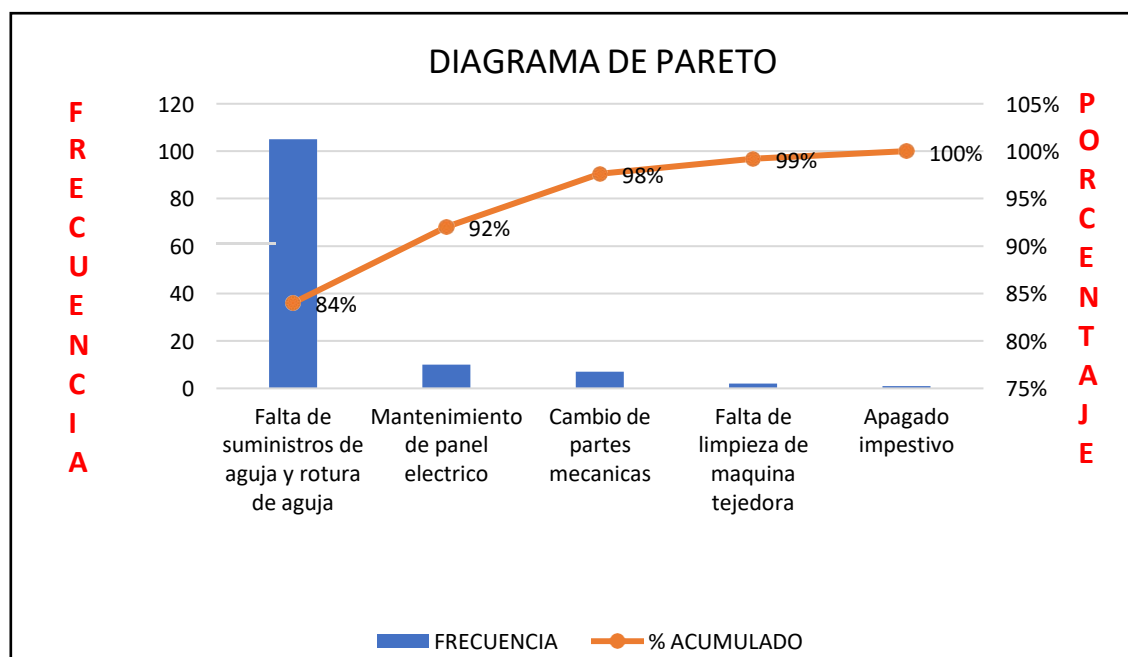


Figura N 25. Diagrama de Pareto – Frecuencia de parada de máquina
Fuente: Elaboración propia

Según el análisis, se determinó que la causa que origina la mayor frecuencia de máquina parada con un 84% es la falta de suministros de aguja y rotura de agujas (ver figura N 25), deteniendo la maquina hasta la llegada del técnico.

Muestra antes

Se tomo como muestra pre los tiempos de parada de máquina de 8 semanas (junio y julio 2022) en el área de tejeduría. En la tabla N° 19 se puede apreciar un cuadro resumen con la cantidad de horas que las maquinas estuvieron inoperativas por cada semana. En las 8 semanas las maquinas estuvieron detenidas por 861 horas, con un promedio de 107.63 horas.

Tabla N° 19.
Muestra tiempo de parada de maquina pre test

PRE-TEST	
SEMANAS	TIEMPO DE PARADA DE MAQUINA (Hr)
1	62
2	117.5
3	253.5
4	176
5	75.5
6	67
7	49
8	60.5

Fuente: Elaboración propia

Aplicación de la teoría

Se aplico mantenimiento autónomo con la finalidad de reducir los tiempos de parada de máquina. A continuación, en la figura N 26 se muestra los pasos que fueron realizados durante la aplicación.

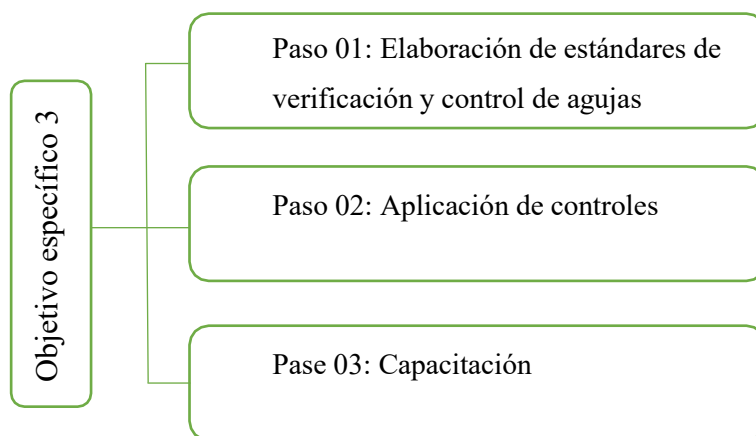


Figura N 26: Secuencia de pasos para aplicar el mantenimiento autónomo

Fuente: Elaboración propia

Paso 01: Elaboración de estándares de verificación y control de agujas

Se estandarizo los pasos de verificación y control, creando un procedimiento de inspección para las máquinas de tejeduría durante su funcionamiento (ver tabla N° 20).

Tabla N° 20.

