

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial



PROPUESTA DE MEJORA DE LA EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN DE GORRAS APLICANDO MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y AUTÓNOMO EN UNA EMPRESA DE CONFECCIONES

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Junior Meza Chumpitaz

Código 20142991

Diego Alberto Sanchez Ugaz


Código 20141242

Asesor

Richard Nicholas Meza Ortiz

Lima – Perú

Junio de 2025

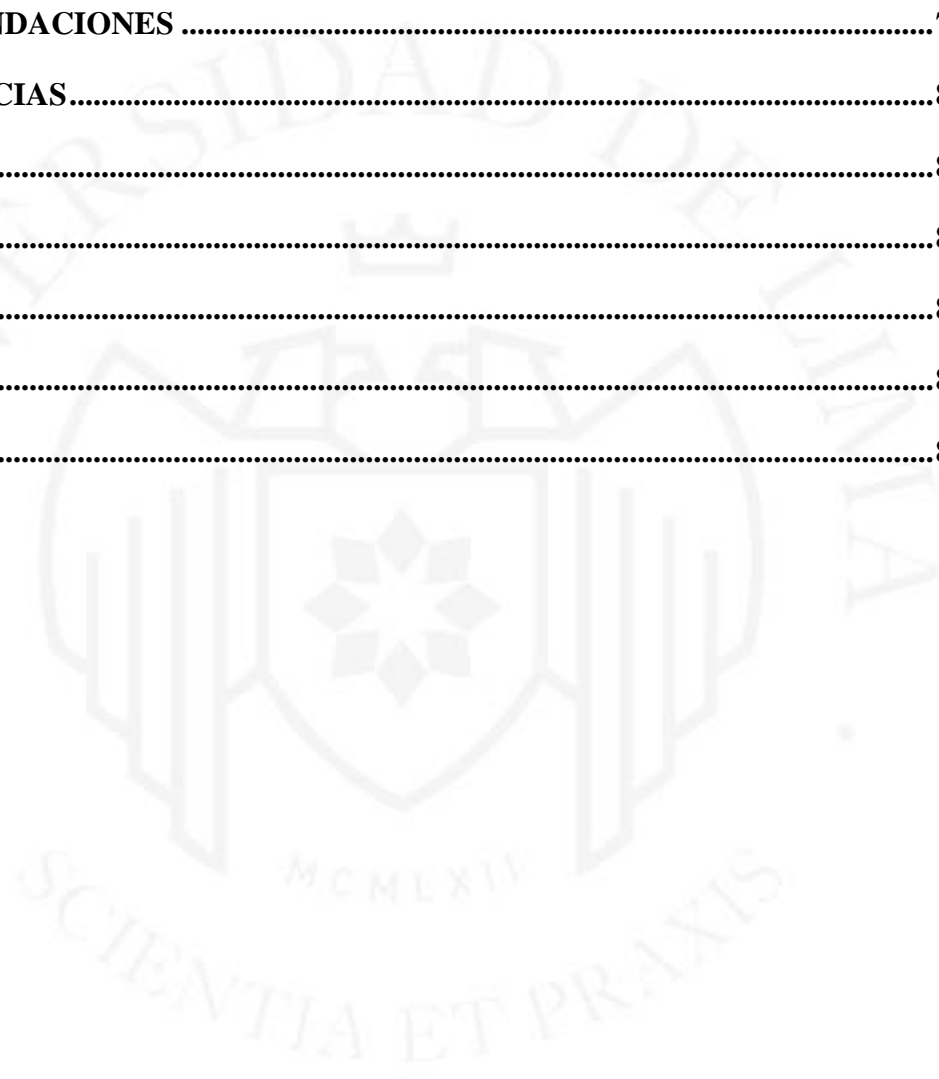


**PROPOSAL TO IMPROVE THE
PRODUCTION EFFICIENCY OF CAPS BY
APPLYING PREVENTIVE AND
AUTONOMOUS MAINTENANCE IN A
CLOTHING COMPANY**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	X
ABSTRACT.....	XI
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Problema de la investigación	1
1.2 Variables de la investigación	5
1.3 Justificación de la investigación	6
1.4 Tipo de investigación.....	7
1.5 Objetivos de la investigación.....	7
1.6 Hipótesis de la investigación	8
CAPÍTULO II: SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	9
2.1 Antecedentes de la empresa u organización en estudio.....	9
2.2 Objetivo general del proyecto.....	21
2.3 Restricciones y limitaciones del proyecto	21
2.4 Diagrama de Gantt del proyecto de mejora	22
2.5 Análisis y evaluación de indicadores (KPIs) de la organización.....	22
2.6 Determinación del problema en estudio	28
2.7 Determinación de las causas raíz	28
2.8 Planteamiento de los objetivos específicos de investigación	34
2.9 Revisión de la literatura	35
2.10 Normas y estándares aplicables	39
CAPITULO III: PROPUESTA DE SOLUCIÓN	41
3.1 Vinculación de las causas raíz con las herramientas de solución seleccionadas	41
3.2 Diseño macro de la propuesta de solución	42
3.3 Diseño detallado de la propuesta de solución.....	43
3.4 Aplicación de normas y estándares de ingeniería finales requeridos para el diseño	
57	
3.5 Resultados esperados (dashboard de indicadores) e impactos esperados.....	58
3.6 Presupuesto de implementación de la mejora.....	60

3.7 Cronograma de implementación de la propuesta de mejora.....	63
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	65
4.1 Descripción del método de validación.....	65
4.2 Validación funcional y discusión de resultados.....	68
4.3 Validación económica y discusión de resultados	70
CONCLUSIONES	76
RECOMENDACIONES	78
REFERENCIAS.....	80
ANEXO 1	84
ANEXO 2	85
ANEXO 3	87
ANEXO 4	88
ANEXO 5	89



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Precios FOB de gorras publicitarias en el extranjero	5
Tabla 2.1 Precio de las gorras	9
Tabla 2.2 Unidades vendidas de gorras en los últimos 05 años	9
Tabla 2.3 Ventas totales de gorras en los últimos 05 años (soles).....	9
Tabla 2.4 Diagrama de Gantt del proyecto de mejora	22
Tabla 2.5 Cantidad de máquinas por zona de trabajo o actividad	23
Tabla 2.6 Cantidad de horas de mantenimiento actual	23
Tabla 2.7 Cálculo de índice de disponibilidad.....	25
Tabla 2.8 Producción estándar vs producción real por máquina	25
Tabla 2.9 Cálculo de índice de rendimiento	26
Tabla 2.10 Producción buena vs defectuosa por máquina.....	26
Tabla 2.11 Cálculo de índice de calidad	27
Tabla 2.12 Cuadro comparativo de factores del OEE	28
Tabla 2.13 Cálculo de brecha técnica	28
Tabla 2.14 Pérdida en horas hombre y en soles ocasionada por las causas raíz.....	34
Tabla 3.1 Causas raíz y acciones de mejora	41
Tabla 3.2 Selección de herramientas de solución	41
Tabla 3.3 Plan de implementación para mantenimiento preventivo y autónomo.....	44
Tabla 3.4 Pasos de mantenimiento, herramientas y suministros necesarios para zona visera.....	46
Tabla 3.5 Pasos de mantenimiento, herramientas y suministros necesarios para zona tapeteo.....	47
Tabla 3.6 Pasos de mantenimiento, herramientas y suministros necesarios para zona unión	48
Tabla 3.7 Pasos de mantenimiento, herramientas y suministros necesarios para zona abotonado.....	49
Tabla 3.8 Reducción de tiempo de cambio de repuesto de máquina de coser recta.....	50
Tabla 3.9 Mejora de rendimiento en máquina de coser recta	51
Tabla 3.10 Reducción de tiempo de cambio de repuesto de máquina multiagujas	51
Tabla 3.11 Mejora rendimiento en máquina multiagujas	52

Tabla 3.12 Reducción de tiempo de cambio de repuesto de máquina ribeteadora.....	52
Tabla 3.13 Mejora rendimiento en máquina ribeteadora.....	53
Tabla 3.14 Reducción de tiempo de cambio de repuesto de máquina remachadora	53
Tabla 3.15 Mejora rendimiento en máquina remachadora	54
Tabla 3.16 Mejora calidad en área de producción	55
Tabla 3.17 Mejora rendimiento en área de producción	56
Tabla 3.18 Indicador OEE mejorado por zona	56
Tabla 3.19 Dashboard de indicadores	59
Tabla 3.20 Presupuesto de suministros para mantenimiento	61
Tabla 3.21 Costo hora técnico máquina recta.....	62
Tabla 3.22 Costo hora técnico máquina multiagujas	62
Tabla 3.23 Costo hora técnico máquina ribeteadora Sunstar.....	62
Tabla 3.24 Costo hora técnico máquina remachadora Sandy	63
Tabla 3.25 Programa de mantenimiento	64
Tabla 4.1 Obtención del Beta del sector	71
Tabla 4.2 Obtención de la Prima Riesgo País.....	72
Tabla 4.3 Tendencia de crecimiento anual de producción.....	73
Tabla 4.4 Tendencia de crecimiento anual de ventas	73
Tabla 4.5 Periodo de recupero	73
Tabla 4.6 Método del análisis de sensibilidad	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Participación del sector textil y confecciones en el PBI peruano.....	1
Figura 1.2 Población ocupada en el sector textil y confecciones en el Perú	2
Figura 1.3 Unidades importadas de sombreros y demás tocados en el Perú	3
Figura 1.4 Unidades exportadas de sombreros y demás tocados del Perú	3
Figura 1.5 Importancia del sector textil y confecciones en el Perú	4
Figura 2.1 Organigrama de la empresa	10
Figura 2.2 Modelos ofrecidos de gorras publicitarias y gorras personalizadas	11
Figura 2.3 Proceso de fabricación de gorras	15
Figura 2.4 Plano del área de producción (parte 1).....	16
Figura 2.5 Plano del área de producción (parte 2).....	17
Figura 2.6 Value Stream Mapping.....	20
Figura 2.7 Diagrama de árbol de relaciones de causa – efecto.....	29
Figura 2.8 Principales tipos de desgaste en zona de visera	30
Figura 2.9 Principales tipos de desgaste en zona de tapeteo	30
Figura 2.10 Principales tipos de desgaste en zona de unión.....	31
Figura 2.11 Principales tipos de desgaste en zona de abotonado	31
Figura 2.12 Principales componentes desgastados en zona de visera	32
Figura 2.13 Principales componentes desgastados en zona de tapeteo	33
Figura 2.14 Principales componentes desgastados en zona de unión.....	33
Figura 2.15 Principales componentes desgastados en zona de abotonado	34
Figura 2.16 Prisma de búsquedas de artículos.....	35
Figura 2.17 Análisis por tipologías de artículos científicos.....	36
Figura 3.1 Modelo teórico de mantenimiento preventivo y autónomo.....	42
Figura 3.2 Desarrollo del aporte de mantenimiento preventivo y autónomo	43
Figura 3.3 Desarrollo de los componentes de mantenimiento preventivo y autónomo..	43
Figura 4.1 Estructura del modelo de simulación en Arena Software del proceso productivo actual.....	66
Figura 4.2 Estructura del modelo de simulación en Arena Software del proceso productivo propuesto	67
Figura 4.3 Resultados del modelo en la situación actual en Arena Software	68

Figura 4.4 Resultados del modelo en la situación propuesta en Arena Software69



RESUMEN

La presente investigación aborda la baja eficiencia en la producción de gorras publicitarias en una empresa de confecciones. El principal problema identificado es que la eficiencia de producción era del 56,02%, atribuida a paradas frecuentes por desgaste y a un alto porcentaje de productos defectuosos. El objetivo general fue diseñar una propuesta de mejora para incrementar la eficiencia en el área de producción de gorras publicitarias. La metodología se basó en entrevistas a gerentes, coordinadores y operarios para recolectar información. Posteriormente, se utilizó el VSM (Value Stream Mapping) y el análisis de los KPIs de producción para diagnosticar los problemas. Se propuso un plan de mejora centrado en Mantenimiento Preventivo y Autónomo, elaborando un plan de mantenimiento que consistió en determinar un inventario de equipos, un procedimiento, un listado de herramientas e insumos, las responsabilidades del personal, un cronograma, un presupuesto y la documentación necesaria para posterior registro y mejora continua de mantenimiento. La propuesta de mejora requirió un presupuesto de S/ 6 102,4 y logró un aumento de la eficiencia de producción, elevando el índice de rendimiento en un valor de 0,73% y el índice de calidad en un valor de 1,46%, alcanzando una nueva eficiencia del 57,51%. En términos económicos, el proyecto mostró un VAN de S/ 3 381,4, una TIR de 38,71% (superior al COK de 13,38%) y un tiempo de recuperación de 1 año y 5 meses, lo que demuestra la rentabilidad del proyecto.

Línea de investigación: L02-2

Palabras clave: Confección de gorras, Eficiencia, Mantenimiento preventivo, Mantenimiento autónomo, Sector textil

ABSTRACT

This research addresses the low efficiency in the production of promotional caps at a garment manufacturing company. The main problem identified was that the production efficiency was 56,02%, attributed to frequent stoppages due to wear and a high percentage of defective products. The general objective was to design an improvement proposal to increase efficiency in the promotional cap production area. The methodology was based on interviews with managers, coordinators, and operators to collect information. Subsequently, Value Stream Mapping (VSM) and analysis of production KPIs were used to diagnose the problems. An improvement plan focused on Preventive and Autonomous Maintenance was proposed, which involved developing a maintenance plan that included determining an inventory of equipment, a procedure, a list of tools and supplies, staff responsibilities, a schedule, a budget, and the necessary documentation for subsequent recordkeeping and continuous maintenance improvement. The improvement proposal required a budget of S/ 6 102,4 and achieved an increase in production efficiency, raising the performance index by 0.73% and the quality index by 1,46%, reaching a new efficiency of 57,51%. Economically, the project showed a Net Present Value (NPV) of S/ 3 381,4 an Internal Rate of Return (IRR) of 38,71% (higher than the Cost of Capital of 13,38%), and a payback period of 1 year and 5 months, demonstrating the profitability of the project.

Research line: L02-2

Keywords: Cap manufacturing, Efficiency, Autonomous maintenance, Preventive maintenance, Textile sector

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN

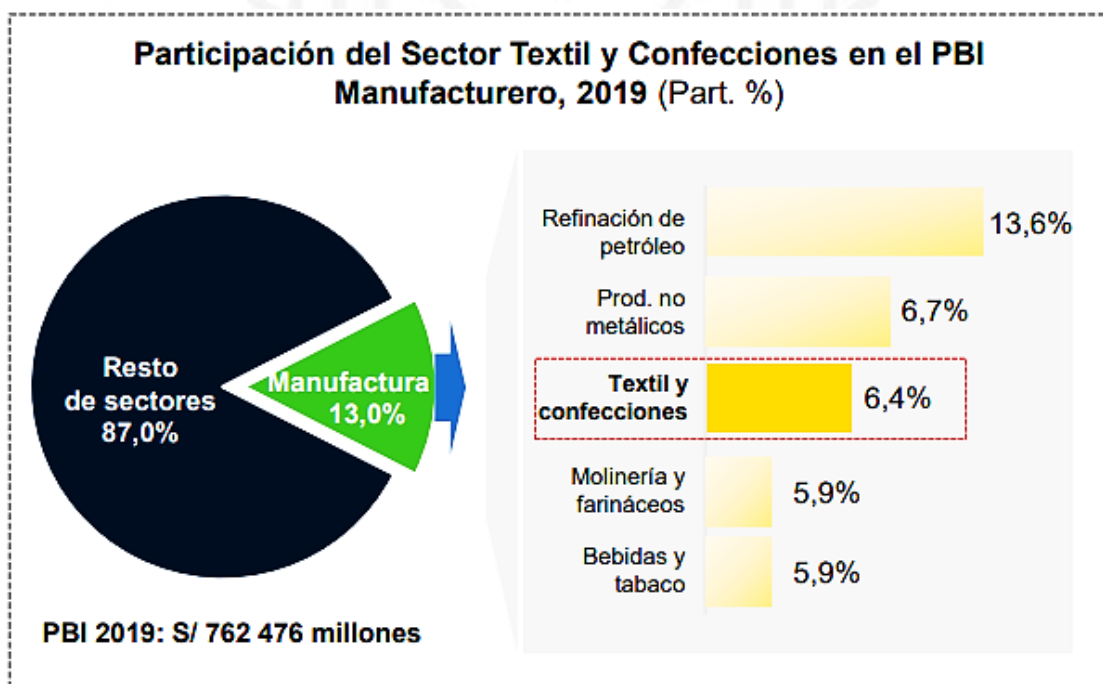
1.1 Problema de la investigación

Según Lobo (2020), la industria textil nacional se empezó a desarrollar desde el auge de la producción de algodón a finales del siglo XIX, presentando la cumbre del desarrollo de las empresas textiles con la creación del Emporio Comercial de Gamarra.

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018), “Gamarra” es el actual mercado textil y de confecciones de mayor dinamismo en el Perú, siendo un centro de actividades comerciales en donde se realizan diariamente considerables transacciones económicas relacionadas a la industria de la moda y la confección de prendas de vestir. Sin embargo, debido a la fuerte competencia proveniente desde el continente asiático con sus precios más económicos, se evidencia una amenaza a esta industria en el sector nacional.

Figura 1.1

Participación del sector textil y confecciones en el PBI peruano

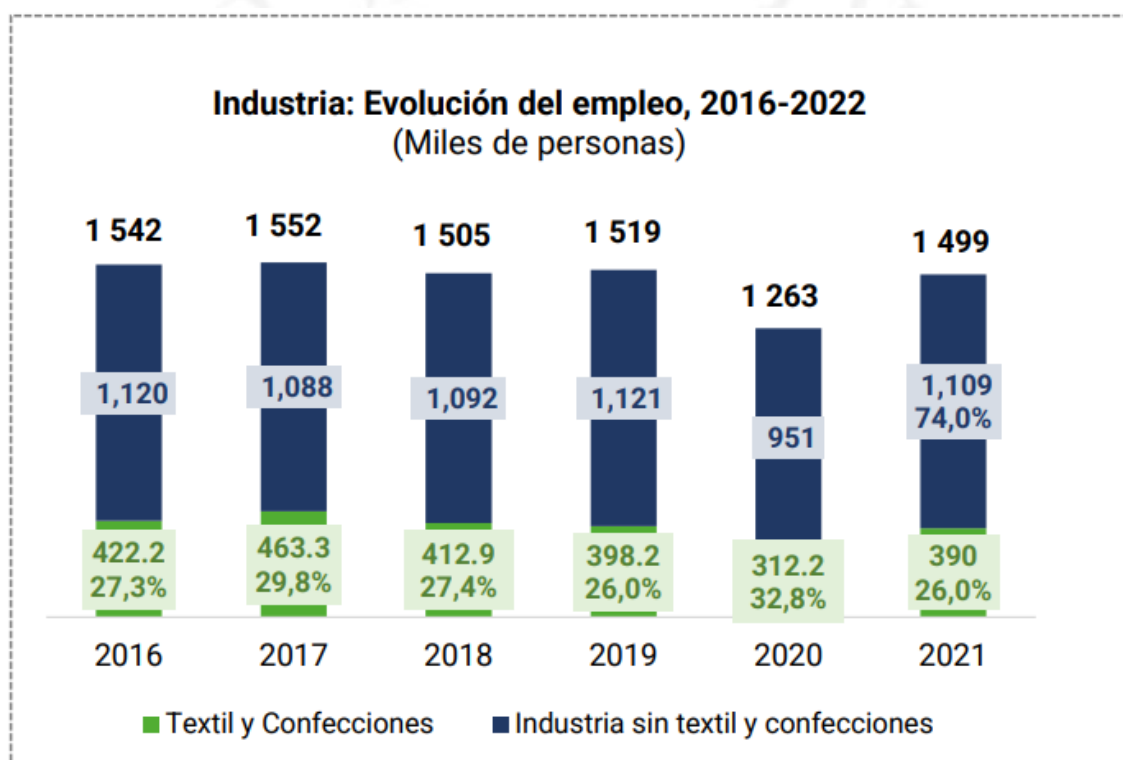


Nota. De Reporte sectorial industria textil y confecciones marzo 2021, por Sociedad Nacional de Industrias, 2021, p. 3 (<https://sni.org.pe/wp-content/uploads/2022/01/27-Industria-Textil-y-Confecciones.pdf>).