Procedimiento de verificación y control

PROCEDIMIENTO DE VERIFICACION Y CONTROL DE AGUJAS
Verificación de estado de maquina
Revisión formatos de control de agujas
Llenado de formato de control de agujas
Verificación de estado de agujas
Limpieza de maquina

Fuente: Elaboración propia



Figura N 27: Maquina de tejer Circular, verificación de agujas

Fuente Elaboración propia

Paso 02: Aplicación de controles

Se elaboro formatos de control e inspección (check list), los cuales facilitaron las tareas de inspección y disminuir los tiempos de paradas y a fin de llevar un mejor control de las agujas. Ver tabla N° 21 y tabla N° 22. Y asi mismo permitiendo la correcta inspección y auditoria. Ver tabla N° 23 y tabla N° 24.

Tabla N° 23.
Check list de maquina

Check List	Si	No	Observaciones
Verificación de estado de maquina			
Revisión formatos de control de agujas			
Llenado de formato de control de agujas			
Verificación de estado de agujas			
Limpieza de maquina			
Encargado:			
Fecha:			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 24.
Auditoria del programa de limpieza de control de agujas

Auditoria del programa de control de agujas					
Encargafo					
Mes	Junio		Julio		Agos
Fecha					
Verificacion de estado de maquina					
Revision formatos de control de agujas					
Llenado de formato de control de ag					
Verificacion de estad					
Limpie					

Fuente: Elaboración propia.

Pase 03: Capacitación

Para el correcto uso de los formatos creados y la correcta ejecución de las tareas, se realizó la capacitación al personal sobre el mantenimiento autónomo y se concientizo su importancia con el fin de tener preparados al personal y tengan conocimiento de cómo actuar ante cualquier tipo incidente que pueda detener el correcto funcionamiento de las máquinas, prevenir una posible falla o incluso un accidente.

Ver figura N 28

HOJA DE CAPACITACION	
Fecha:	
Tema	Duraci
Objetivos	
Capacitar al personal sobre el m autonomo y el llenado correct de control	
Contenido	
¿Qué es el manteni Llenado de forma control de canti Check list de Llenado de ¿Cómo a	
Concl	
Se l	

Figura N 28: Hoja de capacitación
Fuente: Elaboración propia

Situación después (Post test)

Tras la aplicación del mantenimiento autónomo, se empezó a reducir los tiempos de parada de las máquinas de tejeduría, gracias al uso de los formatos y la capacitación del personal. Por lo cual se determinó que este tiempo de parada era en su parte por una falta de suministros de agujas, el cual no se tenía un control para poder tener en un stock de agujas y que esta falta de control sumaba a que se compre agujas de marcas nacionales los cuales en comparación de una marca internacional no tenían mucho tiempo de vida, generando de esta forma tiempos de parada. Debido al uso de los formatos es lo que se determinó estos puntos mencionados.

Mediante la aplicación se estandarizó los siguientes resultados:

- ✓ Control de Agujas usadas
- ✓ Control de stock de agujas
- ✓ Afianzar relación hombre – máquina

Muestra después

Finalmente, se tomó como muestra post los tiempos de parada de máquina de 8 semanas (setiembre y octubre 2022) en el área de tejeduría. Ver tabla N° 25. Durante estas 8 semanas las maquinas estuvieron detenidas por 315.5 horas, con un promedio de 42 horas.

Tabla N° 25.

Muestra post test de tiempo de parada de maquina

POST-TEST	
SEMANAS	TIEMPO DE PARADA DE MAQUINA (Hr)
1	44.5
2	39.5
3	30
4	39
5	37
6	40.5
7	43
8	42

Fuente: Elaboración propia

Resumen de resultados

En la tabla N° 26 se muestra el resumen de resultados de la aplicación de las 3 variables independientes.

Tabla N° 26.
Resumen de resultados

Hipótesis	Variable independiente	Variable dependiente	Indicador VD	Pre test	Post test	Variación	%
1	Distribución de planta	Tiempo de parada por cambio de hilo	Tiempo promedio de parada por cambio de hilo	0.61 Hr	0.46 Hr	-0.15	-24.59%
2	SMED	Tiempo de parada por rotura de hilo	Tiempo promedio de para por rotura de hilo	12.3 Hr	9.0 Hr	-3.3	-26.83%
3	Mantenimiento autónomo	Tiempo de parada por rotura de agujas	Tiempo promedio de parada por rotura de agujas	107.6 Hr	39.4 Hr	-68.2	-63.75%

Fuente: Elaboración propia

4.2 Análisis de resultados

Generalidades

En esta sección se presentan los planteamientos y los resultados de las pruebas de normalidad y de las pruebas de hipótesis de esta investigación, donde se expone el detalle de la información levantada de las muestras en situación pre test y en situación post test, de manera que se pueda comprobar y verificar el contraste de las muestras, a través del análisis de la estadística inferencial planteadas en la investigación para cada una de las hipótesis específicas.

Para todos los resultados de las pruebas se ha utilizado el software estadístico SPSS, versión 26.

Prueba de Normalidad

Para las pruebas de normalidad se plantean las siguientes hipótesis:

H0: Hipótesis Nula – Los datos de la muestra, SI siguen una distribución normal.

H1: Hipótesis Alterna – Los datos de la muestra, NO siguen una distribución normal.

Nivel de significancia: Sig. = 0.05

Regla de decisión:

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor mayor o igual al 5,00% (Sig. $\geq 0,05$), entonces, se acepta la hipótesis nula (H0).