Asimismo, según la Sociedad Nacional de Industrias (2021), el sector textil y confecciones es la tercera actividad con mayor contribución en el PBI manufacturero (6,4% de participación en 2019), sólo superado por las industrias de refinación de petróleo y de productos no metálicos. También, genera alrededor de 400 mil empleos directos anuales, lo cual representó el 26% de la población ocupada manufacturera (2,3% a nivel nacional) en el 2021. (SNI, 2023)

Figura 1.2

Población ocupada en el sector textil y confecciones en el Perú

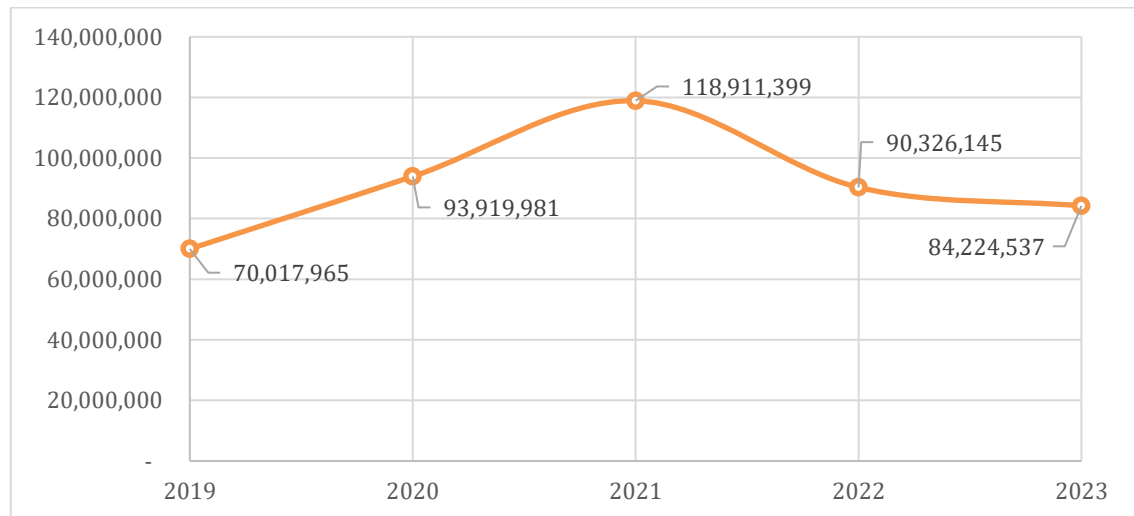


Nota. De *Informe situación del sector textil y confecciones agosto 2023*, por Sociedad Nacional de Industrias, 2023, p. 5.

Por otro lado, acorde a la información proporcionada por la Asociación Empresarial Gamarra Perú a un diario local, se menciona que el 97% de las prendas que se venden en el país son importadas poniendo en peligro al sector (Diario Ojo, 2022). Debido a ello, es importante que las empresas del sector puedan implementar mejores técnicas de desarrollo industrial para poder mejorar su eficiencia y competir con los precios de productos extranjeros.

Figura 1.3

Unidades importadas de sombreros y demás tocados en el Perú

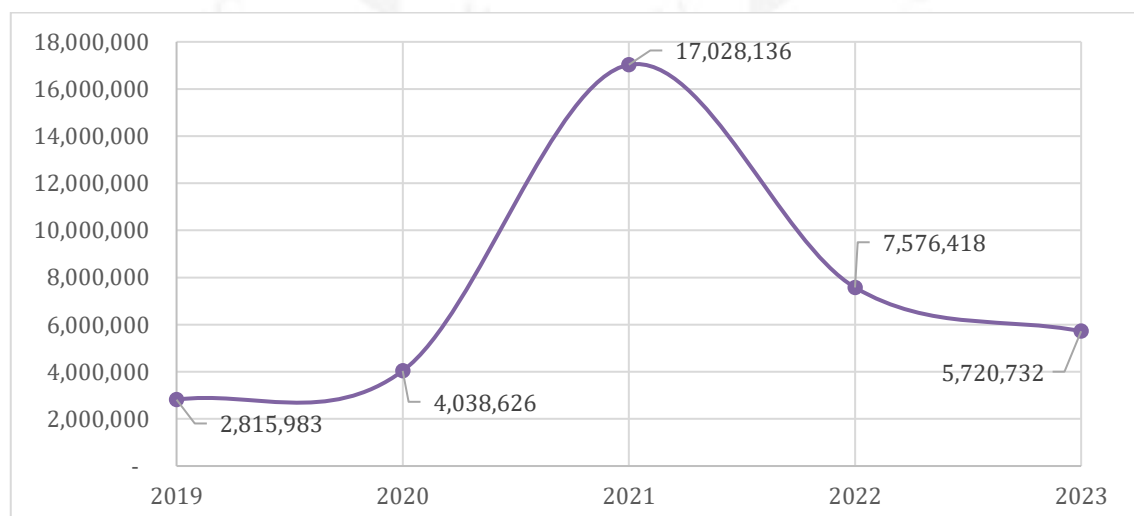


Nota. Adaptado de *Lista de los productos importados por Perú productos detallados en la siguiente categoría: 65 Sombreros, demás tocados, y sus partes*, por Trademap.org, 2023.

Con respecto a las importaciones sólo de la categoría de las gorras y similares, se pueden apreciar variaciones de 34%, 27%, -24% y -7%, correspondientes a los últimos 4 años. Mientras tanto, con respecto a las exportaciones, se pueden apreciar variaciones de 43%, 322%, -56% y -24%, correspondientes a los mismos periodos.

Figura 1.4

Unidades exportadas de sombreros y demás tocados del Perú



Nota. Adaptado de *Lista de los productos exportados por Perú productos detallados en la siguiente categoría: 65 Sombreros, demás tocados, y sus partes*, por Trademap.org, 2023.

Sobre otros puntos importantes a considerar sobre el sector en el año 2022, se pueden destacar que el 99% de empresas son mypes (de las cuales 96,67% son microempresas), casi el 70% de empleos son ocupados por mujeres, y se llega a beneficiar económicamente a más de 700 mil familias, a la vez que integra a productores y empresarios de las regiones costa y sierra del país en una actividad fácilmente accesible y altamente rentable. De este modo, el siguiente gráfico resume los puntos que sustentan por qué esta industria es esencial para el desarrollo económico del país en temas de crecimiento de PBI, empleos, tributos, exportaciones e inversión pública y privada.

Figura 1.5

Importancia del sector textil y confecciones en el Perú



Nota. De *Informe situación del sector textil y confecciones agosto 2023*, por Sociedad Nacional de Industrias, 2023, p. 4.

Como se mencionó antes acerca de las marcas extranjeras, en la categoría de gorras publicitarias estas ofrecen opciones mucho más económicas que afectarían el posicionamiento del producto peruano a nivel nacional e internacional, como se detalla a continuación:

Tabla 1.1

Precios FOB de gorras publicitarias en el extranjero

Empresa	País	Precio (S/)	Material
Shanghai Yunle Industry Co., Ltd.	China	3,74	Algodón
Yiwu Nuoxin Flag Craft Factory	China	3,40	Algodón
Shishi Xingchaoyinxiang Clothing Factory	China	3,32	Poliéster/algodón
Stalwart Impex	Pakistán	3,77	Algodón
Yasin Wears	Pakistán	4,73	Acrílico

Nota. De Alibaba.com, 2024 (<https://spanish.alibaba.com/>)

Expuesto lo anterior, cabe resaltar que en el área de producción de una empresa de confecciones de gorras publicitarias peruana se ha evidenciado un ambiente de trabajo deficiente, pues principalmente no existe un plan de mantenimiento para las maquinarias utilizadas diariamente, lo cual conlleva a que presente una alta frecuencia de paradas de máquina, a la vez que ocasiona un excesivo porcentaje de defectuosos durante la elaboración de sus productos.

Por tanto, es importante el análisis de lo mencionado anteriormente para hallar una solución que incremente la eficiencia de los procesos no sólo de la empresa en estudio, sino también de las demás empresas de confecciones de gorras en el Centro Comercial Gamarra que les permitan lograr mejores niveles de rentabilidad y ser más competitivos frente a las marcas extranjeras.

1.2 Variables de la investigación

A continuación, se identifican las variables del presente trabajo de investigación:

Variable dependiente

Nivel de eficiencia en el área de producción: está orientado a medir los niveles de pérdidas en manufactura, en base a índices de disponibilidad, rendimiento y calidad. Se asocia con el indicador OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), el cual permite determinar en qué porcentaje se producen productos en óptimo estado con respecto a la capacidad productiva del área dentro de un plazo de tiempo determinado. Según Nakajima (1991), se considera un OEE “ideal” a partir del 84,65%.

Variables independientes

Frecuencia del mantenimiento preventivo: se refiere a que una mayor programación de actividades como inspección, lubricación, cambio de aceite o repuesto de piezas a las máquinas del área de producción, incrementará la eficiencia en materia de disponibilidad y rendimiento al reducir las paradas por fallas y desgastes respectivamente. Dependiendo de la maquinaria, la frecuencia del mantenimiento puede ser mensual, trimestral, anual, etc.

Nivel de participación de los operarios en el mantenimiento autónomo: se refiere a que una mejor efectividad en que los operarios realicen tareas básicas de mantenimiento, como limpieza o ajustes pequeños a las máquinas del área de producción, incrementará la eficiencia en materia de calidad al reducir la cantidad de productos defectuosos. Esto se logra no sólo con la capacitación brindada a los operarios, sino también mediante la adecuada aplicación de herramientas e insumos para cada tipo de maquinaria.

1.3 Justificación de la investigación

A continuación, se detallan los motivos del presente trabajo de investigación:

Justificación técnica

El estudio se justifica de forma técnica al proponer medidas como el Mantenimiento Preventivo y Autónomo para garantizar la eficiencia de las máquinas en el área de producción, y obtener una fabricación continua y de calidad.

Es decir, se enfoca en reducir los desgastes de máquina, las paradas menores inesperadas, prolongar la vida útil de los equipos, reducir costos de mantenimiento correctivo y reducir el porcentaje de defectuosos en proceso, logrando disminuir el tiempo y el costo del proceso, incrementando su eficiencia.

Justificación económica

El estudio se justifica de forma económica al generar un ahorro de los recursos empleados en el área de producción mediante la reducción de costos de mantenimiento

correctivo, la prolongación de vida útil de los equipos y la reducción del tiempo de proceso por cada unidad producida, lo que afectaría directamente el costo de venta, que a su vez repercute en el precio final hacia el cliente, afectando la competitividad de la empresa.

Otros aspectos importantes serían que se incrementaría el rendimiento del área de producción, lo que significaría una mayor capacidad para atender pedidos de clientes actuales, y se disminuiría el porcentaje de productos defectuosos, lo que posicionaría a la empresa con una mayor fiabilidad para atraer nuevos y grandes clientes.

Justificación social

En este aspecto, el estudio se justifica en que la mejora en los resultados del área de producción beneficiaría a la disminución de carga laboral de los empleados en actividades que no agreguen valor al proceso productivo, contribuiría al desarrollo de capacidades y habilidades técnicas de los operarios, fomentaría el trabajo en equipo, y brindaría una mayor satisfacción laboral por incrementar su eficiencia en un ambiente de trabajo estandarizado.

Asimismo, contribuiría con la sostenibilidad ambiental, puesto que se optimizaría el uso de materiales y energía de las máquinas, produciendo la menor cantidad de productos defectuosos en el menor tiempo posible.

1.4 Tipo de investigación

Esta investigación es empírica causal (Rus, 2020), de tipo cuantitativa, con enfoque de proyecto de mejora aplicado. El estudio se realiza evidenciando un problema en el área de producción de la empresa objeto de estudio, encontrando sus causas raíz y determinando técnicas de ingeniería para mejorar la situación encontrada.

1.5 Objetivos de la investigación

Objetivo General:

Elaborar un modelo de mejora de la eficiencia de producción de gorras aplicando mantenimiento preventivo y autónomo en una empresa de confecciones

Como objetivos específicos se tiene:

- Mediante indicadores de ingeniería industrial, realizar el diagnóstico y análisis de la problemática observada en el objeto de investigación.
- Determinar las causas raíz de la problemática observada y proponer las técnicas de ingeniería para llevar a cabo el proyecto de solución.
- Diseñar y desarrollar a detalle la propuesta del proyecto de solución ante la problemática observada.
- Validar la propuesta de solución, evaluando su viabilidad funcional y económica, y su impacto hacia los *stakeholders* relevantes.

1.6 Hipótesis de la investigación

La implementación de Mantenimiento Preventivo y Autónomo en el área de producción de una empresa de confecciones de gorras publicitarias incrementará los índices de rendimiento y calidad de su proceso productivo.

CAPÍTULO II: SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

2.1 Antecedentes de la empresa u organización en estudio

La empresa del presente trabajo pertenece al sector textil y confecciones peruano, inició sus actividades en el año 2015, y se ubica dentro del Emporio Comercial de Gamarra en el distrito de La Victoria, en la ciudad de Lima, Perú. Esta se dedica a la elaboración y venta de gorras publicitarias y personalizadas, estas primeras representando aproximadamente el 83% de la producción total y el 60% de las ventas totales.

A continuación, se muestran los precios unitarios de los productos y las ventas realizadas durante los últimos 05 años (ver Tablas 2.1, 2.2 y 2.3):

Tabla 2.1

Precio de las gorras

Producto	Precio
Gorra publicitaria	5,5
Gorra personalizada	18

Nota. Los valores están expresados en soles. Información proporcionada por la empresa.

Tabla 2.2

Unidades vendidas de gorras en los últimos 05 años

Producto/Año	2019	2020	2021	2022	2023
Gorra publicitaria	55 320	46 755	54 869	65 638	75 240
Gorra personalizada	13 593	10 681	12 429	13 622	14 758

Nota. Información proporcionada por la empresa.

Tabla 2.3

Ventas totales de gorras en los últimos 05 años (soles)

Producto/Año	2019	2020	2021	2022	2023
Gorra publicitaria	304 260	257 153	301 780	361 009	413 875
Gorra personalizada	244 674	192 258	223 722	245 196	265 644

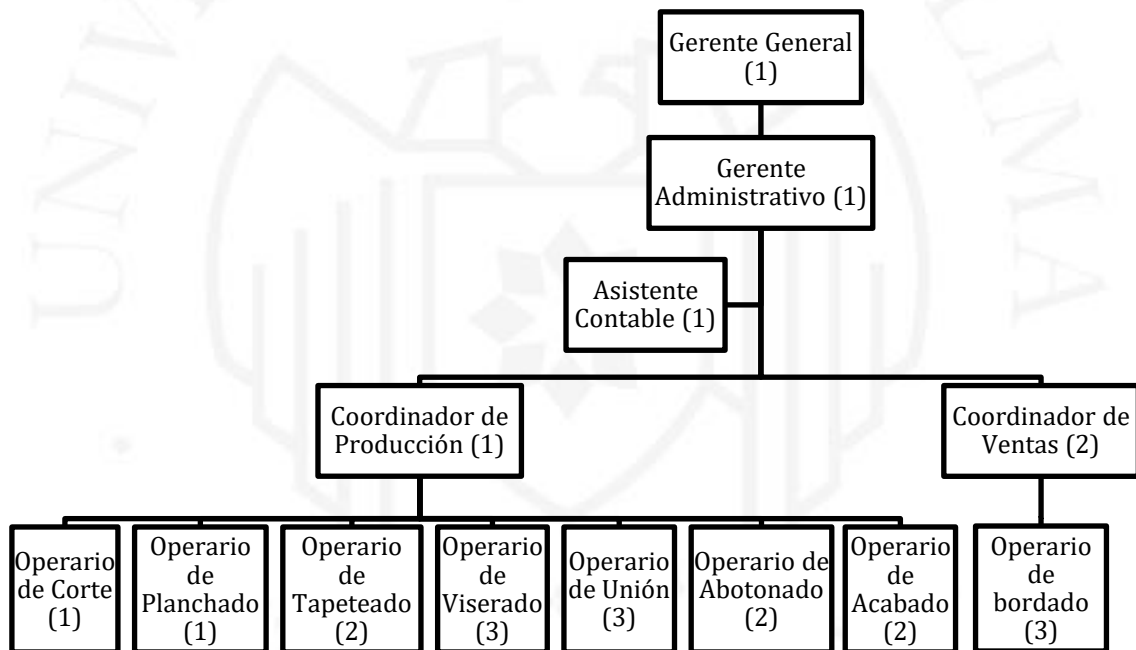
Nota. Información proporcionada por la empresa.

Con respecto a las gorras publicitarias, según los datos anteriores, se evidenció un decrecimiento del 2019 al 2020 por la recesión propia de la coyuntura por la pandemia Covid-19 con un decrecimiento de 15,48%. En los años 2021 y 2022 retomó el crecimiento sostenido debido a la reactivación económica del sector textil y confecciones, con 17,35% y 19,63% respectivamente. Finalmente, el año pasado presentó un menor crecimiento del 12,29%, resultado de la recesión económica a nivel nacional.

La empresa está conformada por 23 trabajadores, organizados como sigue (ver Figura 2.1):

Figura 2.1

Organigrama de la empresa



Nota. Información proporcionada por la empresa.

La organización tiene los siguientes cargos:

Gerentes: se compone del gerente general y del gerente administrativo, quienes planifican la producción de gorras, la compra de materia prima y realizan las coordinaciones con los clientes.

Asistente contable: se encarga de manejar los libros electrónicos y las planillas de trabajadores, y de reportar a la gerencia sobre los estados financieros de la empresa.

Coordinadores: se compone del coordinador de producción y de los coordinadores de ventas, quienes mantienen constante supervisión con sus respectivos operarios, así como también se comunican entre ellos mismos para coordinar despachos internos entre sus áreas y posteriores envíos hacia los clientes.

Operarios: se compone de los operarios que realizan cada actividad del proceso de elaboración de gorras, desde la zona de corte hasta la zona de bordado.

La empresa tiene como canales de comercialización a la tienda ubicada en Centro Comercial Gamarra para venta presencial, la página web propia y la página de Facebook para venta en línea, y los contratos corporativos para venta masiva a nivel nacional.

Como indican los datos presentados anteriormente, el principal producto ofrecido es la gorra publicitaria elaborada de tela taslán, puesto que tiene la mayor demanda entre las empresas estatales y privadas pequeñas y medianas, quienes compran en grandes lotes, por ejemplo, durante eventos corporativos y sociales, campañas de venta y publicidad, campañas electorales, etc., mientras que la gorra personalizada va orientada a las personas naturales que son minoría. Ver Figura 2.2.

Figura 2.2

Modelos ofrecidos de gorras publicitarias y gorras personalizadas



Nota. Información proporcionada por la empresa.

El presente estudio se enfocó en la gorra publicitaria elaborada de tela taslán, cuya elaboración se detalla a continuación:

Al inicio de la producción, el operario de corte inicia la limpieza de su mesa de trabajo, para ello antes se dirige al almacén 2 para recoger sus instrumentos de limpieza; luego, se dirige al almacén de rollos donde recoge el tipo de molde va a cortar (moldes posterior, lateral, visera y frontal; cada molde varía en tamaño a excepción de los moldes lateral y frontal); y busca un rollo de tela taslán que no tenga defectos. Los instrumentos de corte los recoge del almacén 1.

En la zona de corte, el mismo operario con ayuda de moldes, un lapicero, una regla y una cortadora de tela vertical dibuja el molde y corta el pliegue correspondiente. Con las medidas del pliegue corta a lo largo del rollo según el tipo de molde (ver Tabla 1 de anexo 1). Al obtener los pliegues de igual tamaño, comienza a cortar hasta obtener las pilas (apilado de figuras) y varía la cantidad de pilas según el tipo de molde (ver Tabla 2 de anexo 1). Por último, el operador de corte transporta las pilas al área de corte o viserado. Dependerá del tipo de molde que ha cortado el operario de corte. Si es para moldes lateral, frontal y vertical se va dirigido al área de Planchado y si es molde visera se va dirigido al área de viserado (ver tabla 3 de anexo 1).

La operadora de planchado calienta la plancha cuando el operador de corte empieza a darle los moldes del rollo. De allí, la operaria de corte comienza a realizar su labor cuando le entregan la primera pila. Para iniciar el proceso, une 2 figuras con un separador negro y coloca 6 de estos en la plancha. Al terminar 48 figuras planchadas los lleva al área de tapeteado.

En el área de tapeteado, el operario de tapeteado espera la llegada de los moldes posterior, lateral y frontal del área de planchado. Cuando la operaria de corte le está comenzando a entregarle los moldes, el operador se dirige al almacén 1 para traer los paneles o colitas. Después, en paralelo cada uno utilizando una máquina de coser recta unen las telas posterior, lateral y frontal de la copa de la gorra a través de un cintillo llamado “panel” o “colita”, cosiéndolas en forma triangular. Para iniciar esta actividad, se requieren como mínimo 50 figuras posteriores, 50 figuras laterales y 25 frontales. Al terminar de armar 25 copas, deben entregarlas a la zona de unión para retornar a su operación.

En la zona de viserado, el operador espera la llegada del lote de las figuras de visera. El operario realiza las viseras plásticas forrando un molde plástico con 2 figuras para visera, utilizando una máquina de coser, con la cual realiza 6 pasadas de hilo en serie

para obtener la visera de la gorra. Al terminar de armar 25 viseras, debe entregarlas a la zona de unión para retornar a su operación.

En la zona de unión, otro operario cose una copa con una visera, utilizando una máquina de coser recta, cose las copas y viseras. El operario se dirige en traer la banda de sudor y retazo del almacén 1. Luego coloca estos 2 objetos en la unión de copas y viseras. Para iniciar esta actividad, se requieren como mínimo 25 copas y 25 viseras para iniciar su actividad. Cuando el operario termina de hacer 50 copas se dirige al área de botonado.

En la zona de abotonado, otro operario trae los casquillos del almacén 1. Luego de esto se dirige al área de corte y recoge los regazos de tela. Y con ayuda de un casquillo (base y tapa) y pequeños retazos de tela, elabora un botón que ayudará a estabilizar la copa de la gorra con visera. Luego, usa un punzón para realizar un hueco en la parte central superior de una copa donde irá dicho botón, y después los cose a máquina. Al terminar de abotonar 100 gorros cosidos, debe entregarlas a la zona de regulado y acabado.

En la zona de acabado, otro operario primero realiza la inspección de los gorros. Luego, coloca una correa reguladora y una etiqueta a la copa con la gorra abotonada, así como corta hilos y/o tela sobrante en esta con una tijera de costura. Por último, el operador embolsa las gorras para llevárselo al área de calidad. Para iniciar esta actividad, se requieren como mínimo 100 gorras abotonadas. Al terminar 100 gorras reguladas y con acabado, debe entregarlas a la zona de bordado en el local de venta.

En la zona de bordado, otros dos operarios en paralelo cada uno con sus máquinas bordadoras, calibran la posición de cada gorra respecto al cabezal de hilos de la máquina, guiándose con monitores, e inician el bordado automatizado del diseño previamente solicitado por el cliente. Al terminar de bordar 100 gorras, debe entregarlas al coordinador de ventas para la inspección de calidad correspondiente.

El coordinador de ventas realiza un control visual del estado de las gorras terminadas, y clasifica cada una sobre su mesa según se encuentre en “buen estado” o “defectuosa”. En promedio, detecta 557 gorras defectuosas por cada 10 000 gorras que revisa, devolviéndola a la zona cuyo operario deba reprocesarla con prioridad. Según el promedio de cifras semanales, el 12,29% de las gorras defectuosas se devuelve a la zona de visera, 11,78% a la zona de acabado, 10,41% a la zona de tapeteado, 9,82% a la zona

de unión y el 1,76% a la zona de bordado para que sean reprocesadas. Finalmente, apila y embolsa en conjunto las gorras listas y confirma el pedido al área de ventas para que programe el envío al cliente.

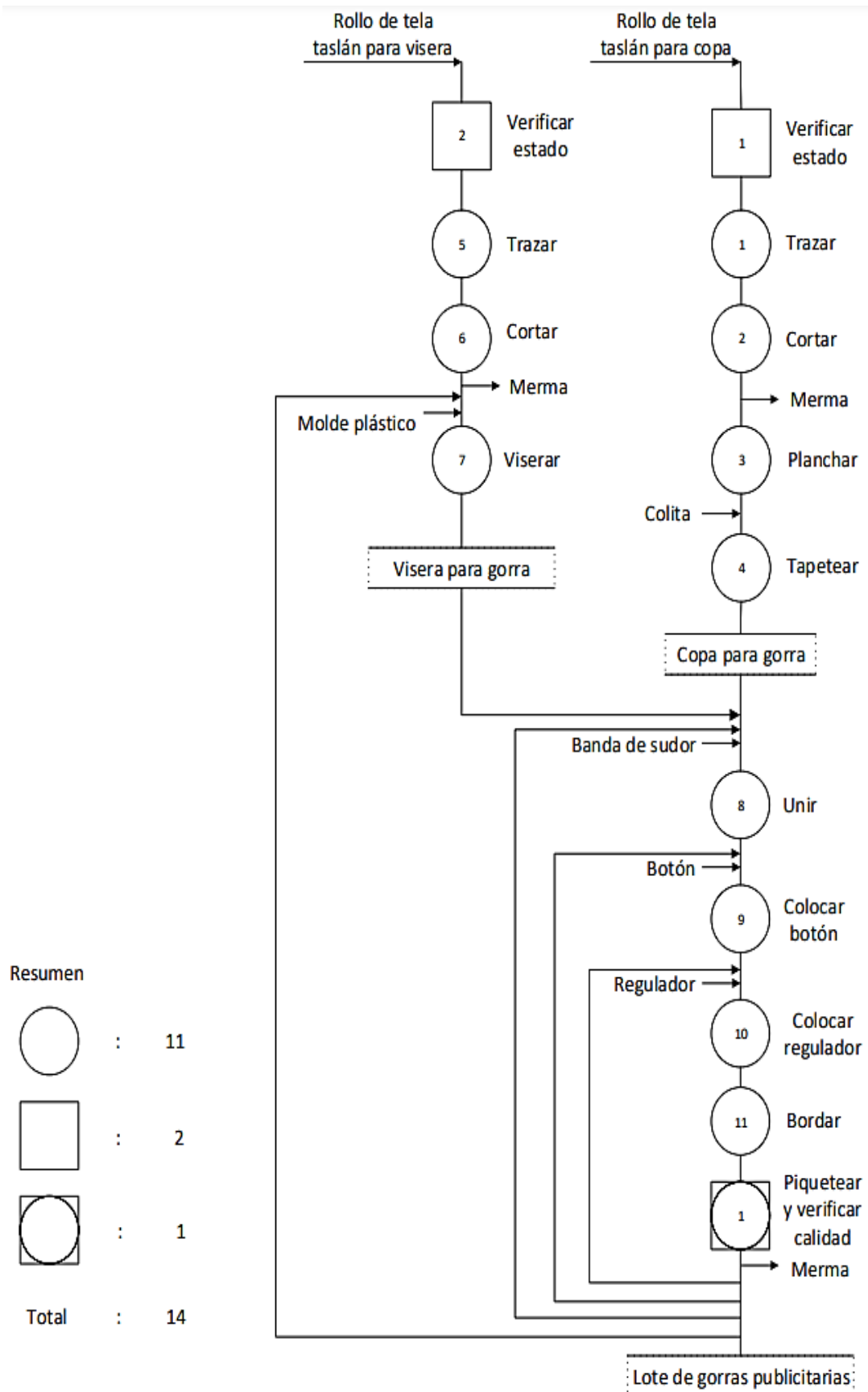
El modelo de operación del proceso previamente descrito se puede apreciar en la figura 2.3.

Sobre los puntos de oportunidad para mejorar el control en el proceso previamente descrito, se identificaron:

- Implementación de inspecciones de calidad luego de las actividades de corte, viserado, tapeteado y unión; porque ayudará a disminuir el tiempo de reproceso de defectuosos al finalizar la última actividad del proceso.
- Reestructuración del programa de mantenimiento preventivo para las máquinas semiautomáticas; porque ayudará a disminuir el tiempo de parada por desgastes.
- Capacitación del personal para mantenimiento autónomo eficiente; porque ayudará a disminuir el porcentaje de defectuosos por mal mantenimiento autónomo.

Figura 2.3

Proceso de fabricación de gorras

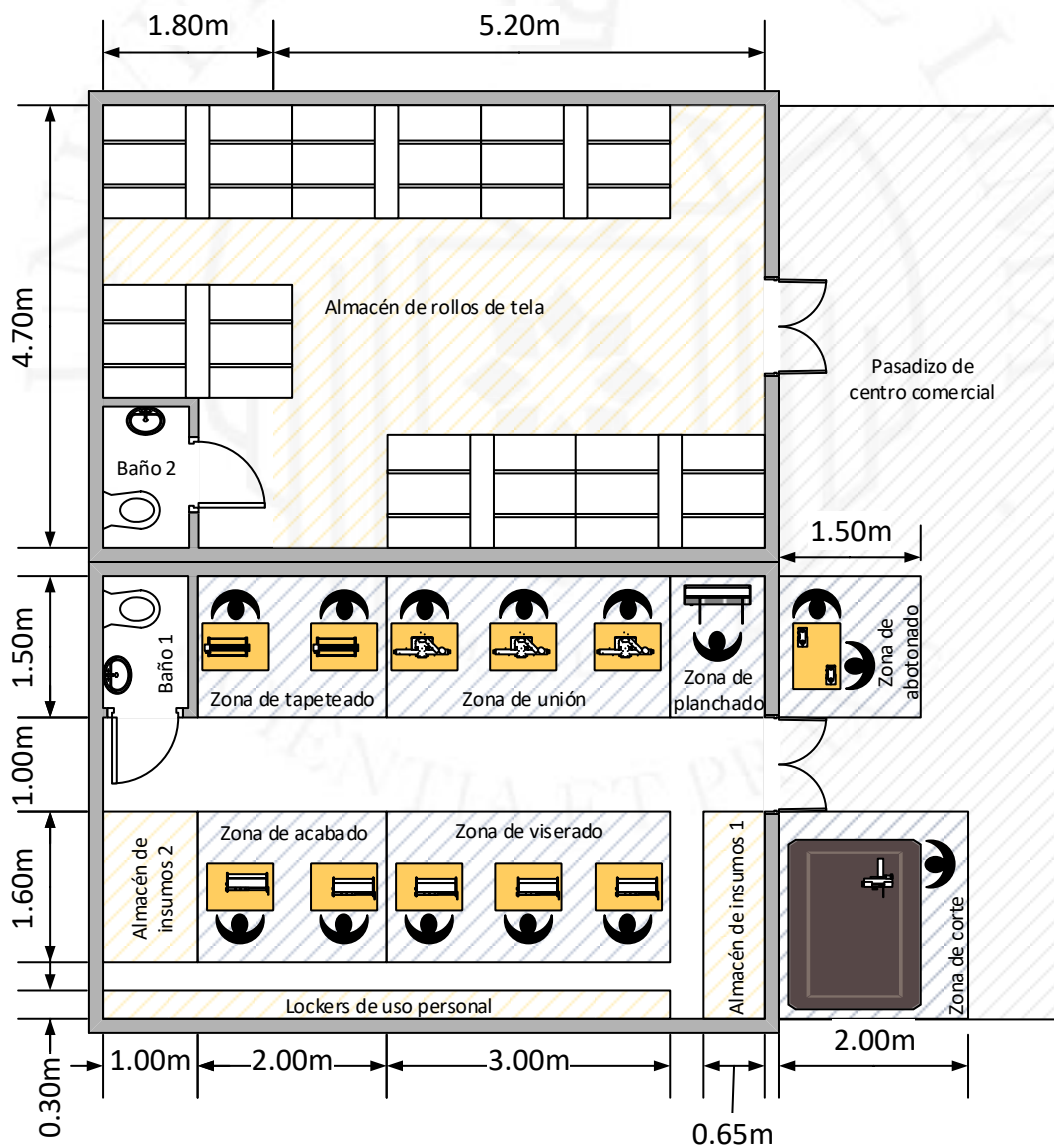


Cabe mencionar que la distribución del área de producción se divide en dos ubicaciones.

Por un lado, el almacén de rollos de tela se encuentra en un local contiguo al local donde se encuentran las zonas de trabajo desde el corte hasta el acabado. Ambos locales están ubicados en un décimo sexto piso de un edificio, donde también hay talleres de otros negocios. Las zonas de corte y abotonado están en el pasadizo externo, puesto que no se cuenta con suficiente espacio dentro de los locales.

Figura 2.4

Plano del área de producción (parte 1)

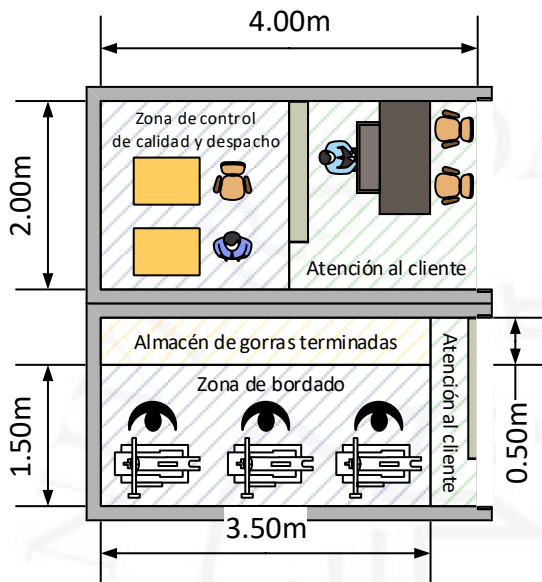


Nota. La escala utilizada es 1:80.

Por otro lado, las zonas de bordado y de control de calidad se encuentran en un local al lado de la tienda, ubicada en un tercer piso de otro edificio cercano a dos cuadras.

Figura 2.5

Plano del área de producción (parte 2)



Nota. La escala utilizada es 1:80.

Cabe resaltar que los rollos de tela se almacenan en racks y se trasladan cargándolos a pie. Asimismo, los operarios de tapeteado y unión tienen dificultades para ingresar y salir de sus mesas de trabajo, puesto que deben caminar de costado por entre las otras mesas de trabajo. Además, todos los operarios colocan sus productos procesados en el piso al frente de sus respectivas mesas de trabajo hasta completar un lote determinado para luego entregarlo a la siguiente zona de trabajo. Es evidente que no se cumplen las disposiciones de un óptimo diseño de instalaciones.

Según la información presentada anteriormente, para realizar el diagnóstico se empleó la herramienta “VSM” (*Value Stream Mapping*) como se puede ver en la figura 2.6.

En primer lugar, se calculó el *takt time* que significa el tiempo máximo para producir una unidad cuyo fin es satisfacer la demanda del cliente y para determinar a qué

ritmo de producción debe trabajarse para cumplir con la demanda diariamente, según la siguiente fórmula:

Takt time = tiempo disponible diario / demanda diaria

Tiempo disponible diario = (9 horas / día) x (60 minutos / hora) = 540 minutos

Demanda diaria = (75 240 gorras / año) x (1 año / 264 días) = 285 gorras

Takt time = 1,90 minutos / gorra

En segundo lugar, se hallaron los tiempos de ciclo de cada actividad, que ayudaron a identificar el “cuello de botella”. Las actividades de corte, planchado, abotonado y acabado tienen tiempos de ciclo por debajo del *takt time*, lo cual significa que pueden atender a un ritmo suficiente la demanda de producción de gorras. En cambio, las actividades de tapeteo, viserado y unión, con tiempos de ciclo de 2,10 minutos, 2,27 minutos y 2,31 minutos, respectivamente, superan al *takt time* y representan una limitación en el proceso productivo. Asimismo, la actividad automatizada de bordado tiene un tiempo de ciclo 5,11 minutos.

En tercer lugar, se hallaron los índices de disponibilidad, rendimiento y calidad correspondientes al indicador de eficiencia “OEE” para identificar las zonas de trabajo con deficiencias más críticas. Se identificó que ninguna máquina, con excepción de la bordadora, poseía un índice de rendimiento mayor o igual al 95%, con un promedio de 70,86%, habiendo mayor criticidad en las zonas de unión y abotonado. Asimismo, se identificó que ninguna máquina poseía un índice de calidad mayor al 99%, con un promedio de 93,82%, habiendo mayor criticidad en las zonas de tapeteado y viserado. Con respecto al índice de disponibilidad, ninguna máquina presentada problema alguno según la teoría presentada en el primer capítulo del presente trabajo, puesto que todas se encontraban por encima del 90%. Por tanto, el indicador OEE presenta una mayor criticidad en las zonas de unión, abotonado y acabado como se denota con valores de 42,52%, 51,12% y 52,55%, respectivamente, muy menores al 84,65% adecuado.

En cuarto lugar, se calcularon el tiempo valor añadido, sumando los tiempos de ciclo de cada zona de trabajo, cuyo resultado fue 17,82 minutos, y el *lead time*, sumando

los tiempos de espera en inventario entre cada zona de trabajo, cuyo resultado fue 21,93 horas.