Por lo tanto, los datos de la muestra, SI siguen una distribución normal.

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor menor al 5,00% (Sig. $< 0,05$), entonces, se acepta la hipótesis alterna (H1).

Por lo tanto, los datos de la muestra NO siguen una distribución normal.

Prueba de Hipótesis

Para la contrastación de hipótesis se plantea la siguiente validez de la hipótesis:

H0: Hipótesis Nula – NO existe diferencia estadística significativa entre la muestra Pre-Test y la muestra Post Test.

H1: Hipótesis Alterna – SI existe diferencia estadística significativa entre la muestra Pre-Test y la muestra Post Test.

Nivel de significancia: Sig. = 0.05

Regla de decisión:

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor mayor o igual al 5,00% (Sig. $\geq 0,05$), entonces, se acepta la hipótesis nula (H0), o lo que es lo mismo, se rechaza la hipótesis del investigador.

Por lo tanto: NO se aplica la Variable Independiente del investigador

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor menor al 5,00% (Sig. $< 0,05$), entonces, se acepta la hipótesis alterna (H1), o lo que es lo mismo, se acepta la hipótesis del investigador.

Por lo tanto: SI se aplica la Variable Independiente del investigador

Hipótesis Específica 1

Pruebas de Normalidad

Pre test: Muestra variable dependiente 1

Se tomaron como muestras del Pres Test y Post Test los tiempos de paradas por cambio de hilo.

Pruebas de Normalidad

Pre test: Muestra variable dependiente 1

Por el número de muestras que se analizó (8 muestras) de la situación Pre test de los datos de la tabla N° 27, las muestras son sometidas a la prueba de normalidad del Test de Shapiro-Wilk a través del programa de software IBM SPSS Statistics, a fin de verificar si la distribución es normal, es decir, si es paramétrica. Ver figura N 29.

Tabla N° 27.
Muestra pre test variable dependiente 1

SEMANAS	MUESTRA PRE TEST (Min)
1	27
2	
3	
4	
5	
6	

Fuente: Elaboración propia

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MUESTRA PRE TEST (Min)	,113	8	,200 [*]	,968	8	,884

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura N 29: Prueba de normalidad HI – Pre test

Fuente: SPSS – Elaboración propia

De acuerdo con los resultados obtenidos en la prueba de normalidad de Shapiro - Wilk se determina que:

El valor de la significancia de la muestra pre-test 0.884 es mayor que el valor 0,05, de modo que, se acepta la Hipótesis Nula, con lo cual se concluye que los datos de la muestra Post Test provienen de una distribución normal.

Post test: Muestra variable dependiente 1

Por el número de muestras que se analizó (8 muestras) de la situación Pre test de los datos de la tabla N° 28, las muestras son sometidas a la prueba de normalidad del Test de Shapiro-Wilk a través del programa de software IBM SPSS Statistics, a fin de verificar si la distribución es normal, es decir, si es paramétrica. Ver figura N 30.

Tabla N° 28.
Muestra post test variable dependiente 1

POST TEST	
SEMANAS	TIEMPO DE PAR DE MAQUINA
1	2
2	
3	
4	
5	

Fuente: Elaboración propia

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MUESTRA POST TEST (Min)	,102	8	,200*	,973	8	,921

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura N 30: Prueba de normalidad HI – Post test

Fuente: SPSS – Elaboración propia

De acuerdo con los resultados obtenidos en la prueba de normalidad de Shapiro - Wilk se determina que:

El valor de la significancia de la muestra post-test 0.921 es mayor que el valor 0,05, de modo que, se acepta la Hipótesis Nula, con lo cual se concluye que los datos de la muestra Post Test provienen de una distribución normal.

Contrastación de la hipótesis

Resultados de la contrastación

H₀: Si se aplica la Distribución de planta entonces no se reducirá el tiempo de parada por cambio de hilo.

H₁: Si se aplica la Distribución de planta entonces se reducirá el tiempo de parada por cambio de hilo.

Dado que los datos son de naturaleza numérica; de muestras relacionadas, debido a que es el mismo grupo de análisis para la muestra Pre Test y Post Test; y que, además, ambas muestras provienen de una distribución normal, se determinó utilizar la Prueba de T de Student) de muestra emparejadas (debido a que se consideró la semana 1 de inicio del pre test con el inicio del post test y así sucesivamente), la cual es una prueba de hipótesis que permite evaluar si en los resultados hay diferencia estadística de manera significativa respecto a sus medias. Los resultados se muestran en la figura N 31.

		Prueba de muestras emparejadas								
		Diferencias emparejadas								
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)	
					Inferior	Superior				
Par 1	MUESTRA PRE TEST (Min) - MUESTRA POST TEST (Min)	8,88750	8,73969	3,08995	1,58094	16,19406	2,876	7	,024	

Figura N 31. Prueba de hipótesis de T de Student de muestras emparejadas para tiempo de parada de máquina H1

Fuente: IBM SPSS Statistics - Elaboración propia

Dado que la significancia es igual a 0.024, menor que 0,05 y respetando el criterio de evaluación, se rechaza la hipótesis nula H0 y se acepta la hipótesis alterna H1, afirmando que existe una diferencia estadística significativa entre el tiempo de parada de máquina en el pre test y post test respectivamente.