Por último, se calculó el *touch time* para determinar qué porcentaje del tiempo total trabajado desde el ingreso de materia prima hasta la salida del producto en el área de producción es realmente por el cual está pagando el cliente, según la siguiente fórmula:

Touch time = tiempo valor añadido / lead time

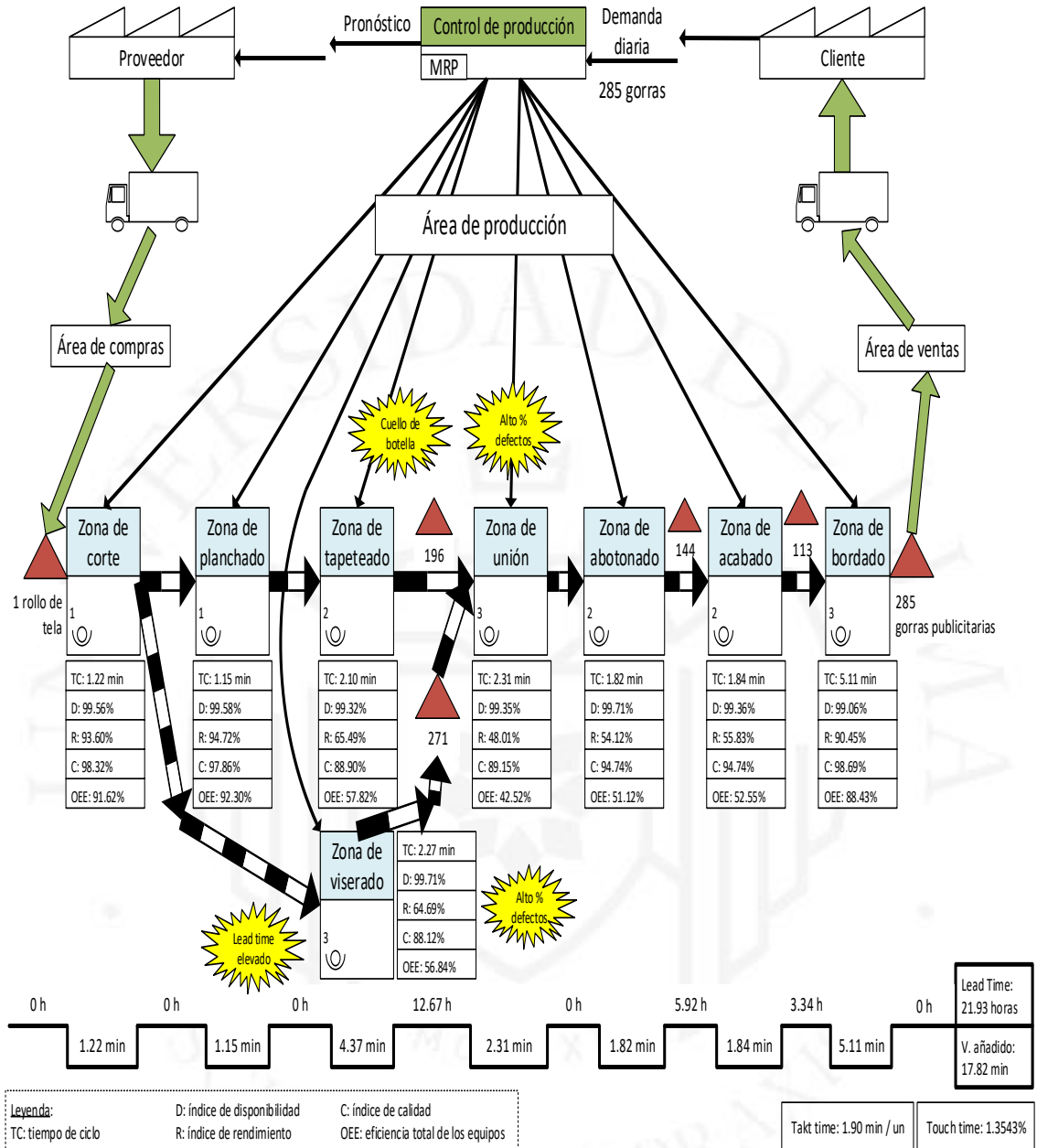
Touch time = 17,82 minutos / 21,93 horas

Touch time = 1,3543%

El valor hallado significa que sólo el 1,3543% del tiempo de producción, corresponde netamente a actividades que generan valor para el negocio, por ejemplo, cortar, viserar, tapetear, etc., mientras que los demás tiempos deben ser reducidos para tener una cadena de valor más eficiente.

Figura 2.6

Value Stream Mapping



2.2 Objetivo general del proyecto

Demostrar la efectividad del Mantenimiento Autónomo y del Mantenimiento Preventivo en el incremento de la eficiencia en el área de producción de una empresa del sector textil y confecciones peruano.

2.3 Restricciones y limitaciones del proyecto

El alcance de la presente investigación se centra exclusivamente en la producción de gorras publicitarias, desde la actividad de corte hasta la actividad de bordado, en el taller de la empresa de confecciones ubicada en distrito de La Victoria, Lima – Perú.

Asimismo, la unidad de análisis es la gorra publicitaria producida, puesto que esta marca la eficiencia de la planta.

Además, se realiza una evaluación del trabajo que realiza actualmente el personal del taller, mediante entrevistas con el personal administrativo y operativo, observación de campo (incluye toma de fotos y videos), análisis de la secuencia del proceso (incluye plano de planta, diagrama de operaciones y estudio de tiempos) y recopilación de información sobre mantenimiento (incluye historial de intervenciones, manuales de máquinas y facturas por reparación). Los resultados serán simulados con Arena Software.

Con respecto a las limitaciones de la presente investigación, se definieron los siguientes puntos:

- *Disponibilidad de tiempo por parte de la empresa:* porque los operarios tienen un horario de producción estricto. porque los operarios tienen un horario de producción estricto. Para superar esta limitación, se acordó con la gerencia programar visitas sólo los días viernes de 2 p.m. a 3 p.m., para realizar observaciones de campo y recopilar datos de tiempos, espacios y condiciones de trabajo.
- *Limitada disponibilidad de acceso de información de ventas de la empresa:* porque no se pueden conocer sus ingresos y egresos a detalle, y si tiene el suficiente capital para invertir en un proyecto de mejora. Para superar esta limitación, se consideraron exclusivamente los datos brindados por la gerencia, con respecto a las cantidades vendidas, los precios de venta y los costos de materiales y personal.

2.4 Diagrama de Gantt del proyecto de mejora

Se propone realizar este trabajo de investigación en un periodo de 61 días calendario, desde el análisis de indicadores actuales y la determinación del problema y de las causas raíz, hasta la validación funcional y económica de la propuesta de mejora diseñada en base a herramientas de ingeniería, según el siguiente cronograma:

Tabla 2.4

Diagrama de Gantt del proyecto de mejora

ITEM	DESCRIPCIÓN	INICIO	FIN	DÍAS
1	CAPÍTULO II.- SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	1/06/2024	18/06/2024	18
1.1	Análisis y evaluación de indicadores (KPIs) de la organización	1/06/2024	3/06/2024	3
1.2	Determinación del problema en estudio	4/06/2024	5/06/2024	2
1.3	Determinación de las causas raíz	6/06/2024	8/06/2024	3
1.4	Planteamiento de los objetivos específicos de investigación	9/06/2024	9/06/2024	1
1.5	Revisión de la Literatura	10/06/2024	16/06/2024	7
1.6	Normas y estándares aplicables	17/06/2024	18/06/2024	2
2	CAPÍTULO III.- PROPUESTA DE SOLUCIÓN	19/06/2024	21/07/2024	33
2.1	Vinculación de las causas raíz con las herramientas de solución seleccionadas	19/06/2024	21/06/2024	3
2.2	Diseño macro de la propuesta de solución	22/06/2024	26/06/2024	5
2.3	Diseño detallado de la propuesta de solución	27/06/2024	10/07/2024	14
2.4	Aplicación de Normas y estándares de Ingeniería finales requeridos para el Diseño	11/07/2024	12/07/2024	2
2.5	Resultados esperados (Dashboard de indicadores) e impactos esperados	13/07/2024	14/07/2024	2
2.6	Presupuesto de implementación de la mejora	15/07/2024	18/07/2024	4
2.7	Cronograma de implementación de la propuesta de mejora.	19/07/2024	21/07/2024	3
3	CAPÍTULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22/07/2024	31/07/2024	10
3.1	Descripción del método de validación	22/07/2024	23/07/2024	2
3.2	Validación funcional y discusión de resultados	24/07/2024	28/07/2024	5
3.3	Validación económica y discusión de resultados	29/07/2024	31/07/2024	3

2.5 Análisis y evaluación de indicadores (KPIs) de la organización

Actualmente, no se cuenta con indicadores generales de desempeño de los procesos del taller de producción. Por tanto, para medir la situación actual del área de producción se propuso el siguiente indicador:

a) Eficiencia general de los equipos (OEE):

Permite saber en qué porcentaje de su máxima capacidad están funcionando los equipos del área de producción.

Su cálculo parte desde identificar la cantidad de máquinas involucradas en cada actividad, calcular el índice de disponibilidad en tiempo de funcionamiento, el índice de rendimiento en velocidad de producción y el índice de calidad en tasa de productos defectuosos, hasta determinar el porcentaje en conjunto multiplicando estos 03 factores.

Tabla 2.5

Cantidad de máquinas por zona de trabajo o actividad

	Corte	Plancha	Visera	Tapeteo	Unión	Botonado	Acabado	Bordado
N° máquinas	1	1	3	2	3	2	2	3

Para analizar el índice de disponibilidad, se recopiló un registro de la cantidad total de horas de mantenimiento desde que se reportó la falla hasta que el técnico contratado realizó la reparación. Para el año 2023 este tiempo fue 231,4 horas.

Tabla 2.6

Cantidad de horas de mantenimiento actual

Mes	Zona -Máquina	Corte			Plancha			Visera			Tapeteo	
		M1	M1	M1	M1	M2	M3	M1	M2	M1	M2	
Enero		-	-	1,8	1,8	2	2	2	1,9			
Febrero		1,3	1,1	-	-	-	-	-	-			
Marzo		-	-	1,9	2	1,9	2	2,1				
Abril		1,2	1	-	-	-	-	-				
Mayo		-	-	2,7	2,7	2,8	2,9	3				
Junio		1,9	2,2	-	-	-	-	-				
Julio		-	-	1,8	2	1,9	2,1	2				
Agosto		1,2	1,8	-	-	-	-	-				
Septiembre		-	-	1,9	1,8	1,9	1,9	2				
Octubre		1,4	1,9	-	-	-	-	-				
Noviembre		-	-	3,5	3,6	3,6	3,5	3,6				
Diciembre		2,4	2,7	-	-	-	-	-				

(continúa)

(continuación)

Zona - Máquina	Unión			Botonado		Acabado		Bordado		
	M1	M2	M3	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M3
Enero	2	1,8	1,9	-	-	1,8	2	1,4	1,3	1,5
Febrero	-	-	-	1,3	1,1	-	-	1,3	1,5	1,4
Marzo	2	1,9	2	-	-	1	1,2	1,3	1,5	1,1
Abril	-	-	-	-	-	-	-	1,2	1,4	1,3
Mayo	2,7	2,9	2,8	1,8	1,7	1,2	1,3	1,1	1	0,9
Junio	-	-	-	-	-	-	-	2,6	2,7	2,4
Julio	1,9	1,9	1,8	-	-	1,1	1	1,4	1,3	1,4
Agosto	-	-	-	1,1	1,2	-	-	1,4	1,3	1,5
Septiembre	1,9	1,8	1,1	-	-	1	1,1	1,4	1,3	1,5
Octubre	-	-	-	-	-	-	-	1,4	1,1	0,3
Noviembre	3,5	3,6	1,5	2,1	2,2	1,3	1,4	1,2	1,3	1,1
Diciembre	-	-	-	-	-	-	-	4,5	4,3	4,4

Nota. Los valores están expresados en horas. Se detallan los tiempos por máquina de cada zona.

Luego, se calculó el tiempo que efectivamente están disponibles las máquinas en pleno funcionamiento en dicho periodo. También se consideraron los siguientes datos:

- Tiempo total: 2376 h, debido que trabajan lunes a viernes 9 horas diarias
- Horas de parada planeada: 41,17 h, debido que se realizan de lunes a viernes una reunión de 5 minutos antes y después de iniciar las operaciones
- Tiempo planeado: 2334,83 h, se obtiene restando tiempo total y horas parada planeada
- Horas de parada no planeadas: 231,4 h
- Tiempo de operación: 2103,4 h, se obtiene restando el tiempo planeado y las horas parada no planeada
- Índice de disponibilidad: 90,08%, se obtiene dividiendo el tiempo de operación y (tiempo total menos el tiempo parada planeada)

Posteriormente, se calculó un promedio ponderado según las máquinas del mismo tipo de cada actividad para determinar la disponibilidad global del área de producción, resultando en 90,08%.

Tabla 2.7*Cálculo de índice de disponibilidad*

Zona	Horas de fallas			Índice de disponibilidad máquina			Índice disponibilidad zona
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	
Corte	9,4	-	-	99,56%	-	-	99,56%
Plancha	9	-	-	99,58%	-	-	99,58%
Visera	13,6	13,9	14,1	99,37%	99,35%	99,34%	99,71%
Tapeteo	14,4	14,6	-	99,33%	99,32%	-	99,32%
Unión	14	13,9	14,2	99,35%	99,35%	99,34%	99,35%
Botonado	6,3	6,2	-	99,71%	99,71%	-	99,71%
Acabado	13,7	13,9	-	99,36%	99,35%	-	99,36%
Bordado	20	20,4	19,8	99,07%	99,05%	99,08%	99,06%

Nota. Se detallan los valores por máquina de cada zona.

Este índice de disponibilidad del 90,08% significa que el área de producción con su tiempo de producción actual solo puede elaborar 90 gorras por cada 100 gorras que teóricamente debería producir si no tuviera paradas no planeadas.

Para analizar el índice de rendimiento, se realizó una toma de tiempos para determinar el ritmo de producción estándar y compararlo con la producción real durante el año 2023.

Tabla 2.8*Producción estándar vs producción real por máquina*

Zona	Horas totales	Horas de operación			Producción teórica	Producción real		
		M1	M2	M3		M1	M2	M3
Corte	2376	2325,4	-	-	162 773	152 348	-	-
Plancha	2376	2325,8	-	-	144 742	137 104	-	-
Visera	2376	2321,2	2320,9	2320,7	62 801	40 530	40 401	40 939
Tapeteo	2376	2320,4	2320,2	-	73 044	48 184	47 488	-
Unión	2376	2320,8	2320,9	2320,6	61 714	29 535	29 515	29 838
Botonado	2376	2328,5	2328,6	-	78 329	42 026	72 750	-
Acabado	2376	2321,1	2320,9	-	71 469	39 545	40 254	-
Bordado	2376	2314,8	2314,4	2315	27 898	25 314	25 148	25 242

Nota. La producción está expresada en gorras terminadas. Se detallan los valores por máquina de cada zona.

Luego, se calculó el porcentaje de velocidad al cual funcionan cada máquina en dicho periodo y un promedio ponderado según las máquinas del mismo tipo de cada actividad para determinar el rendimiento global del área de producción, resultando en 66,38%.

Tabla 2.9

Cálculo de índice de rendimiento

Zona	Índice de rendimiento máquina			Índice rendimiento zona
	M1	M2	M3	
Corte	93,6%	-	-	93,6%
Plancha	94,72%	-	-	94,72%
Visera	64,54%	64,33%	65,19%	64,69%
Tapeteo	65,97%	65,01%	-	65,49%
Unión	47,86%	47,83%	48,35%	48,01%
Botonado	53,65%	54,58%	-	54,12%
Acabado	55,33%	56,32%	-	55,83%
Bordado	90,74%	90,14%	90,48%	90,45%

Este índice de rendimiento del 66,38% significa que el área de producción con su velocidad de procesamiento actual puede elaborar sólo 66 gorras por cada 100 gorras que teóricamente debería producir si funcionara a su velocidad de procesamiento máxima.

Para analizar el índice de calidad, se recopiló un registro de productos que presentaron defectos de fabricación con respecto a la cantidad total producida durante el año 2023.

Tabla 2.10

Producción buena vs defectuosa por máquina

Zona	Productos en buen estado			Productos defectuosos		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
Corte	149 824	-	-	2 524	-	-
Plancha	134 227	-	-	2 877	-	-
Visera	35 812	35 477	36 101	4 718	4 924	4 838
Tapeteo	42 909	42 142	-	5 275	5 346	-
Unión	26 431	26 271	26 540	3 104	3 244	3 298
Botonado	39 779	38 130	-	2 448	2 316	-
Acabado	37 468	29 604	-	2 077	2 124	-
Bordado	24 977	24 823	24 912	337	325	330

Luego, se calculó el porcentaje de defectuosos que genera cada máquina en dicho periodo y un promedio ponderado según las máquinas del mismo tipo de cada actividad para determinar la calidad global del área de producción, resultando en 93,19%.

Tabla 2.11

Cálculo de índice de calidad

Máquina	Índice calidad máquina			Índice calidad zona
	M1	M2	M3	
Corte	98,32%	-	-	98,32%
Plancha	97,86%	-	-	97,86%
Visera	88,36%	87,81%	88,18%	88,12%
Tapeteo	89,05%	88,74%	-	88,9%
Unión	89,49%	89,01%	88,95%	89,15%
Botonado	94,65%	94,82%	-	94,74%
Acabado	94,75%	94,72%	-	94,74%
Bordado	98,67%	98,71%	98,69%	98,69%

Este índice de calidad del 93,68% significa que la empresa sólo puede realizar 93 gorras en perfecto estado a la primera por cada 100 gorras producidas.

Finalmente, se procedió a calcular el OEE de la siguiente manera:

$$\text{OEE} = \text{índice disponibilidad} \times \text{índice rendimiento} \times \text{índice calidad}$$

$$\text{OEE} = 0,9008 \times 0,6638 \times 0,9368 = 0,5602 = 56,02\%$$

Este OEE del 56,02% significa que actualmente si el área de producción, empleando sus recursos de mano de obra y maquinaria, y un tiempo de producción disponible de 2193,2 horas, desea producir 100 gorras, sólo podrá producir 56 gorras.

Asimismo, este indicador se considera “regular”, pues presenta pérdidas económicas que deben minimizarse mediante una propuesta de mejora.

Tabla 2.12*Cuadro comparativo de factores del OEE*

Factores	Valor actual	Valor óptimo según Nakajima
Índice de disponibilidad	90,08%	90%
Índice de rendimiento	66,38%	95%
Índice de calidad	93,68%	99%
OEE	56,02%	84,65%

2.6 Determinación del problema en estudio

Para identificar el problema en el área de producción, se determinó la brecha técnica de los índices del indicador presentado en el apartado anterior, comparándose con sus valores óptimos según Nakajima, lo que permitió saber si estos eran adecuados o deficientes.

Tabla 2.13*Cálculo de brecha técnica*

Factor objetivo	Meta	Actual	Brecha técnica (desviación)	Calificación
OEE	84,65%	56,02%	25.63%	Problema
Índice de disponibilidad	90%	90,08%	-0,08%	OK
Índice de rendimiento	95%	66,38%	28.62%	Problema
Índice de calidad	99%	93,68%	5,32%	Problema

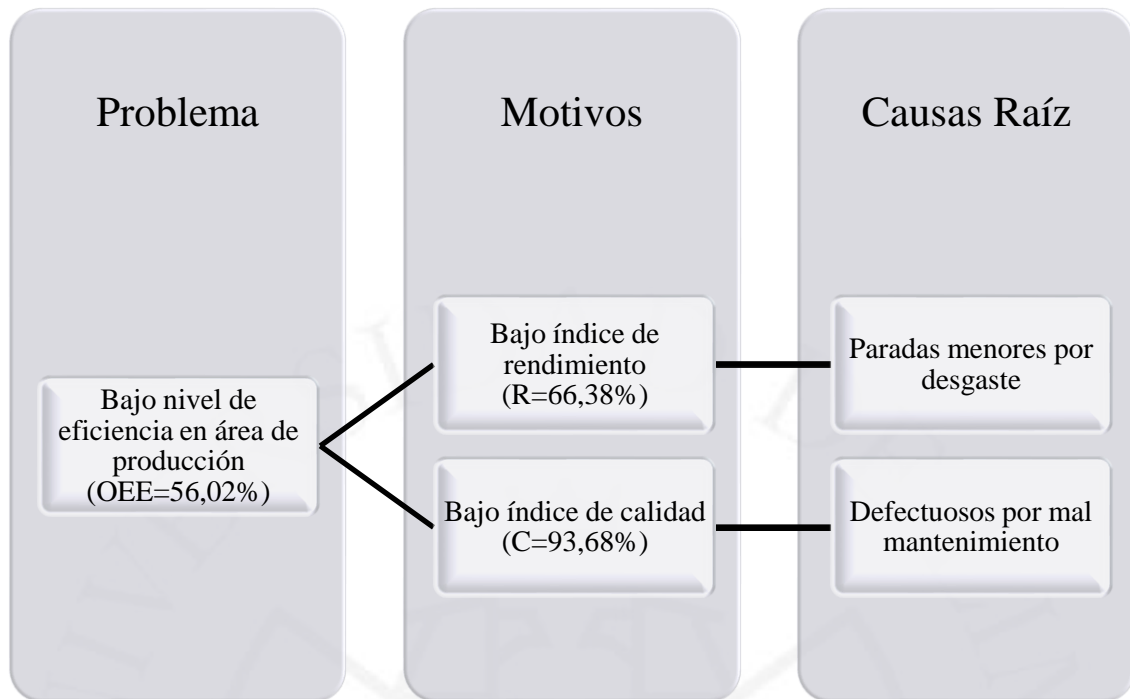
Se puede presenciar, en el cálculo de la brecha técnica, que el índice de disponibilidad supera por 0,08% al valor óptimo. En cambio, los demás índices se encuentran por debajo, así que representan un problema; por ejemplo, en el caso los indicadores de disponibilidad y calidad.

2.7 Determinación de las causas raíz

Para determinar las causas raíz del problema mencionado previamente se realizó un árbol de problemas como se detalla a continuación:

Figura 2.7

Diagrama de árbol de relaciones de causa – efecto



Asimismo, se calcularon los porcentajes de pérdida para cada uno de los 02 motivos, con el objetivo de representar el nivel de impacto del beneficio económico al implementarse herramientas de mejora. Para esto, se considera que el sueldo mensual de cada operario es S/ 1050, quienes trabajan 12 meses al año, 198 horas al mes, 9 horas diarias de lunes a viernes, por lo que su costo por hora hombre es S/ 5,30.

El primer motivo es la baja velocidad de procesamiento debido a las paradas menores por desgaste. Se toman los datos de cantidad y tiempo de producción real que son 75 240 gorras del año anterior, y se contrasta dicha velocidad de producción con la máxima capacidad productiva teórica que son 114 000 gorras, para hallar la cantidad de producto que se dejó de fabricar, resultando en 38 760 gorras equivalentes a 1223,98 horas laboradas y S/ 6487,09 por operario en el año 2023.

Figura 2.8

Principales tipos de desgaste en zona de visera

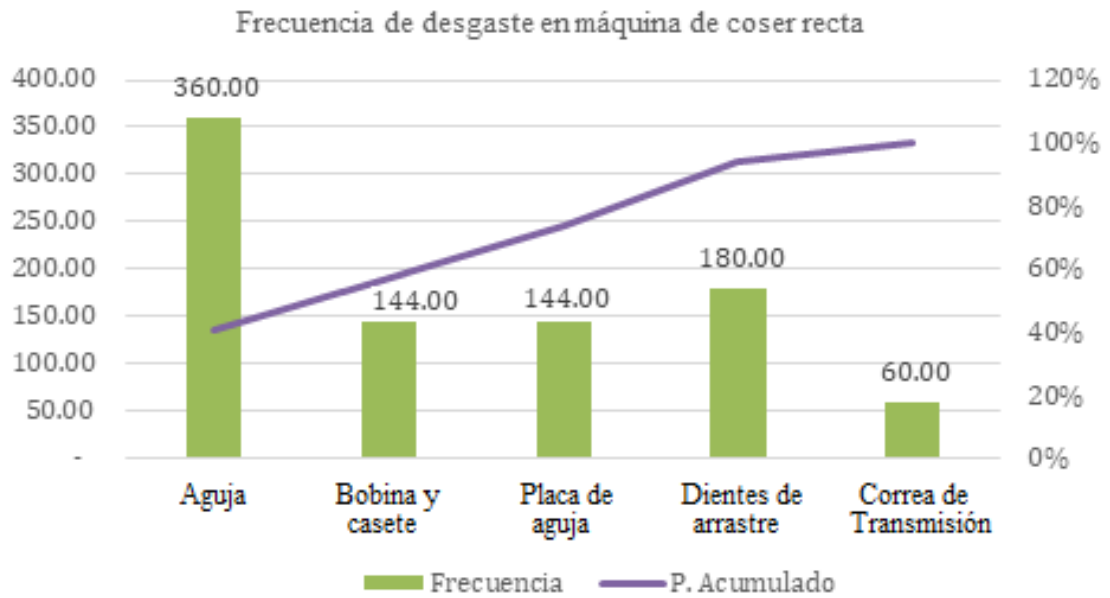


Figura 2.9

Principales tipos de desgaste en zona de tapeteo

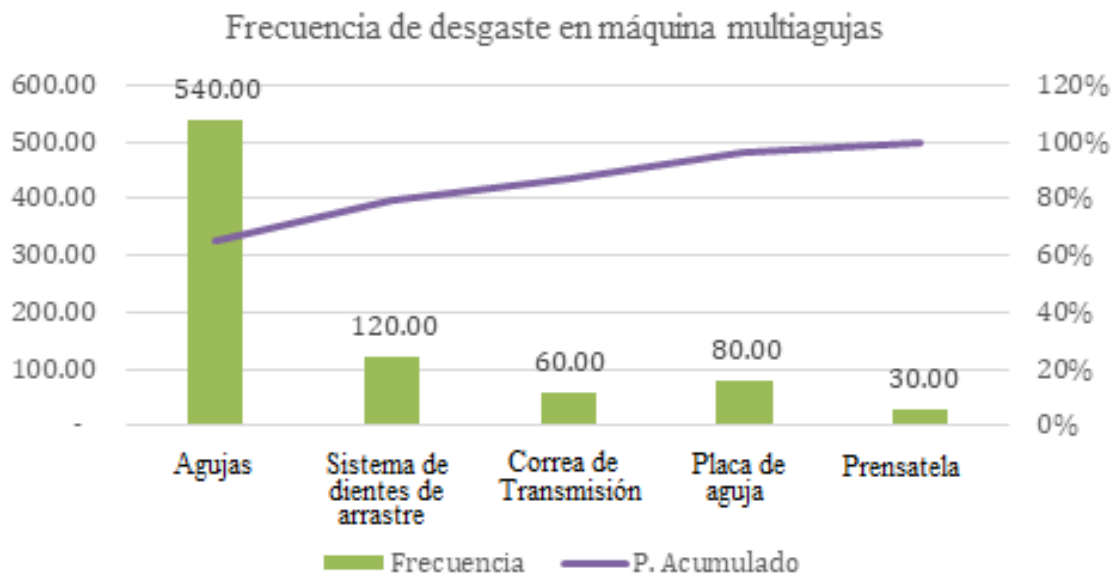


Figura 2.10

Principales tipos de desgaste en zona de unión

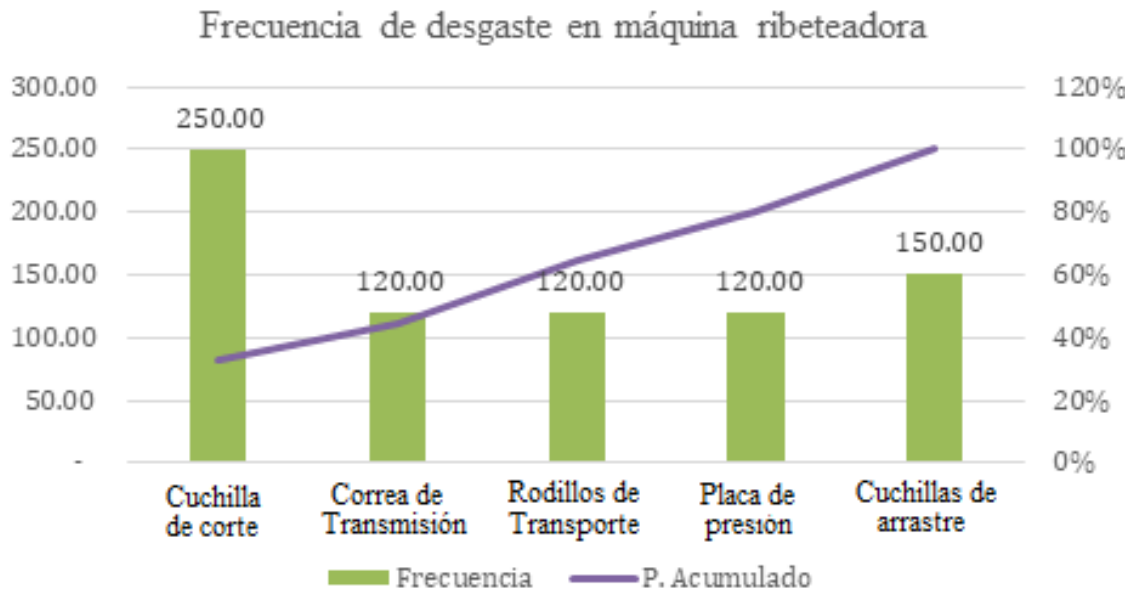
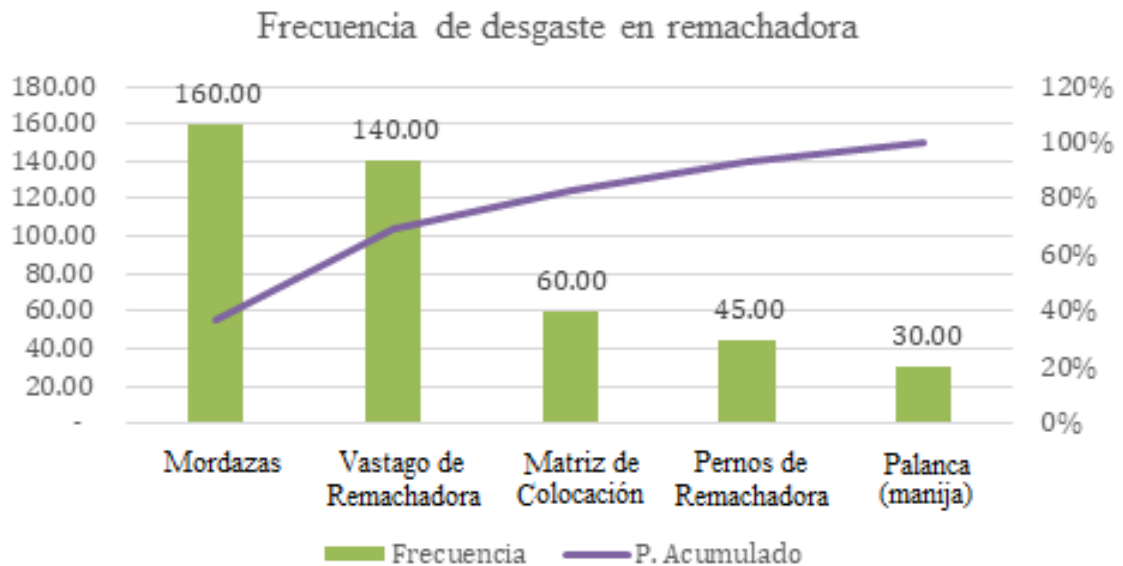


Figura 2.11

Principales tipos de desgaste en zona de abotonado



El segundo motivo es el alto nivel de productos defectuosos debido a defectos por mal mantenimiento de máquinas y equipos. Cabe recalcar que, al retornar los productos defectuosos que son 4756 gorras defectuosas al taller que se halló el índice de calidad x producción real, se generan traslados que suman anualmente 11,90 horas. Luego, al reprocesar los productos defectuosos, se generan anualmente 268,04 horas, dando un total de 279,94 horas y S/ 1483,68 por operario en el año 2023.

Figura 2.12

Principales componentes desgastados en zona de visera

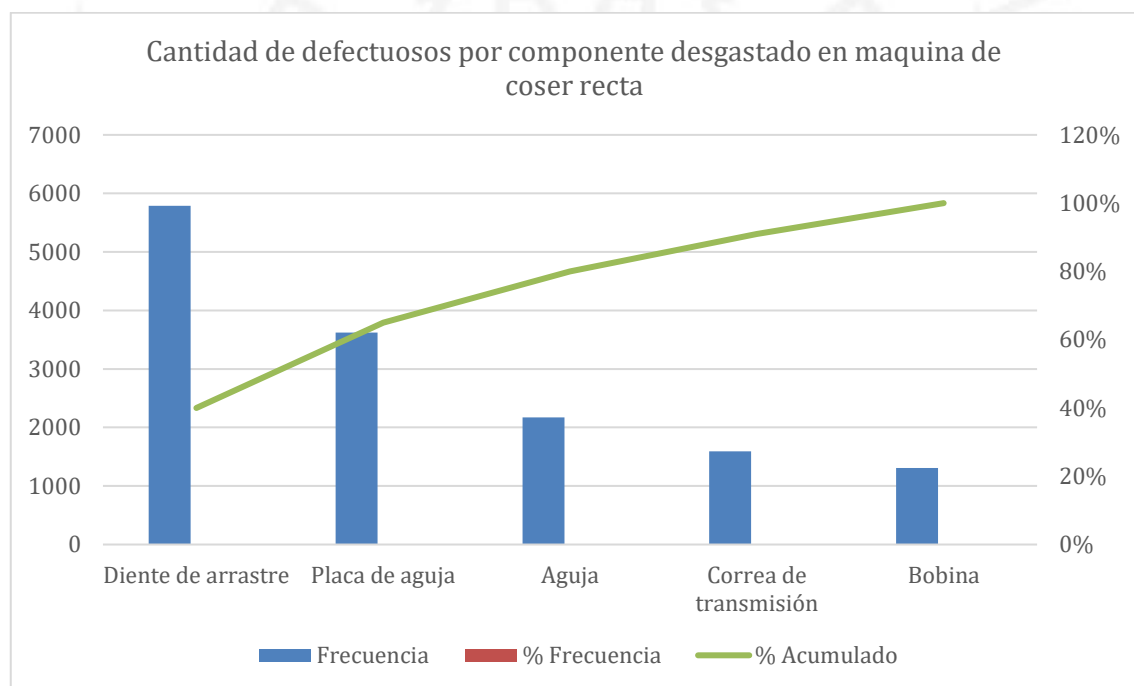


Figura 2.13

Principales componentes desgastados en zona de tapeteo

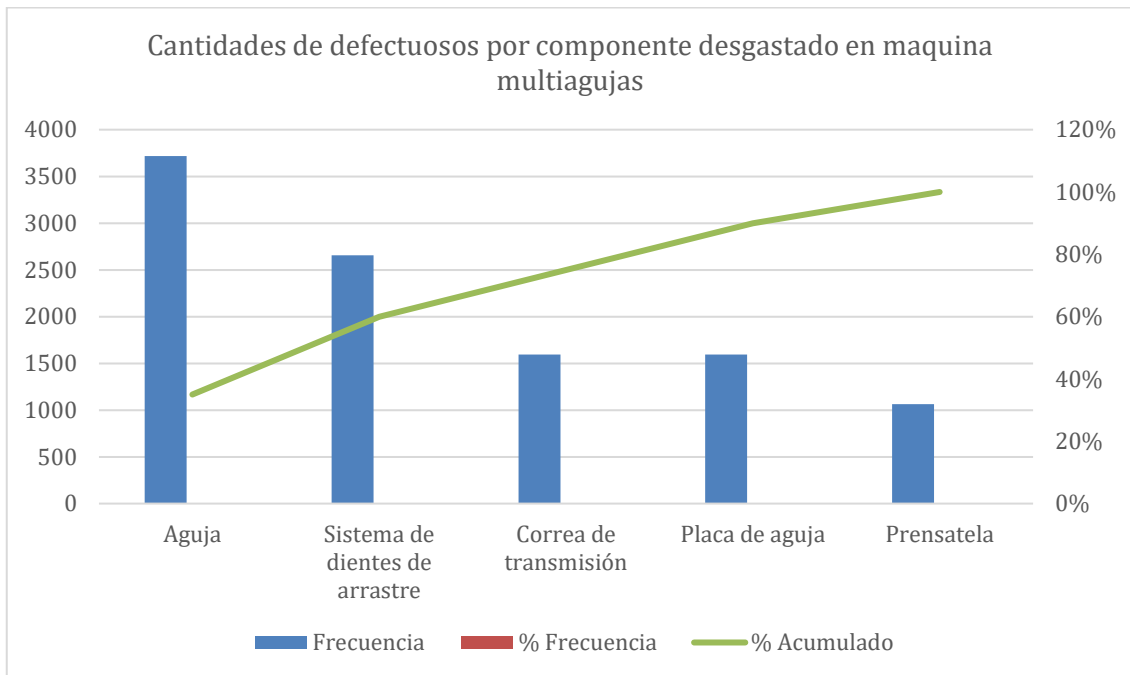


Figura 2.14

Principales componentes desgastados en zona de unión

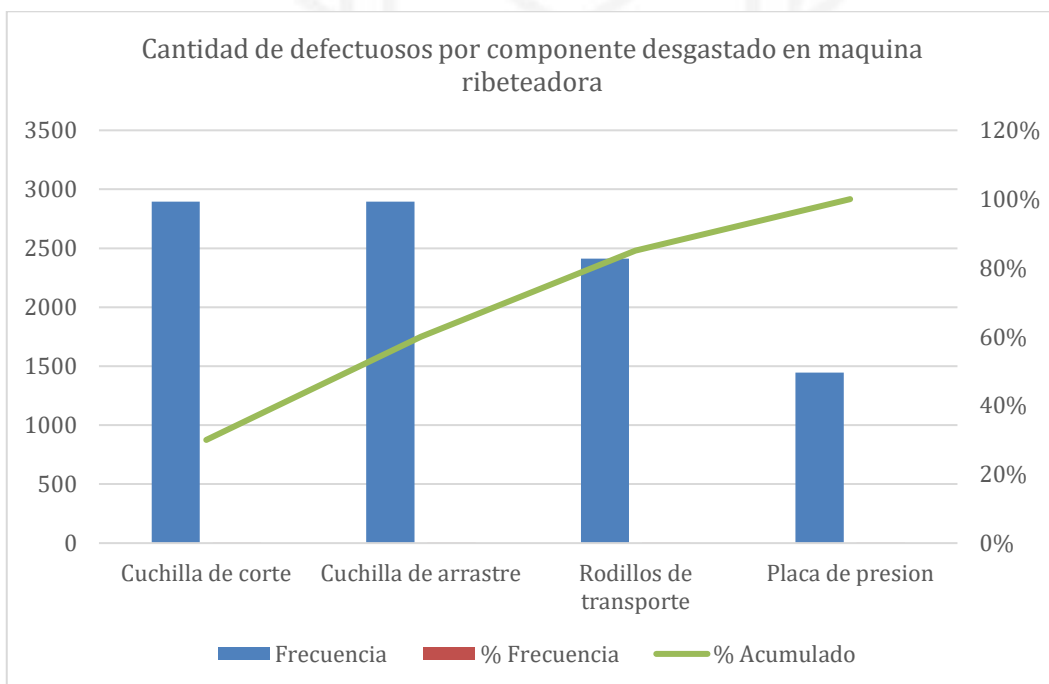
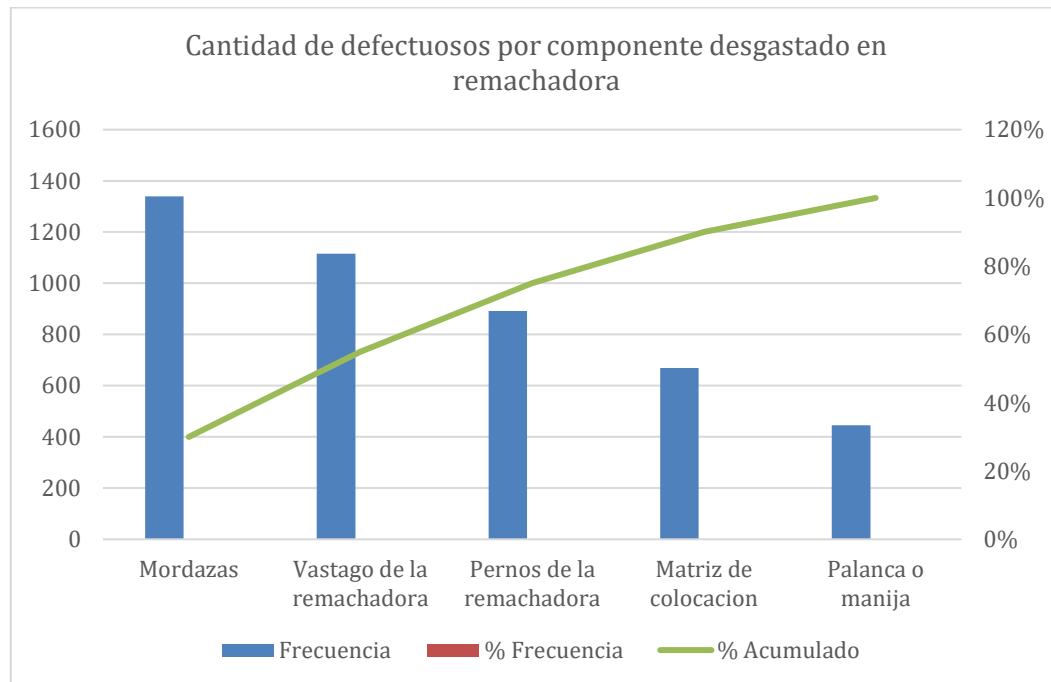


Figura 2.15

Principales componentes desgastados en zona de abotonado



En resumen, por los dos conceptos antes mencionados, la empresa pierde 1503,92 horas anuales, es decir, S/ 7970,77 al año por baja eficiencia en producción. En el siguiente cuadro se muestran los costos relacionados a estos tiempos originados.