Se concluye que: existe una reducción en tiempo de parada de máquina mediante la implementación de distribución de planta.

Se evidencia que la implementación de distribución de planta tuvo un efecto positivo y significativo en la reducción del tiempo de parada de máquina.

Estadísticos descriptivos

En la figura N 32 se muestran los estadísticos descriptivos de las muestras pre test y post test de los tiempos de paradas de máquina.

		Estadísticos	
		MUESTRA PRE TEST (Min)	MUESTRA POST TEST (Min)
N	Válido	8	8
	Perdidos	0	0
Media		36,6225	27,7350
Mediana		35,6700	27,0900
Desv. Desviación		7,5724	7,5219
Varianza		57,3418	56,5794

Figura N 32. Datos estadísticos descriptivos de tiempo de paradas de máquina H1
Fuente: IBM SPSS Statistics - Elaboración propia

Hipótesis Específica 2

Pruebas de Normalidad

Pre test: Muestra variable dependiente 2

Se tomaron como muestras del Pres Test y Post Test los tiempos de paradas por rotura de hilo.

Pruebas de Normalidad

Pre test: Muestra variable dependiente 2

Por el número de muestras que se analizó (8 muestras) de la situación Pre test de los datos de la tabla N° 29, las muestras son sometidas a la prueba de normalidad del Test de Shapiro-Wilk a través del programa de software IBM SPSS Statistics, a fin de verificar si la distribución es normal, es decir, si es paramétrica. Ver figura N 33.

Tabla N° 29.
Muestra post test variable dependiente 2

PRE-TEST	
SEMANAS	TIEMPO DE PARADA DE MAQUINA (Hr)
1	12
2	10
3	16
4	12.5
5	10.5
6	11
7	13.5
8	12.5

Fuente: Elaboración propia

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MUESTRA PRE TEST	,198	8	,200*	,930	8	,517

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura N 33: Prueba de normalidad H2 – Pre test

Fuente: SPSS – Elaboración propia

De acuerdo con los resultados obtenidos en la prueba de normalidad de Shapiro - Wilk se determina que:

El valor de la significancia de la muestra pre-test 0.517 es mayor que el valor 0,05, de modo que, se acepta la Hipótesis Nula, con lo cual se concluye que los datos de la muestra Post Test provienen de una distribución normal.

Post test: Muestra variable dependiente 2

Por el número de muestras que se analizó (8 muestras) de la situación Pre test de los datos de la tabla N° 30, las muestras son sometidas a la prueba de normalidad del Test de Shapiro-Wilk a través del programa de software IBM SPSS Statistics, a fin de verificar si la distribución es normal, es decir, si es paramétrica. Ver figura N 34.

Tabla N° 30.
Muestra post test variable dependiente 2

POST-TEST	
SEMANAS	TIEMPO DE PARADA DE MAQUINA (Hr)
1	7
2	6.5
3	9
4	13.5
5	10
6	9.5
7	8
8	8.5

Fuente: Elaboración propia

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MUESTRA POST TEST	,198	8	,200 [*]	,908	8	,343

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura N 34: Prueba de normalidad H2 – Post test

Fuente: SPSS – Elaboración propia

De acuerdo con los resultados obtenidos en la prueba de normalidad de Shapiro - Wilk se determina que:

El valor de la significancia de la muestra post-test 0.343 es mayor que el valor 0,05, de modo que, se acepta la Hipótesis Nula, con lo cual se concluye que los datos de la muestra Post Test provienen de una distribución normal.

Contrastación de la hipótesis

Resultados de la contrastación

H₀: Si se aplica SMED entonces no se reducirá el tiempo de parada por rotura de hilo.

H₁: Si se aplica SMED entonces se reducirá el tiempo de parada por rotura de hilo.

Dado que los datos son de naturaleza numérica; de muestras relacionadas, debido a que es el mismo grupo de análisis para la muestra Pre Test y Post Test; y que, además, ambas muestras provienen de una distribución normal, se determinó utilizar la Prueba de T de Student) de muestra emparejadas (debido a que se consideró la semana 1 de inicio del pre test con el inicio del post test y así sucesivamente), la cual es una prueba de hipótesis que permite evaluar si en los resultados hay diferencia estadística de manera significativa respecto a sus medias. Los resultados se muestran en la figura N 35.

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	MUESTRA PRE TEST - MUESTRA POST TEST	3,25000	2,71241	,95898	,98237	5,51763	3,389	7	,012

Figura N 35. Prueba de hipótesis de T de Student de muestras emparejadas para tiempo de parada de máquina H2

Fuente: IBM SPSS Statistics - Elaboración propia

Dado que la significancia es igual a 0.012, menor que 0,05 y respetando el criterio de evaluación, se rechaza la hipótesis nula H0 y se acepta la hipótesis alterna H1, afirmando que existe una diferencia estadística significativa entre el tiempo de parada de máquina en el pre test y post test respectivamente.

Se concluye que: existe una reducción en tiempo de parada de máquina mediante la implementación de SMED.

Se evidencia que la implementación de SMED tuvo un efecto positivo y significativo en la reducción del tiempo de parada de máquina.

Estadísticos descriptivos

En la figura N 36 se muestran los estadísticos descriptivos de las muestras pre test y post test de los tiempos de paradas de máquina.