Tabla 2.14

Pérdida en horas y en soles ocasionada por las causas raíz

Costos por motivos	Pérdida en horas	Pérdida monetaria por operario (S/)	% pérdida
Paradas menores por desgaste	1223,98	6487,09	81,39%
Defectuosos por mal mantenimiento	279,94	1483,68	18,61%
Total	1503,92	7970,77	100%

2.8 Planteamiento de los objetivos específicos de investigación

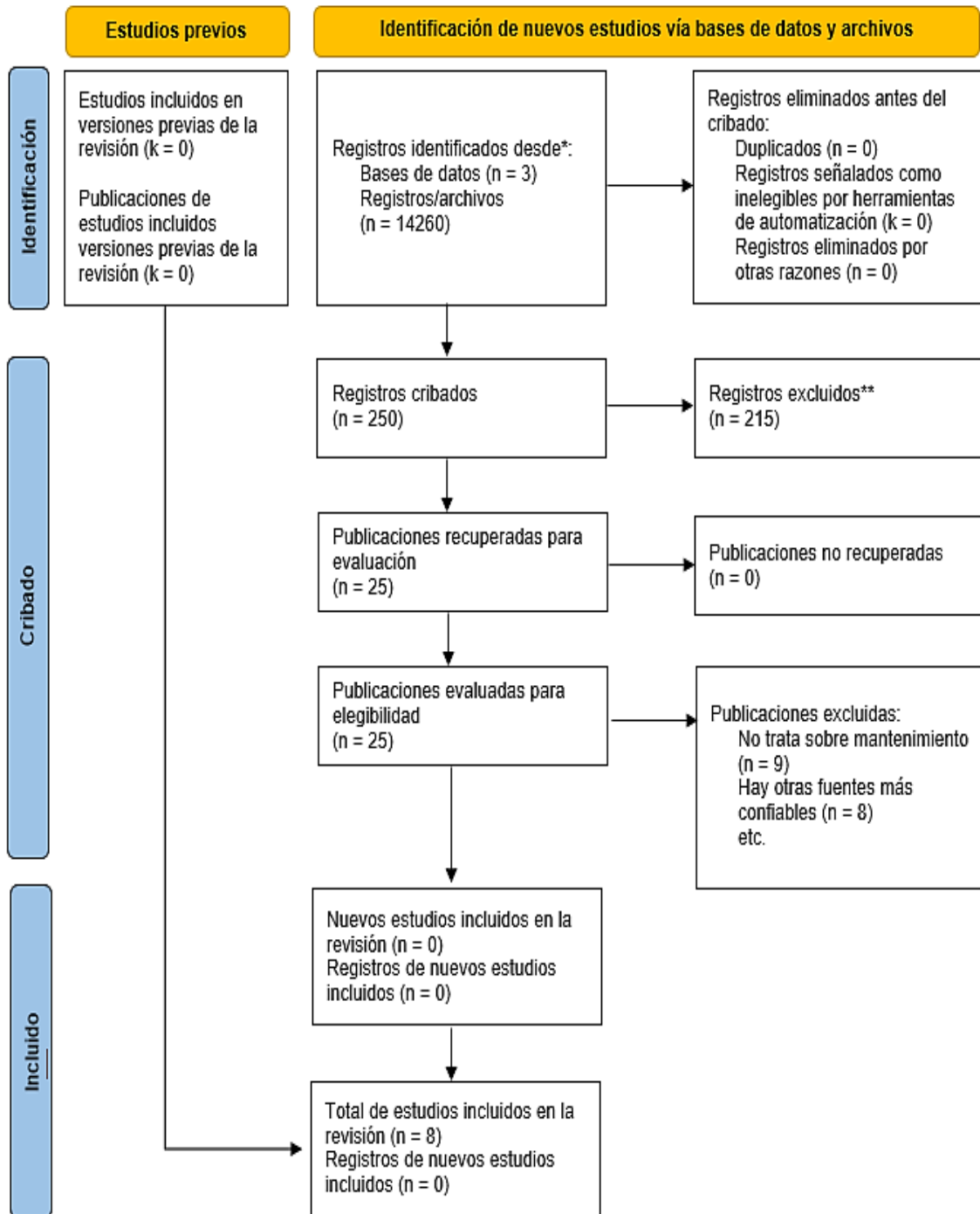
- Mejorar la OEE de 56,02 % a 84,65%
- Mejorar el índice de rendimiento de 66,38% a 95%
- Mejorar el índice de calidad de 93,68% a 99%

2.9 Revisión de la literatura

En el presente trabajo, se empleó el método prima para filtrar y validar los principales artículos científicos obtenidos de la base de datos “Scopus”.

Figura 2.16

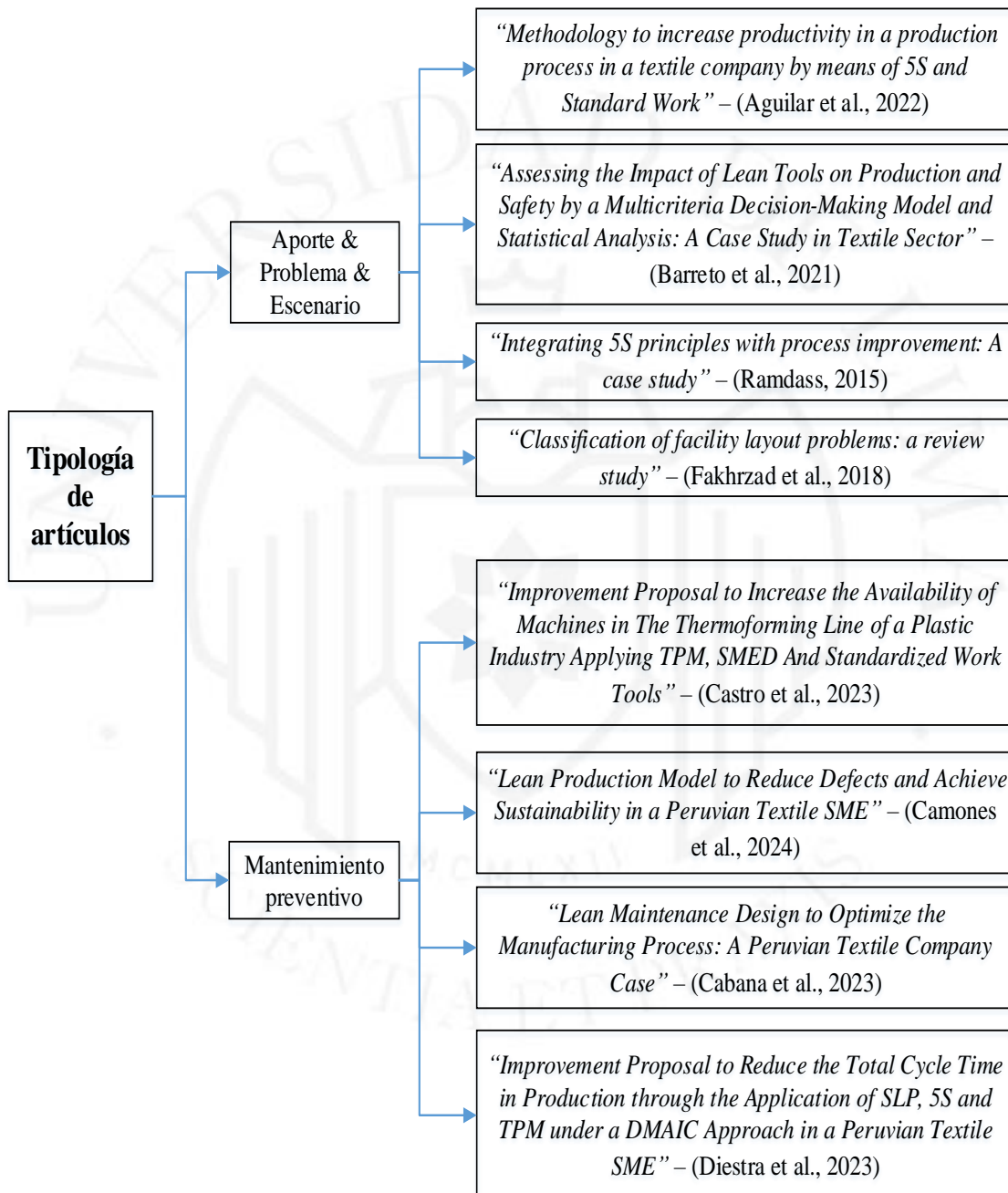
Prisma de búsquedas de artículos



Posteriormente, se clasificaron por tipologías los artículos científicos seleccionados anteriormente.

Figura 2.17

Análisis por tipologías de artículos científicos



Finalmente, en base a la recopilación y estudio de los artículos científicos presentados y clasificados, se procedió con redactar el siguiente estado del arte:

Actualmente, según Aguilar et al. (2022), varios estudios estadísticos en el Perú han identificado que las micro y pequeñas empresas (mypes) del sector textil y confecciones son un componente fundamental de su PBI nacional. Si bien ha habido un crecimiento exponencial en las últimas décadas, la mayoría de ellas tienen una baja eficiencia por la alta cantidad de desperdicios industriales en tiempo y costo, a su vez originados por la falta de conocimiento y dominio de herramientas de ingeniería orientadas a optimizar sus procesos. Asimismo, esta situación ha afectado negativamente la competitividad frente a fuertes competidores asiáticos como China e India con respecto al factor calidad-precio ofertado.

Dentro del contexto mencionado anteriormente, se puede afirmar que existe una enorme presión sobre las empresas para reducir sus costes de producción (Sá et al., 2021). Las causas de este problema estarían relacionadas a la gestión del rendimiento que expone Ramdass (2015), en la cual los gerentes buscan capacitar a los empleados para que asuman la responsabilidad de la productividad y el desempeño, a la par de que buscan definir la disposición de planta más efectiva que contribuya a la mejora de sus procesos, tal como indica Fakhrzad et al. (2018).

Por tanto, se propone enfocar la solución a la aplicación de herramientas de mantenimiento preventivo y autónomo, las cuales en conjunto ayuden a incrementar el *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) del área de producción de una empresa textil y/o de confecciones.

Según Montilla (2019), el mantenimiento preventivo es un sistema cuyo objetivo esencial es prevenir la ocurrencia de fallas en un sistema productivo, con base en la ejecución de unas tareas básicas (observar, inspeccionar, calibrar, ajustar, cambiar, lubricar, reparar, etc.), a unas frecuencias predeterminadas, asociadas a cada ciclo productivo en particular. Al respecto, Castro et al. (2023) propone solucionar la baja disponibilidad en la línea de termoformado de una industria plástica con SMED, mantenimiento autónomo y planificado, y trabajo estandarizado. Similarmente, Camones et al. (2024) integra herramientas lean como la herramienta 5S, mantenimiento autónomo y estandarización de procesos para mejorar e incrementar indicadores de la empresa, adicionando el ciclo PDCA como un mecanismo de apoyo a la sostenibilidad que permite la mejora continua de los procesos y la calidad de los productos. Asimismo, Cabana et al. (2023) propone un modelo de *lean maintenance* apoyado en la integración de instrumentos y técnicas de *lean manufacturing* como TPM, 5S y *Kaizen* con el fin de

mejorar la disponibilidad y calidad de las máquinas a través de métricas de gestión. En cambio, Diestra et al. (2023) propone un modelo para enfrentar el problema mencionado aplicando un modelo integrado de lean manufacturing con las herramientas *Systematic Layout Planning* (SLP), 5S y *Total Productive Maintenance* (TPM), complementado con la metodología DMAIC para mejorar la gestión de la producción, reduciendo el tiempo de ciclo. Para los 4 proyectos mencionados, sus resultados fueron validados mediante simulación en Arena Software.

En las literaturas consultadas previamente, se identifica la motivación común de incrementar la competitividad de las empresas de manufactura industrial, algunas específicamente del sector textil y de confecciones, logrando reducir el precio del producto, gracias a la reducción de los costos de producción, debido a un incremento de la eficiencia de la planta, mejorando los indicadores de disponibilidad, rendimiento y calidad de las actividades del proceso productivo, aumentando el tiempo de funcionamiento de las máquinas y la velocidad de trabajo de estas, y disminuyendo los productos con defectos generados durante su operación.

Para lograr lo mencionado en el párrafo anterior, los autores han recurrido principalmente a la herramienta TPM (*Total Productive Maintenance*), así como alguna otra herramienta orientada al mantenimiento preventivo de las máquinas. Sin embargo, algunos han implementado estas propuestas en un escenario real, mientras que otros han simulado sus resultados en programas especializados como Arena Software. Asimismo, los casos que han presentado confirman que los modelos propuestos son efectivos para disminuir los tiempos de ciclo, aumentar la disponibilidad y mejorar la calidad del proceso productivo en una empresa textil y/o de confecciones.

Por último, se evidencia que no hay mucha información aplicada al contexto textil del Centro Comercial Gamarra, lo que genera la oportunidad de replicar las mejoras anteriormente presentadas a todas las MYPES de dicho mercado. Ante esto, existen preguntas como: ¿será rentable dicha inversión a corto plazo para todos estos negocios?, ¿será dominante la resistencia al cambio del sector para lograr una mejora continua? ¿será suficiente la aplicación de estas herramientas de ingeniería para que la industria textil y de confecciones nacional sea competitiva en precio y calidad frente a los grandes competidores asiáticos como China o India? Si bien estas preguntas apenas son abordadas desde la revisión teórica del presente proyecto, quedan abiertas y dirigidas hacia otros investigadores de la academia y la sociedad.

2.10 Normas y estándares aplicables

Normas jurídicas

- D.S. N° 005-2012-TR – Ley N° 29783 de Seguridad y Salud en el Trabajo - tiene como objetivo promover una cultura de prevención de riesgos laborales en el país. Para ello, cuenta con el deber de prevención de los empleadores, el rol de fiscalización y control del Estado y la participación de los trabajadores y sus organizaciones sindicales, quienes, a través del diálogo social, velan por la promoción, difusión y cumplimiento de la normativa sobre la materia. (Diario El Peruano, 2011)
- D.S. N° 003-97-TR – Ley N° 28532 de Productividad y Competitividad Laboral – tiene como objetivo fomentar la capacitación y formación laboral de los trabajadores como un mecanismo de mejoramiento de sus ingresos y la productividad del trabajo (Diario El Peruano, 1997)
- D.S. N° 006-2008-TR – Ley N° 29245 de Regulación de los Servicios de Tercerización – tiene como objetivo regular los casos en que procede la tercerización, los requisitos, derechos y obligaciones, así como las sanciones aplicables a las empresas que desnaturalizan el uso de este método de vinculación empresarial. (Diario El Peruano, 1997)

Estándares de ingeniería:

- NTP-ISO 8559-2:2020 Designación de tallas de prendas de vestir. Parte 2: Indicadores de dimensión primaria y secundaria. (INACAL, 2020)
- NTP 232.208:2016 - ARTESANÍA TEXTIL. Chompas, chalecos, cardiganes, ponchos, chullos, gorros, chalinas, guantes, medias y otros. Terminología y clasificación - Esta Norma Técnica Peruana establece la terminología y clasificación que deben cumplir las chompas, chalecos, cardiganes, ponchos, chullos, gorros, chalinas, guantes, medias y otras prendas y accesorios de vestir confeccionados artesanalmente. (INACAL, 2016)
- NTP 232.209:2016 - ARTESANÍA TEXTIL. Chompas, chalecos, cardiganes, ponchos, chullos, gorros, chalinas, guantes, medias y otros. Requisitos - Esta Norma Técnica Peruana establece los requisitos que deben cumplir las chompas, chalecos, cardiganes, ponchos, chullos, gorros, chalinas, guantes,

medias, y otras prendas y accesorios de vestir confeccionados artesanalmente.
(INACAL, 2016)



CAPITULO III: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

3.1 Vinculación de las causas raíz con las herramientas de solución seleccionadas

De acuerdo a las 02 causas raíz identificadas en el diagrama de árbol presentado en el capítulo anterior, se plantearon las siguientes acciones de mejora:

Tabla 3.1

Causas raíz y acciones de mejora

Causas raíz	Acciones de mejora
Paradas menores por desgastes de componentes principales	Reducir tiempo de paradas menores por desgaste de componentes principales
Defectuosos por mal mantenimiento de componentes principales	Reducir defectuosos por mal mantenimiento de componentes principales

Utilizando la información del estado del arte de la revisión de la literatura, se seleccionaron las siguientes herramientas de solución asociadas a las causas raíz:

Tabla 3.2

Selección de herramientas de solución

Acciones de mejora	Reducir tiempo de paradas menores por desgaste	Reducir defectuosos por mal mantenimiento
Autores		
Castro et al. (2023)	SMED / SW	MPv y MAt
Camones et al. (2024)	MAAt	MAAt
Cabana et al. (2024)	MPv y MAt	MPv y MAt
Diestra et al. (2023)	MPv y MAt	MPv y MAt
Posible herramienta a aplicar	MPv y MAt	MPv y MAt

Nota. Los nombres de las herramientas se abreviaron como “SW” para Trabajo Estandarizado, “MPv” para Mantenimiento Preventivo y “MAAt” para Mantenimiento Autónomo.

Como se aprecia en el cuadro anterior, se seleccionan los mantenimientos preventivo y autónomo puesto que han dado solución a las causas raíz según la experiencia de los autores consultados previamente, creando un plan de mantenimiento preventivo que minimice las paradas menores, así como implementación de una gestión

de mantenimiento autónomo que mitigue los productos defectuosos por defectos de maquinaria.

Asimismo, según diferencia Nakajima (1991), el “MPv” se basa en realizar tareas programadas para prevenir el desgaste y las fallas de los equipos, mediante inspecciones regulares, ajustes, lubricación, limpieza, reemplazo de piezas y calibraciones, mientras que el “MAt” se basa en la responsabilidad directa de los operadores para realizar actividades básicas de mantenimiento como la limpieza, lubricación, ajustes menores y la identificación de problemas.

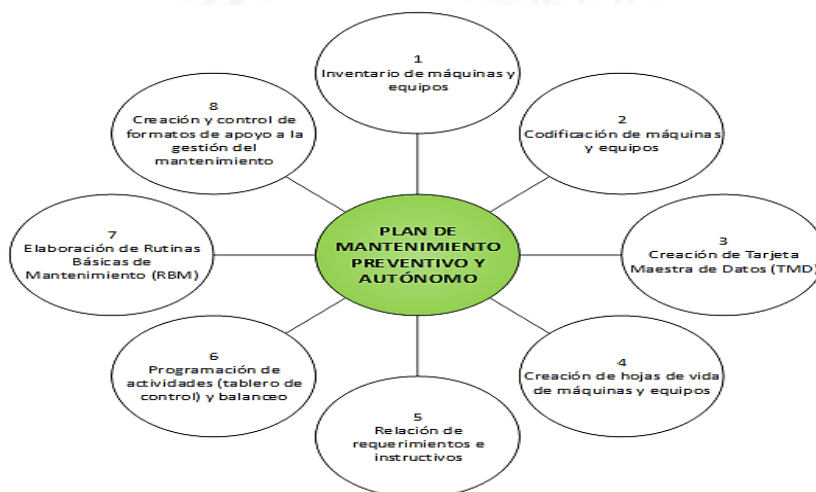
Cabe mencionar que se desestimó la herramienta SMED, porque si bien ayuda a agilizar el cambio de herramientas y los ajustes por mantenimientos programados, no permite programar óptimamente dichos mantenimientos ni se requiere para el modelo de producción en cuestión. También se desestimó la herramienta SW ya que, si bien asegura un procedimiento consistente para capacitar en las actividades de mantenimiento autónomo, no considera una adaptación a situaciones complejas donde cada máquina tiene su particularidad en estructura, operación y ritmo de desgaste.

3.2 Diseño macro de la propuesta de solución

A continuación, se elaboró el modelo teórico de la herramienta de ingeniería a emplearse:

Figura 3.1

Modelo teórico de mantenimiento preventivo y autónomo



Nota. Adaptado de *Mantenimiento industrial y su administración*, por Carlos Montilla, 2019, Editorial Universidad Tecnológica Pereira (<https://core.ac.uk/download/288157713.pdf>)

3.3 Diseño detallado de la propuesta de solución

A continuación, se elaboró el detalle de los componentes de cada una de las herramientas de ingeniería, así como su plan de implementación:

Figura 3.2

Desarrollo del aporte de mantenimiento preventivo y autónomo

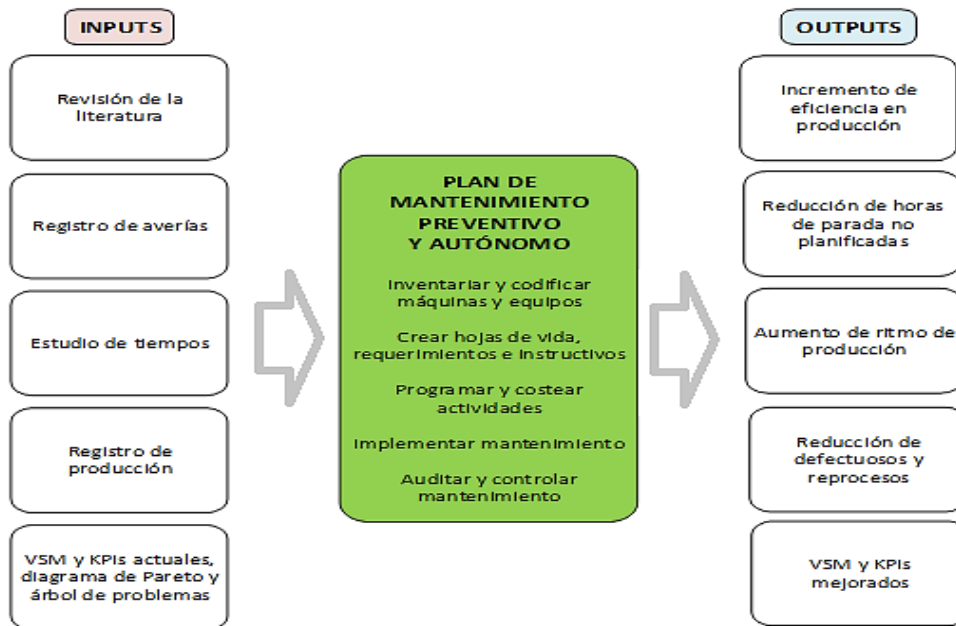


Figura 3.3

Desarrollo de los componentes de mantenimiento preventivo y autónomo

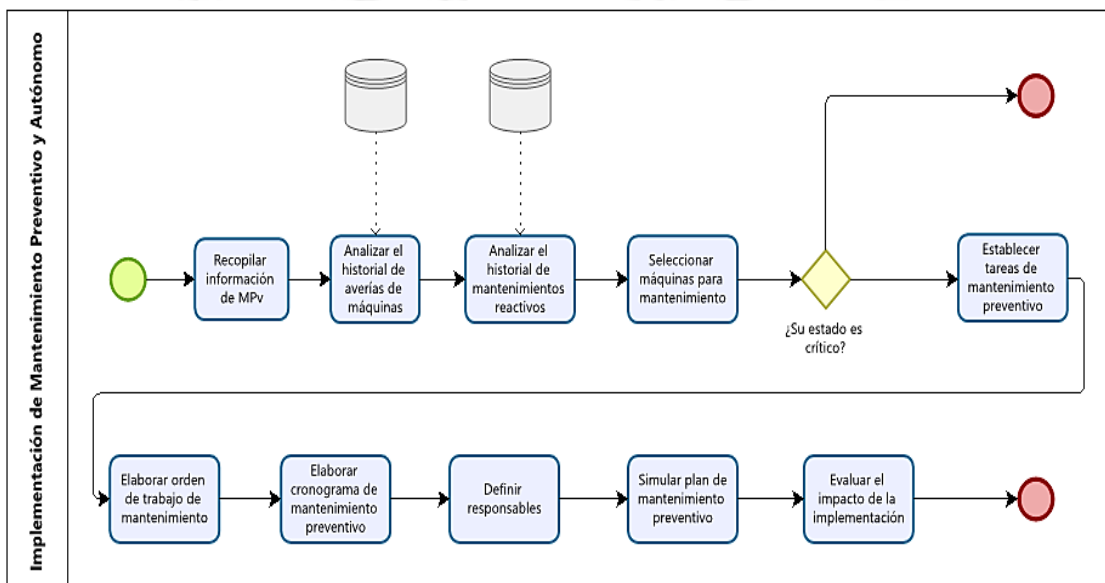


Tabla 3.3*Plan de implementación para mantenimiento preventivo y autónomo*

Plan de implementación de mantenimiento preventivo y autónomo					
Empresa de confecciones de gorras publicitarias					
Objetivo	Aumentar el rendimiento de máquina y el nivel de calidad en el área de producción				
Actividades	¿Quién?	¿Cuándo?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Por qué?
Recopilar información de mantenimiento preventivo y autónomo	Equipo de investigación	28/06/2024 30/06/2024	Recopilar información de la revisión de la literatura	Planta	Permite entender acerca de la herramienta y sus beneficios
Analizar el historial de averías de máquinas	Equipo de investigación	1/07/2024 07/07/2024	Analizar estadísticamente registro de averías	Planta	Para saber la frecuencia de las averías de máquinas
Analizar el historial de mantenimiento	Equipo de investigación	01/07/2024 07/07/2024	Analizar estadísticamente el registro de mantenimiento reactivo	Planta	Permite saber la frecuencia de los mantenimientos reactivos
Seleccionar máquinas para mantenimiento	Equipo de investigación	8/07/2024	Seleccionar las máquinas semiautomáticas	Planta	Permite dar prioridad a las máquinas no automatizadas
Establecer tareas de mantenimiento	Supervisor / Equipo de investigación	9/07/2024 13/07/2024	Detallar la metodología de las actividades	Planta	Saber cómo se realizará y cuánto costará el mantenimiento preventivo
Elaborar orden de trabajo de mantenimiento	Equipo de investigación	14/07/2024 - 18/07/2024	Crear un formato de solicitud, procedimiento y recursos necesarios	Planta	Permite estandarizar los requerimientos y trabajos de mantenimiento
Elaborar cronograma de mantenimiento	Supervisor/ equipo de investigación	19/07/2024 21/07/2024	Crear diagrama de Gantt de mantenimiento periódico	Planta	Permite definir la cantidad de horas de paradas planificadas
Definir responsables	Supervisor/ equipo de investigación	22/07/2024	Seleccionar al personal más cualificado	Planta	Permite inspeccionar y controlar la implementación
Ejecutar plan de mantenimiento	Equipo de investigación	22/07/2024 27/07/2024	Simular mediante Arena Software	Planta	Permite obtener resultados sin modificar la realidad
Evaluar el impacto de la implementación	Supervisor/ equipo de investigación	28/07/2024 31/07/2024	Analizar nuevos indicadores	Planta	Permite saber qué si la propuesta de mejora es factible

Para seleccionar en qué zonas se desarrollará el mantenimiento autónomo y el mantenimiento preventivo, se observarán los índices de rendimiento y calidad. Las tablas correspondientes se encuentran en el subcapítulo 2.6.

Las máquinas con menor índice de rendimiento son coser recta (zonas visera y acabado), multiagujas (zona tapeteo), ribeteadora (zona unión).

Se detectó que cada una de las máquinas ha presentado 05 tipos de defecto y que estos han sucedido mínimo 01 vez al año, lo cual ha disminuido su velocidad teórica.

Actualmente, cada operador es responsable si se detecta un desgaste en realizar la eliminación del desgaste y se comprobó que el tiempo de cambio de repuesto en cada máquina es muy alto y para poder reducirlo se contrató a un técnico para que asesore y le enseñe “los pasos” para realizar el cambio de repuesto. Se realizó una toma de muestra de 10 observaciones antes y después de la implementación. A continuación, se explicará el tipo de desgaste por cada máquina y el tiempo de cambio.



Tabla 3.4*Pasos de mantenimiento, herramientas y suministros necesarios para zona visera*

Tipo de desgaste	Pasos de mantenimiento	Herramientas	Suministro
Desgaste de agujas	Apagar la máquina	Destornillador pequeño	Agujas de repuesto
	Retirar la aguja desgastada	Pinzas o alicates	Aceite para la maquina
	Colocar la nueva aguja	Guantes de seguridad	
	Ajustar la aguja correctamente y apretar el tornillo de sujeción		
	Verificar la alineación y el funcionamiento de la aguja		
Desgaste de sistema de dientes de arrastre	Limpia el área alrededor de la aguja		
	Desconectar la máquina y detenerla	Destornillador de estrella o plano	Lubricante para partes móviles
	Retirar la placa de la máquina para acceder el sistema de dientes	Llave inglesa	Dientes de arrastre nuevos
	Aflojar y retirar los tornillos que sujetan los dientes de arrastre	Pinzas	Piezas de repuestos
	Reemplazar los dientes de arrastre por nuevos		
	Verificar la alineación y el funcionamiento del sistema de arrastre		
Desgaste de placa de aguja	Rearmar la maquina		
	Desconectar la máquina y detenerla	Destornillador adecuado	Placa de aguja nueva
	Retirar la placa de la maquina	Llave inglesa	Lubricante para partes móviles
	Retirar la placa de aguja desgastada	Pinzas finas	Tornillos de repuesto
	Colocar la placa de aguja nueva en su lugar		
	Ajustar los tornillos y asegurar correctamente la placa		
	Probar el funcionamiento de la maquina		
Desgaste de bobinas y casetes	Detener la máquina y desconectarla	Destornillador	Bobinas nuevas
	Retirar las bobinas y los casetes desgastados	Pinzas	Casetes nuevos
	Reemplazar las bobinas y casetes por nuevos		Lubricante para partes móviles
	Verificar el montaje correcto de las bobinas y casetes		Hilo de repuesto
	Revisar el funcionamiento de la maquina		
Desgaste de correa de transmisión	Desconectar la máquina	Destornillador	Correa de transmisión
	Retirar la tapa o carcasa		
	Liberar la correa antigua	Pinzas	Lubricante para partes móviles
	Colocar la nueva correa		
	Verificar el movimiento de la correa		
	Volver a montar la tapa		

Tabla 3.5*Pasos de mantenimiento, herramientas y suministros necesarios para zona tapeteo*

Tipo de desgaste	Pasos de mantenimiento	Herramientas	Suministro
Desgaste de agujas	Desconectar la máquina	Destornillador pequeño	Agujas de repuesto
	Levantar la aguja a su posición más alta		
	Aflojar el tornillo de la aguja	Pinzas o alicates	Aceite para la máquina
	Retirar las agujas viejas	Guantes de seguridad	
	Colocar las nuevas agujas		
	Ajustar el tornillo de la aguja		
Desgaste de sistema de dientes de arrastre	Desconectar la máquina	Destornillador de estrella o plano	Lubricante para partes móviles
	Levantar el prensatelas	Llave inglesa	Dientes de arrastre nuevos
	Retirar la placa de agujas	Pinzas	Piezas de repuestos
	Liberar los dientes de arrastre viejos		
	Instalar los nuevos dientes de arrastre		
	Volver a montar la placa de agujas		
Desgaste de placa de agujas	Desconectar la máquina	Destornillador adecuado	Placa de aguja nueva
	Levantar el prensatelas	Llave inglesa	Lubricante para partes móviles
	Quitar los tornillos de la placa de agujas	Pinzas finas	Tornillos de repuesto
	Retirar la placa de agujas vieja		
	Colocar la nueva placa de agujas		
	Asegurar la placa de agujas		
Desgaste de correa de transmisión	Desconectar la máquina	Destornillador	Correa de transmisión
	Retirar la tapa o carcasa	Pinzas	Lubricante para partes móviles
	Liberar la correa vieja		
	Colocar la nueva correa		
	Verificar el movimiento de la correa		
	Volver a montar la tapa		
Desgaste de prensatelas	Desconectar la máquina	Destornillador	Prensatelas de repuesto
	Levantar el prensatelas	Pinzas	Lubricante para partes móviles
	Aflojar el tornillo del prensatelas		
	Retirar el prensatelas viejo		
	Colocar el nuevo prensatelas		
	Ajustar el tornillo del prensatelas		

Tabla 3.6*Pasos de mantenimiento, herramientas y suministros necesarios para zona unión*

Tipo de desgaste	Pasos de mantenimiento	Herramientas	Suministro
Desgaste de cuchilla de corte	Desconectar la máquina	Destornillador pequeño	Cuchilla de corte
	Levantar el prensatelas	Pinzas o alicates	Aceite para la máquina
	Retirar la cubierta de la cuchilla	Guantes de seguridad	
	Aflojar y retirar la cuchilla vieja		
	Colocar la nueva cuchilla		
	Volver a montar la cubierta		
Desgaste de rodillos de transporte	Desconectar la máquina	Destornillador de estrella o plano	Lubricante para partes móviles
	Levantar el prensatelas	Llave inglesa	Rodillos de transporte
	Retirar las cubiertas o tapas	Pinzas	
	Aflojar y retirar los rodillos viejos		
	Colocar los nuevos rodillos		
	Volver a montar las cubiertas y hacer una prueba		
Desgaste de placa de presión	Desconectar la máquina	Destornillador adecuado	Placa de presión
	Levantar el prensatelas	Llave inglesa	Lubricante para partes móviles
	Aflojar los tornillos de la placa de presión	Pinzas finas	
	Retirar la placa de presión vieja		
	Colocar la nueva placa de presión		
	Ajustar los tornillos y realizar una prueba		
Desgaste de cuchillas de arrastre	Desconectar la máquina	Destornillador	Cuchilla de arrastre
	Levantar el prensatelas	Pinzas	Casetes nuevos
	Retirar la cubierta de la cuchilla	Llave inglesa	Lubricante adecuado
	Aflojar y retirar la cuchilla de arrastre vieja		
	Colocar la nueva cuchilla de arrastre		
	Volver a montar la cubierta y hacer una prueba		
Desgaste de correa de transmisión	Desconectar la máquina	Destornillador	Correa de transmisión
	Retirar la tapa o carcasa	Pinzas	Lubricante adecuado
	Liberar la correa vieja	Llave inglesa	
	Instalar la nueva correa		
	Verificar el movimiento de la correa		
	Volver a montar la tapa y probar la máquina		

Tabla 3.7*Pasos de mantenimiento, herramientas y suministros necesarios para zona abotonado*

Tipo de desgaste	Pasos de mantenimiento	Herramientas	Suministro
Desgaste de la mordaza	Detener y desconectar la maquina		
	Retirar las cubiertas de protección de las maquinas	Destornillador	Mordazas nuevas
	Aflojar los pernos de sujeción de las mordazas	Llave Inglesa	Tornillos de repuestos
	Retirar mordazas desgastadas	Pinzas	
	Instalar mordazas nuevas		
	Ajustar la alineación y verificar el funcionamiento correcto		
	Reinstalar las cubiertas de protección		
Desgaste del vástago de la remachadora	Probar la maquina		
	Detener y desconectar la maquina	Destornillador	Vástago de repuesto
	Retirar las cubiertas de protección de las maquinas	Llave inglesa	Lubricante
	Aflojar los pernos de sujeción de la matriz desgastada	Martillo de goma	
	Retirar matriz desgastadas	Llave de torque	
	Instalar la nueva matriz		
	Ajustar los tornillos para asegurar la matriz		
	Verificar la alineación de la nueva matriz		
	Reinstalar las cubiertas protectoras		
	Probar la maquina		
Desgaste de la matriz de la colocación	Detener y desconectar la maquina	Destornillador	Matriz de colocación
	Retirar las cubiertas de protección de las maquinas	Llave inglesa	Lubricante
	Aflojar los pernos de sujeción de la matriz desgastada	Martillo de goma	
	Retirar matriz desgastadas	Llave de torque	
	Instalar nueva matriz		
	Ajustar los tornillos y pernos		
	Verificar la alineación de la nueva matriz		
Reinstalar las cubiertas de protección			
Probar la maquina			
Desgaste de los pernos de la remachadora	Detener y desconectar la maquina	Destornillador	Pernos de repuesto
	Retirar las cubiertas de protección de las maquinas	Llave inglesa	Lubricante
	Aflojar los pernos de sujeción de la matriz desgastada	Martillo de goma	
	Instalar los nuevos pernos	Llave de torque	
	Verificar los pernos		
	Reinstalar las cubiertas de protección		
	Probar la maquina		

(continúa)

(continuación)

Tipo de desgaste	Pasos de mantenimiento	Herramientas	Suministro
Desgaste de palanca	Detener y desconectar la maquina	Destornillador	Palanca
	Retirar las cubiertas de protección de las maquinas	Llave inglesa	Lubricante
	Aflojar los pernos de sujeción de la matriz desgastada	Martillo de goma	
	Retirar la palanca desgastada	Llave de torque	
	Instalar la nueva palanca		
	Ajustar los pernos		
	Verificar los pernos		
	Reinstalar las cubiertas de protección		

Tabla 3.8

Reducción de tiempo de cambio de repuesto de máquina de coser recta

Concepto	Componente desgastado				
	Agujas	Sistema de dientes de arrastre	Placa de aguja	Correa de transmisión	Prensateñas
Intervalo de desgaste (h)	90	700	850	1000	1000
Tiempo disponible (h)	2325,8	2325,8	2325,8	2325,8	2325,8
Frecuencia	25	3	2	2	2
Tiempo ideal operador (min)	6,76	19,69	25,52	14,18	14,31
Tiempo actual operador (min)	11,81	28,53	37,48	21,73	17,89
Tiempo mejorado operador (min)	9,61	23,74	29,65	16,96	16,32
Tiempo anual actual (h)	4,92	1,43	1,25	0,72	0,6
Tiempo mejorado anual (h)	4	1,19	0,99	0,57	0,54
Beneficio (h)	0,92	0,24	0,26	0,15	0,06