		Estadísticos	
		MUESTRA PRE TEST	MUESTRA POST TEST
N	Válido	8	8
	Perdidos	0	0
Media		12,2500	9,0000
Mediana		12,2500	8,7500
Desv. Desviación		1,90863	2,17124
Varianza		3,643	4,714

Figura N 36. Datos estadísticos descriptivos de tiempo de paradas de máquina H2

Fuente: IBM SPSS Statistics - Elaboración propia

Hipótesis Específica 3

Pruebas de Normalidad

Pre test: Muestra variable dependiente 3

Se tomaron como muestras del Pres Test y Post Test los tiempos de paradas por rotura de agujas.

Pruebas de Normalidad

Pre test: Muestra variable dependiente 3

Por el número de muestras que se analizó (8 muestras) de la situación Pre test de los datos de la tabla N° 31, las muestras son sometidas a la prueba de normalidad del Test de Shapiro-Wilk a través del programa de software IBM SPSS Statistics, a fin de verificar si la distribución es normal, es decir, si es paramétrica. Ver figura N 37.

Tabla N° 31.
Muestra pre test variable dependiente 3

PRE-TEST	
SEMANAS	TIEMPO DE PARADA DE MAQUINA (Hr)
1	62
2	117.5
3	253.5
4	176
5	75.5
6	67
7	49
8	60.5

Fuente: Elaboración propia

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MUESTRA PRE TEST	,297	8	,037	,797	8	,026

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura N 37: Prueba de normalidad H3 – Pre test

Fuente: SPSS – Elaboración propia

De acuerdo con los resultados obtenidos en la prueba de normalidad de Shapiro - Wilk se determina que:

El valor de la significancia de la muestra pre-test 0.026 es menor que el valor de 0,05, de modo que, se rechaza la Hipótesis Nula, con lo cual se concluye que los datos de la muestra Pre-test NO provienen de una distribución normal.

Post test: Muestra variable dependiente 3

Por el número de muestras que se analizó (8 muestras) de la situación Pre test de los datos de la tabla N° 32, las muestras son sometidas a la prueba de normalidad del Test de Shapiro-Wilk a través del programa de software IBM SPSS Statistics, a fin de verificar si la distribución es normal, es decir, si es paramétrica. Ver figura N 38.

Tabla N° 32.
Muestra post test variable dependiente 3

POST-TEST	
SEMANAS	TIEMPO DE PARADA DE MAQUINA (Hr)
1	44.5
2	39.5
3	30
4	39
5	37
6	40.5
7	43
8	42

Fuente: Elaboración propia

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MUESTRA POST TEST	,211	8	,200 [*]	,897	8	,270

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura N 38: Prueba de normalidad H3 – Post test

Fuente: SPSS – Elaboración propia

De acuerdo con los resultados obtenidos en la prueba de normalidad de Shapiro - Wilk se determina que:

El valor de la significancia de la muestra post-test 0.270 es mayor que el valor 0,05, de modo que, se acepta la Hipótesis Nula, con lo cual se concluye que los datos de la muestra Post Test provienen de una distribución normal.

Contrastación de la hipótesis

Resultados de la contrastación

H₀: Si se aplica el Mantenimiento Autónomo entonces no se reducirá el tiempo de parada por falta de suministro de agujas y cambio de agujas.

H₁: Si se aplica el Mantenimiento Autónomo entonces se reducirá el tiempo de parada por falta de suministro de agujas y cambio de agujas.

Dado que los datos son de naturaleza numérica; de muestras relacionadas, debido a que es el mismo grupo de análisis para la muestra Pre Test y Post Test; y que, además, ambas muestras provienen de una distribución normal, se determinó utilizar la Prueba de T de Student) de muestra emparejadas (debido a que se consideró la semana 1 de inicio del pre test con el inicio del post test y así sucesivamente), la cual es una prueba de hipótesis que permite evaluar si en los resultados hay diferencia estadística de manera significativa respecto a sus medias. Los resultados se muestran en la figura N 39.

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	MUESTRA PRE TEST - MUESTRA POST TEST	68,1875000	76,0431914	26,8853282	4,6138010	131,7611990	2,536	7	,039

Figura N 39. Prueba de hipótesis de T de Student de muestras emparejadas para tiempo de parada de máquina H3

Fuente: IBM SPSS Statistics - Elaboración propia

Dado que la significancia es igual a 0.039, menor que 0,05 y respetando el criterio de evaluación, se rechaza la hipótesis nula H0 y se acepta la hipótesis alterna H1, afirmando que existe una diferencia estadística significativa entre el tiempo de parada de máquina en el pre test y post test respectivamente.

Se concluye que: existe una reducción en tiempo de parada de máquina mediante la implementación del mantenimiento autónomo.

Se evidencia que la implementación del mantenimiento autónomo tuvo un efecto positivo y significativo en la reducción del tiempo de parada de máquina.

Estadísticos descriptivos

En la figura N 40 se muestran los estadísticos descriptivos de las muestras pre test y post test de los tiempos de paradas de máquina.

Estadísticos		MUESTRA PRE TEST	MUESTRA POST TEST
N	Válido	8	8
	Perdidos	0	0
Media		107,6250	39,4375
Mediana		71,2500	40,0000
Desv. Desviación		72,1842	4,4916
Varianza		5210,5536	20,1741

Figura N 40. Datos estadísticos descriptivos de tiempo de paradas de máquina H3

Fuente: IBM SPSS Statistics - Elaboración propia

CONCLUSIONES

1. Con respecto al objetivo específico 1 sobre reducir el tiempo de parada por cambio de hilo para las máquinas de tejeduría, haciendo uso de la variable independiente distribución de planta, se recabó los datos de paradas en la muestra pre, y después de la aplicación de la teoría se realizó la medición post test mostrándose que se logró reducir el tiempo en un 24%, donde el Pre test fue de 0.61 horas y el Post test fue de 0.46 horas, además se pudo incrementar una maquina adicional (fue una máquina que se habilito debido al espacio que se obtuvo en el reordenamiento de planta).
2. Con respecto al objetivo específico 2 sobre reducir el tiempo de parada por rotura de hilo para las máquinas de tejeduría, haciendo uso de la variable independiente SMED, se recabó los datos de paradas en la muestra pre, y después de la aplicación de la teoría se realizó la medición post test mostrándose que se logró reducir los tiempos de preparación de máquinas y equipos, reflejándose una reducción de tiempos de paradas por rotura de hilos en un 26%
3. Con respecto al objetivo específico 3 sobre reducir el tiempo de parada por rotura de agujas de las máquinas de tejeduría, haciendo uso de la variable independiente Mantenimiento autónomo, se recabó los datos de paradas en la muestra pre, y después de la aplicación de la teoría, basada en capacitación y entrenamiento de operarios, se realizó la medición post test mostrándose que se logró reducir los tiempos de parada por rotura de agujas, reflejándose una reducción de tiempos de paradas por rotura de hilos en un 63%
4. En consecuencia, la aplicación de lean manufacturing, a través del análisis de la distribución de planta, SMED y mantenimiento autónomo, ha permitido lograr el objetivo general de Implementar Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia de las máquinas de tejeduría.

RECOMENDACIONES

1. Con respecto al primer objetivo de reducir el tiempo de parada por cambio de hilo, se recomienda establecer un programa de mejora continua que permita seguir reduciendo el tiempo de cambio de hilo a través de una programación detallada del mismo
2. Con respecto al segundo objetivo de reducir el tiempo de parada por rotura de hilo, se recomienda la evaluación de los productos en el mercado para identificar las mejores agujas más resistentes, además, de reforzar la capacitación de los operarios para que sean ellos los que realicen en el futuro el cambio de hilos.
3. Con respecto al segundo objetivo de reducir el tiempo de parada por rotura de hilo, se recomienda la evaluación de los productos en el mercado para identificar las mejores agujas más resistentes, además, de reforzar la capacitación de los operarios para que sean ellos los que se entrenen en identificar el desgaste de las agujas y realicen el cambio previniendo un stock disponible de agujas a disposición de los operarios.
4. Para consolidar el logro del objetivo general se requiere implementar un programa de más herramientas de lean manufacturing, entre ellas herramientas de mejora continua que permitan consolidar los resultados logrados.

REFERENCIAS

- Altuve y Rivas (1998) Metodologías de la Investigación.
- Bandalos, D. L. (2018). Measurement theory and applications for the social sciences. Guilford P.
https://www.redalyc.org/journal/5709/570969250014/html/#redalyc_570969250014_ref7
- Bernal, C. (2010). Metodología de la Investigación. 3ra. edición. Colombia: Editorial Pearson. Recuperado el 05 de mayo del 2017, de <http://file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Metodologia%20de%20la%20Investigacion%203edici%C3%B3n%20Bernal.pdf>
- Castillo Valdez, M. A. y Shimabukuro Makiyama, A. H. (2021). Mejora del área de producción en la empresa BERR Textil Perú S.A.C. aplicando la metodología de la 5S [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, Universidad de Lima]. Repositorio institucional de la Universidad de Lima. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/14020>
- Celso, U. (2017) Aplicación de la metodología SMED para reducir el tiempo de ciclo de un cambio de modelo de inyección de un componente de HVAC. Tesis de pregrado. México: Universidad Autónoma del estado de México. Recuperada de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/104419/Celso%20Ulises%20Ram%c3%adrez%20N%c3%ba%c3%b1ez%20ED.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Chinchilla, M. (2015). La delimitación del tema de investigación y la formulación y delimitación del problema. Universidad Mariano Galvez – Guatemala. <https://es.slideshare.net/mariochinchilla969/la-delimitacin-del-tema-de-investigacin-y-la-formulacin-y-delimitacin-del-problematesis-ii>
- Chowdhury, H., Alam, F., & Mustary, I. (2019). Development of an innovative technique for teaching and learning of laboratory experiments for engineering courses. Energy Procedia, 160, 806-811. (12-05-2020) <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610219312433>

- Corral, Muñoz, Flores & Meráz (2019). Implementación del mantenimiento autónomo Ingeniería Proceeding V, 48-68. Recuperado de https://www.ecorfan.org/proceedings/proceedings_Ingenieria_TI/ProceedingsIngenieria_TI_6.pdf
- Dzul Escamilla, M. Los enfoques de la investigación científica. En U. A. Hidalgo. Hidalgo. 2014. Hidalgo. 22 pág
- Espinoza, E. Métodos y técnicas de recolección de información. 2015
- Eyzaguirre, J. (2013) en su tesis “Propuesta de mejora de la productividad en el área de tejeduría de una empresa textil, Lima” presentado a la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas de Lima – Perú, <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/306394>
- Galván, D. Análisis de la Implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante modelo de opciones reales. 2012.
- Garza, A. Kaizen, Una mejora continua. 2005.
- Goldsby, T., & Martichenko, R. Lean Six Sigma Logistics. J.Ross. 2005
- Guerrero. (2019) “El Lean Manufacturing y la competitividad dentro del sector textil del Cantón de Ambato” la finalidad fue mejorar las deficiencias del sector textil del Cantón Ambato a través de las herramientas Lean, y se dedujo que por medio de esta se permitió un adecuado soporte textil y la aplicación no requiere un mayor costo. Universidad Técnica de Ambato de Ambato – Ecuador <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/29290>
- Gutiérrez, F. (2002) Glosario Pedagógico. La Paz, Gráfica Gonzáles.
- Hernandez, R., Fernandez, C. y Baptista, P. Metodología de la investigación 5ta. Edición. Mexico: Editorial McGraw-Hill. 2010. <https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>
- Hurtado, J. L. (2021). Mejora de eficiencia de producción en una pyme textil de confección de Jean en Lima utilizando herramientas Lean Manufacturing y Estudio del Trabajo basado en la Gestión de la Cultura, Lima presentado a la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas de Lima- Perú <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/browse>

- Institutos de Estudios Económico y Sociales. (2021). Industria Textil y Confecciones. Recuperado marzo del 2021, de Instituto de Estudios Económicos y Sociales: <https://sni.org.pe/wp-content/uploads/2021/03/Presentacion-Textil-y-confecciones-IEES.pdf>
- Maradiaga, F. (2013). Lean Manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos. España: Bubok
- Mejía, S. (2013) Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta, Lima presentado a la Pontificia Universidad Católica del Perú de Lima – Perú. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/4922>
- Muñoz Marticorena, W. Perú: Tradición Textil y Competitividad Internacional. 2006. Pag 17
- Nicholas, J. (2011). Lean Production for competitive Advantage.
- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J. y Romero, H. (2018) Metodología de la Investigación Cuantitativa – Cualitativa y redacción de la Tesis 5ta edición. https://edicionesdelau.com/wp-content/uploads/2018/09/Anexos-Metodologia_%C3%91aupas_5aEd.pdf
- Ocaña, A. (2016) “Plan para la mejora de la calidad a través del control de fallos del proceso productivo de tela jersey en la empresa JHONATEX” presentado a la Universidad Técnica de Ambato de Ambato – Ecuador, <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/24028>
- Orozco Serna, J. A. (2016). Implementación de herramientas lean manufacturing para el aumento de la eficiencia en la producción de Eka Corporación (Tesis de pregrado). Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ingenierías, Ingeniería Industrial, Cali Recuperado de: <http://repository.ucc.edu.co/handle/ucc/10489>
- Ospina, J. (2016) Propuesta de Distribución de Planta, Para Aumentar la Productividad en una Empresa Metalmecánica en Ate. Tesis de pregrado. Peru: Universidad San Ignacio de Loyola. Recuperado de <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/17bb7157-a4a3-4663-94ce-f955c86d30b0/content>

- Quintana (2010) Propuesta para la implementación de un sistema de producción, basado en temas de Lean Manufacturing, que contribuya al control del inventario en proceso, para la sección de confección de colchones en una empresa productora de espuma. (Tesis de pregrado) Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. Recuperada de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7356/tesis392.pdf>
- Quispe Antiporta, D (2013) Propuesta de mejora de productividad en el área de tejeduría de una empresa textil (Tesis de titulación, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas). Repositorio institucional. Recuperado 2013, de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/306394/quispe_ad-rest-tesis.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Rajadell, C., & Sánchez, G. (2010). Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad. Madrid
- Rodriguez, S. (2021) Propuesta de Mejoramiento de la Productividad a partir de la Redistribución de Planta y Herramientas Lean Manufacturing en la Empresa Maderpaco. Tesis de pregrado. Colombia: Universidad Santiago Danilo Rodríguez Castro. Recuperada de <http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/6013/3/Distribucion%20en%20Planta%20Maderpaco.pdf>
- Rojas & Cortez (2014) Aplicación de la metodología SMED para el cambio de bobina de semielaborado de una maquina rebobinadora de papel higiénico en la empresa Papeles Nacionales S.A.. Tesis de pregrado. Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira. Recuperada de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5037/65854R741.pdf?jsessionid=4B3C8049CBB0C4D4F82D7AEDADEF170?sequence=1>
- Sánchez, H. y Reyes, M. (2015) Metodología y diseños en la investigación científica 5ta edición. Editorial Bussines Support Aneth SRL. Lima – Perú.
- Socconini, L. (2019) Lean Manufacturing paso a paso 1ra edición. Editorial Norma. <https://todoproyecto.files.wordpress.com/2020/08/lean-manufacturing-paso-a-paso-socconini-1ed.pdf-c2b7-version-1.pdf>
- Suarez Gil, P. Metodología de la investigación. La Fresnada. 2011.

- Suarez, A. Diccionario de economía y administración. 2012. Editorial Mc. Graw
- Temoche, L. (2019) Aplicación del modelo Lean Manufacturing en empresas de confección del parque industrial en el asentamiento humano de Huaycan. Tesis de pregrado. Perú: Universidad Nacional Federico Villarreal. Recuperada de <http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/3177/TEMOCHE%20LOPEZ%20ALFREDO%20FERNANDO%20-%20MAESTRIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vara, A. (2012) 7 pasos para una tesis exitosa. <https://www.administracion.usmp.edu.pe/investigacion/files/7-PASOS-PARA-UNA-TESIS-EXITOSA-Desde-la-idea-inicial-hasta-la-sustentaci%C3%B3n.pdf>
- Vera, A. Principales tipos de investigación. (01 de marzo de 2013). Pág. 2. Recuperado de <https://www.monografias.com/trabajos58/principales-tipos-investigacion/principales-tipos-investigacion2.shtml>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Problemas Principal	Objetivos General	Hipótesis General	Variables Independiente	Indicador V.I.	Variables Dependiente	Indicador V.D.
¿Cómo mejorar la eficiencia de las maquinas de tejeduria?	Implementar Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia de las maquinas de tejeduria	Si se implementa lean manufacturing, entonces se mejorara la eficiencia de las maquinas de tejeduria	Lean Manufacturing		Eficiencia	
Problemas Principal	Objetivos General	Hipótesis General				
¿Cómo reducir el tiempo de parada por cambio de hilo para las maquinas de tejeduria?	Implementar distribucion de planta para reducir el tiempo de parada por cambio de hilo para las maquinas de tejeduria	Mediante la implementacion de distribucion de planta se reducira el tiempo de parada por cambio de hilo para las maquinas de tejeduria	Distribucion de planta	Si/No	Tiempo de parada por cambio de hilo	Tiempo promedio de parada por cambio de hilo
¿Cómo reducir el tiempo de parada por rotura de hilos durante el funcionamiento de las maquinas de tejeduria?	Implementar SMED para reducir el tiempo de parada por rotura de hilo durante el funcionamiento de las maquinas de tejeduria	Mediante la implementacion de SMED se reducira el tiempo de parada por rotura de hilo durante el funcionamiento de las maquinas de tejeduria	SMED	Si/No	Tiempo de parada por rotura de hilo	Tiempo promedio de parada por rotura de hilo
¿Cómo reducir el tiempo de parada por rotura de agujas para las maquinas de tejeduria?	Implementar mantenimiento autonomo para reducir el tiempo de parada por rotura de agujas para las maquinas de tejeduria	Mediante la implementacion de mantenimiento autonomo se reducira el tiempo de parada por rotura de agujas para las maquinas de tejeduria	TPM Mantenimiento autonomo	Si/No	Tiempo de parada por rotura de agujas	Tiempo promedio de parada por rotura de agujas

Anexo 2: Matriz de operacionalización

Variable Independiente	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional
Flujo continuo	Si/No	Definida "Como trabajar de modo que el producto fluya de forma continua a través de nuestras corrientes de valor" (Rajadell & Sanchez, 2010, p 73)	Busca mantener que el trabajo fluya continuamente evitando las paradas de máquinas y eliminando tiempos ociosos.
SMED	Si/No	Técnica que tiene como objetivo reducir el tiempo de cambio de herramienta. Adicionalmente a ello, lo que se busca es reducir el tiempo de preparación de la máquina (Rajadell, 2010).	Busca mejorar el tiempo de las tareas de cambio de máquina y equipos para dar el máximo aprovechamiento a la máquina.
Mantenimiento autonomo TPM	Si/No	El mantenimiento autonomo "se fundamenta en el conocimiento que el operador tiene para dominar las condiciones del equipo o la maquina con la que labora. Tiene especial trascendencia en la aplicación practica de las 5S" (Galvan, 2012)	Busca mejorar la efectividad de los equipos con la participacion del personal
Variable Dependiente	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional
Tiempo de parada por cambio de hilo	Tiempo promedio de parada por cambio de hilo	"Desarrolla e implementa un sistema web que permite el registro de paros de cada maquinaria, identificando sus causas y la respectiva solucion. Se logra la alerta mediante señales de los sensores de las maquinas y disminuir el tiempo de cada parada" (Enrique J & Fernandez E, 2015)	Buscar que se ajusten las maquinas es decir regular hasta que funcionen y produzcan de acuerdo a requisitos establecidos
Tiempo de parada por rotura de hilo	Tiempo promedio de parada por rotura de hilo	"Perdidas relacionadas con el funcionamiento de las maquinas despues de pasar por mantenimiento, despues de haber sido apagadas, o de parar por esperar pedidos" (Parodi Matallana, 2017)	Debido a la calidad de hilo ocurrira constantemente la para de hilo, se debera designar maquinas puntuales para trabajar estos pedidos
Tiempo de parada por rotura de agujas	Tiempo promedio de parada por rotura de agujas	"Por tal razon, lo mas efectivo, lo mas productivo y lo mas barato es cambiar las agujas de modo preventivo" (Casa Diaz)	Cambio preventivo de las agujas

Anexo 3: Declaración de autenticidad



Lima, 30 de mayo de 2022

Por la presente, autorizamos al Srta Adriana Raquel Oliva Medina a fin de que pueda utilizar los datos, figuras, o fotografías de la empresa para la elaboración de su tesis.

Sin otro particular, me despido

Atentamente,



WILLE VAN DEN WYNGAERT JOHN ALEXANDER

Gerente General