Tabla 3.9*Mejora de rendimiento en máquina de coser recta*

Concepto	Componente desgastado				
	Agujas	Sistema de dientes de arrastre	Placa de aguja	Correa de transmisión	Prensateñas
Tamaño de lote (un)	25	25	25	25	25
Tiempo de operación unitario (min)	2,27	2,27	2,27	2,27	2,27
Actual					
Tiempo perdido por detección de desgaste (min)	69,75	66,75	61,75	64,75	65,75
Cantidad producida defectuosa	30	29	27	28	28
Tiempo de cambio de pieza (min)	11,81	28,53	37,14	21,73	17,89
Cantidad dejada de producir	5	12	16	9	7
Mejorado					
Cantidad producida buena	30	29	27	28	28
Nuevo tiempo de cambio (min)	9,61	23,74	29,65	16,96	16,32
Cantidad dejada de producir	4	10	13	7	7
Frecuencia	25	3	2	2	2
Incremento en gorras buenas al año	775	93	60	60	56

Tabla 3.10*Reducción de tiempo de cambio de repuesto de máquina multiaguja*

Concepto	Componente desgastado				
	Agujas	Sistema de dientes de arrastre	Placa de aguja	Correa de transmisión	Prensateñas
Intervalo de desgaste (h)	60	800	500	2000	1700
Tiempo disponible (h)	2320,4	2320,4	2320,4	2320,4	2320,4
Frecuencia	38	2	4	1	1
Tiempo ideal operador (min)	6,81	19,73	26,14	14,35	13,48
Tiempo actual operador (min)	12,14	26,81	37,46	23,62	23,46
Tiempo mejorado operador (min)	8,98	0,9	2,5	19,34	20,68
Tiempo anual actual (h)	7,69	0,81	2,2	0,39	0,39
Tiempo mejorado anual (h)	7,36	1,16	1,11	0,32	0,29
Beneficio (h)	2	0,09	0,3	0,07	0,1

Tabla 3.11*Mejora rendimiento en máquina multiagujas*

Componente desgastado	Agujas	Sistema de dientes de arrastre	Placa de aguja	Correa de transmisión	Prensateñas
Concepto					
Tamaño de lote (un)	25	25	25	25	25
Tiempo de operación unitario (min)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Actual					
Tiempo perdido por detección de desgaste (min)	56,5	65,5	63,5	61,5	59,5
Cantidad producida defectuosa	26	31	30	29	28
Tiempo de cambio de pieza (min)	12,14	26,85	37,46	23,49	63,62
Cantidad dejada de producir	5	11	16	10	10
Mejorado					
Cantidad producida buena	30	29	27	28	28
Nuevo tiempo de cambio (min)	8,98	24,26	32,95	19,24	17,33
Cantidad dejada de producir	3	10	14	8	7
Frecuencia	38	2	4	1	1
Incremento en gorras buenas al año	1216	60	116	30	31

Tabla 3.12*Reducción de tiempo de cambio de repuesto de máquina ribeteadora*

Componente desgastado	Cuchilla de corte	Rodillos de transporte	Placa de presión	Cuchillas de arrastre	Correa de transmisión
Concepto					
Intervalo de desgaste (h)	400	700	900	1000	700
Tiempo disponible (h)	2320,8	2320,8	2320,8	2320,8	2320,8
Frecuencia	5	3	2	2	3
Tiempo ideal operador (min)	12,14	31,22	17,35	30,48	27,81
Tiempo actual operador (min)	20,46	35,53	21,31	34,92	31,86
Tiempo mejorado operador (min)	16,58	33,15	19,08	31,89	28,98
Tiempo anual actual (h)	1,71	1,78	0,71	1,16	1,59
Tiempo mejorado anual (h)	1,38	1,66	0,64	1,06	1,45
Beneficio (h)	0,33	0,12	0,07	0,1	0,14

Tabla 3.13*Mejora rendimiento en máquina ribeteadora*

Componente desgastado	Cuchilla de corte	Rodillos de transporte	Placa de presión	Cuchillas de arrastre	Correa de transmisión
Concepto					
Tamaño de lote (un)	25	25	25	25	25
Tiempo de operación unitario (min)	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31
Actual					
Tiempo perdido por detección de desgaste (min)	64,75	67,25	62,75	74,5	71,75
Cantidad producida defectuosa	28	29	27	32	31
Tiempo de cambio de pieza (min)	20,46	35,53	21,31	34,92	31,86
Cantidad dejada de producir	9	15	9	15	14
Mejorado					
Cantidad producida buena	28	29	27	32	31
Nuevo tiempo de cambio (min)	16,58	33,15	19,08	31,89	28,98
Cantidad dejada de producir	7	14	8	14	12
Frecuencia	5	3	2	2	3
Incremento en gorras buenas al año	150	90	56	66	99

Tabla 3.14*Reducción de tiempo de cambio de repuesto de máquina remachadora*

Componente desgastado	Mordazas	Vástago	Matriz de colocación	Pernos de remachadora	Palanca o manija
Concepto					
Intervalo de desgaste (h)	750	1000	1500	2000	1500
Tiempo disponible (h)	2320,5	2320,5	2320,5	2320,5	2320,5
Frecuencia	3	2	1	1	1
Tiempo ideal operador (min)	5,24	7,43	9,53	5,92	8,24
Tiempo actual operador (min)	11,05	12,72	15,08	10,81	14,21
Tiempo mejorado operador (min)	7,07	8,94	10,4	6,8	9,4
Tiempo anual actual (h)	0,55	0,42	0,25	0,18	0,24
Tiempo mejorado anual (h)	0,35	0,3	0,17	0,11	0,16
Beneficio (h)	11	4	2	2	2

Se detalla que cada cierto tiempo ocurre un tipo de desgaste de la remachadora Sandy y con el tiempo disponible anual se puede saber la frecuencia o cuantas veces se ha producido el tipo de desgaste al año.

Tabla 3.15

Mejora rendimiento en máquina remachadora

Componente desgastado	Concepto				
	Mordazas	Vástago	Matriz de colocación	Pernos de remachadora	Palanca o manija
Tamaño de lote (un)	50	50	50	50	50
Tiempo de operación unitario (min)	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84
Actual					
Tiempo perdido por detección de desgaste (min)	106	105	109	111	104
Cantidad producida defectuosa	57	57	59	60	56
Tiempo de cambio de pieza (min)	11,05	12,72	15,08	10,81	14,21
Cantidad dejada de producir	4	5	6	4	6
Mejorado					
Cantidad producida buena	57	57	59	60	56
Nuevo tiempo de cambio (min)	7,07	8,94	10,4	6,8	9,4
Cantidad dejada de producir	3	3	4	2	4
Frecuencia	3	2	1	1	1
Incremento en gorras buenas al año	174	118	61	62	58

Se detalla que cada cierto tiempo ocurre un tipo de desgaste de la máquina y con el tiempo disponible anual se puede saber la frecuencia o cuantas veces se ha producido el tipo de desgaste al año.

Además, se investigó el tiempo ideal en que un operador realiza el cambio de pieza de la máquina. En una prueba piloto se midió el tiempo al operador en cuanto tiempo realiza cambiar la pieza y se realizó otro implementando la mejora aplicando “los pasos” que fueron enseñados al operador por parte del técnico experimentado.

Por último, se calculó el beneficio en horas que es cuanto se ahorraría al año el operador en cambiar el método de trabajo en el cambio de piezas de la máquina para detectar si hay tipos de desgaste ocurrido por la máquina. El sucesor del operador el revisa el lote entregado por parte de su antecesor y si observa una gran cantidad de productos defectuosos, avisa inmediatamente a su predecesor que su máquina presenta problemas.

El objetivo de la implementación es detectar anticipadamente el desgaste y así evitar la cantidad de productos defectuosos

Además de la diferencia del tiempo que se demora en cambiar la pieza de la maquina ocurrida por el desgaste, ese tiempo ahorrado originara en un aumento de la producción.

La finalidad del cuadro es explicar de cuantos productos buenos se ha aumentado con la mejora, que es la suma de la diferencia de tiempo en cambiar la pieza y la eliminación del tiempo ocurrido del desgaste.

Se puede observar que se pudo incrementar en la máquina de visera 60 gorras, 152 en la máquina de tapeteo, 52 en la máquina de unión y 21 en la máquina de botonado. En total se incrementó contando todas las maquinas

Tabla 3.16

Mejora calidad en área de producción

Zona	Productos buenos			Productos malos			Índice de calidad por máquina			Calidad
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	
Corte	149 824			2 524			98,32%			98,32%
Plancha	134 227			2 877			97,86%			97,86%
Visera	36 880	36 545	37 169	3 650	3856	3770	90,99%	90,46%	90,79%	90,75%
Tapeteo	44 283	43 516		3 901	3972		91,90%	91,64%		91,77%
Unión	26 972	26 812	27 081	2 563	2703	2757	91,32%	90,84%	90,76%	90,97%
Abotonado	40 060	40 816		1 966	1934		95,32%	95,48%		95,4%
Acabado	38 536	39 198		1 009	1056		97,38%	97,31%		97,34%
Bordado	24 997	24 823	24 912	337	325	330	98,67%	98,71%	98,69%	98,69%

Índice de calidad mejorado: 95,14%

En el área de visera se redujo los productos defectuosos por el mantenimiento autónomo y preventivo. Se logró convertir a productos buenos en los siguientes: 1 068 viseras en la zona de visera, 1 374 copas en tapeteo, 541 gorras pre abotonadas en unión, 287 gorras botonadas en botonado y 1068 gorras en acabado.

Para aumentar el índice de rendimiento en las áreas seleccionadas se requiere aumentar las horas no productivas o perdidas por el desgaste producido. Se ha detectado en cada una de las maquinas 5 desgastes que son más recurrentes a lo largo de los años operativos de estos. Se aplicó guiándose del cronograma de reportes de mantenimiento sobre fallas el intervalo preciso para poder anticiparse al desgaste y así poder prevenirlo y poder ahorrar el tiempo perdido por el desgaste y evitar productos defectuosos.

Tabla 3.17

Mejora rendimiento en área de producción

Zona	Producción teórica	Producción real			Índice de rendimiento			Rendimiento
		M1	M2	M3	M1	M2	M3	
Corte	162 773	152 348			93,6%			93,6%
Plancha	144 742	137 104			94,72%			94,72%
Visera	62 732	40 590	40 461	40 999	64,7%	64,5%	65,4%	64,85%
Tapeteo	72 908	48 336	47 640		66,3%	65,3%		65,82%
Unión	61 616	29 577	29 557	29 880	48%	48%	48,5%	48,17%
Abotonado	78 204	42 047	42 771		53,8%	54,7%		54,2%
Acabado	71 391	39 605	40 314		55,5%	56,5%		55,97%
Bordado	27 898	25 314	25 148	25 242	90,7%	90,1%	90,5%	90,45%

Se produjo un incremento en la producción en el área de visera 60 gorras, tapeteo 152 gorras, unión 42 gorras, botonado 21 gorras y 60 gorras acabado.

Índice de rendimiento mejorado: 67,11%

Tabla 3.18

Indicador OEE mejorado por zona

Indicadores	ID	IR	IC	OEE
	90,08%	67,11%	95,14%	57,51%

Nota. Se usó “ID” para índice de disponibilidad, “IR” para índice de rendimiento, “IC” para índice de calidad y “OEE” para indicador OEE.

3.4 Aplicación de normas y estándares de ingeniería finales requeridos para el diseño

Las normas y estándares internacionales promueven buenas prácticas que garanticen seguridad y eficiencia en la gestión de los procesos, optimizando costos y minimizando riesgos.

Por tanto, para un diseño del plan de mantenimiento se consideran y se aplican:

- *ISO 55000 - Gestión de activos*: proporciona directrices sobre cómo establecer, implementar y mantener un sistema de gestión de activos eficiente, lo cual es crucial para asegurar el rendimiento y la longevidad de los activos materiales. Se aplicaría mediante la identificación de las máquinas críticas (cuyas fallas impactarían más en la producción), la programación del mantenimiento preventivo que minimice fallas, la documentación de procedimientos estándar de mantenimiento autónomo, el monitorio de los indicadores clave de desempeño (KPIs), y la capacitación continua del personal.
- *ISO 14224 - Recolección y análisis de datos de fiabilidad y mantenimiento*: proporciona directrices para recolectar y analizar datos relacionados con la fiabilidad y el mantenimiento de equipos. Se aplicaría estableciendo el método de recopilación y análisis de datos de confiabilidad de las máquinas, es decir, la identificación de fallas, el registro detallado de los incidentes y el análisis de las causas raíz de las fallas. Se estandarizaría un registro para recopilar datos históricos sobre el rendimiento de los activos, lo que permitiría optimizar los programas de mantenimiento preventivo constantemente.
- *ISO 9001 - Gestión de la calidad*: define requisitos para un sistema de gestión de calidad que incluyendo un mantenimiento orientado a la mejora continua. Se aplicaría la creación de procedimientos documentados para el mantenimiento preventivo y autónomo, la formación del personal en prácticas de mantenimiento de calidad, y la implementación de auditorías internas para asegurar que se cumplan los estándares. También se enfatizaría la retroalimentación constante y la mejora continua.

- *ISO 45001 - Sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo*: define un estándar para ambientes seguros. Se aplicaría para considerar todas las medidas de seguridad y salud ocupacional durante las actividades de mantenimiento, considerando los riesgos en cada tarea de mantenimiento, la capacitación continua del personal en seguridad laboral, y el uso de equipos de protección personal (EPP) adecuados.
- *Ley N° 29783 - Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo*: establece un marco normativo para garantizar condiciones laborales seguras y saludables, protegiendo la integridad de los trabajadores. Exige la identificación y gestión de riesgos en el lugar de trabajo, la implementación de medidas preventivas, y la formación de los empleados en temas de seguridad. Se aplicaría en conjunto con la ISO 45001, estableciendo procedimientos de tareas de mantenimiento seguras, en el uso adecuado de equipos de protección personal (EPP), y en la capacitación continua del personal de mantenimiento en prácticas de seguridad para minimizar accidentes laborales.
- *Manuales de máquinas de fabricantes*: sirven de importante referencia técnica para realizar tareas de mantenimiento que se encuentren acorde a las especificaciones técnicas de cada máquina, a la vez que su efectividad sea garantizada por dicho proveedor, y así evitar realizar tareas de mantenimiento genéricas que pongan en riesgo el futuro funcionamiento de las máquinas.

3.5 Resultados esperados (dashboard de indicadores) e impactos esperados

A continuación, se presenta un resumen de los indicadores actuales y mejorados:

Tabla 3.19*Dashboard de indicadores*

INDICADOR	AS IS		TO BE	
	Estado actual	Acción propuesta	Estado deseado	Impacto
OEE (<i>Overall Equipment Effectiveness</i>)	56,02%	Incrementar índices de rendimiento y calidad	84,65%	+28,63%
Índice de rendimiento	66,38%	Reducir tiempo de paradas menores con mantenimiento preventivo	95%	+28,62%
Índice de calidad	93,68%	Reducir defectuosos con mantenimiento autónomo	99%	+5,32%
Costo de producción unitario	S/ 3,84	Incrementar producción	S/ 3,67	-S/. 0,17
Costo de mantenimiento unitario	S/ 0,09	Implementar plan de mantenimiento	S/ 0,07	-S/. 0.02
% Tiempo de cambio de desgaste/Tiempo de operación	1,56%	Implementar mantenimiento preventivo	1,31%	-0,25%
Número de clientes fidelizados / Número de clientes anuales	90%	Incrementar índices de rendimiento y calidad	100%	+10%
Número de operarios que renuncian / Número de operarios anuales	13,33%	Incrementar índices de rendimiento y calidad	0%	-13,33%

Luego de la implementación de la propuesta de mejora se pudo observar un incremento a diferencia del estado actual. Se detallará lo siguientes:

- El índice de rendimiento que estaba del 66,38%, se detectó los rendimientos de las áreas más bajas. se propuso eliminar los tiempos ocurridos por el desgaste y aplicar métodos o pasos para poder disminuir el tiempo de cambio de pieza de la máquina. Con esto se pudo incrementar el rendimiento a 66,38% aumentando el rendimiento en 0,73%.
- El índice de calidad que estaba en 93,68%, se detectó que los tiempos ocurridos por la falta de detección del desgaste en las maquinas provoco un aumento en productos defectuosos. Se propuso por medio de los cronogramas anteriores de mantenimiento en los desgastes los días aproximado para poder cambiar la pieza del desgaste y así aumentar la cantidad de productos buenos. Se detectó en 3 áreas que tenían mayor cantidad de productos defectuosos y se propuso implementarlos allí. Luego de la implementación se incrementó en 1,46% llegando a 95,14%.
- El índice de OEE que estaba en 56,02%, se logró incrementar a 57,51% lo que significa que puede 66 gorras por cada 100 que desea producir.

- El costo de producción significa cuanto le cuesta producir por cada gorro, se suma los 3 costos que son materias primas, mano obra y cif dividido entre la producción, se obtuvo un costo de producción de 3,67.
- El costo de mantenimiento unitario significa en promedio cuanto le cuesta a la empresa el mantenimiento de una máquina. El antiguo técnico cobraba 30 soles la hora y la cantidad de horas de mantenimiento en el 2023 fue 231,4 y la producción fue 75 240 gorras. Se obtiene multiplicando el costo por hora y la cantidad de horas de mantenimiento dividido la producción generando 0,09 soles.
- El tiempo de cambio de desgaste significa cuanto tiempo le ha costado el personal en cambiar la pieza desgastada de la máquina. El tiempo de cambio de pieza en el anterior fue 37,14 horas y se obtuvo luego de la implementación 31,21 horas. Para calcular el valor se tiene que dividir el tiempo de cambio de desgaste y el tiempo disponible. Se obtuvo que el 1,56% se dedicaba al tiempo de desgaste y estuvo alejado con el tiempo ideal que es 1,31%

Se puede apreciar cómo se proyectan incrementos en los índices de rendimiento y calidad del indicador principal OEE, debido a que también se disminuirían los tiempos de desgaste y reprocesamiento, así como el costo de producción por gorra y el costo de mantenimiento por máquina.

3.6 Presupuesto de implementación de la mejora

Para reducir el tiempo de desgaste se necesita que el operador cuente con las herramientas y suministros adecuados para poder realizar rápidamente el cambio de repuestos como se detalla a continuación:

Tabla 3.20*Presupuesto de suministros para mantenimiento*

Zona / Máquina	Suministro	C. Unitario	Cantidad	C. Total
Visera / Máquina de coser recta	Agujas de repuesto 10 un	23,00	8,00	184,00
	Aceite 4L	45,00	3,00	135,00
	Placa de aguja de repuesto	29,00	12,00	348,00
	Tornillos de repuesto	3,00	38,00	114,00
	Dientes de arrastre de repuesto	60,00	12,00	720,00
	Bobina de repuesto	40,00	6,00	240,00
	Casete de repuesto	26,00	6,00	156,00
	Correa de transmisión de repuesto	2,00	6,00	12,00
	Tensores de correa	19,00	6,00	114,00
Tapeteo / Máquina multiaguja	Agujas de repuesto 10 un	23,00	6,00	138,00
	Aceite 4L	45,00	2,00	90,00
	Dientes de arrastre nuevo	20,00	2,00	40,00
	Tornillos de repuesto	3,00	33,00	99,00
	Placa de aguja nueva	64,00	8,00	512,00
	Correa de transmisión nueva	3,60	4,00	14,40
	Prénsatelas	169,00	2,00	338,00
	Cuchilla de corte nueva	21,88	18,00	393,75
Unión / Ribeteadora	Aceite 4L	45,00	3,00	135,00
	Tornillos de repuesto	3,00	15,00	45,00
	Rodillos de transporte nuevos	70,00	9,00	630,00
	Placa de presión nueva	40,00	6,00	240,00
	Cuchillas de arrastre nuevas	60,00	6,00	360,00
	Correa de transmisión nueva	5,00	6,00	30,00
	Abotonado / Remachadora	Vástago	10	4
Aceite		45	1	180
Matriz		25	2	50
Pernos de repuesto		5	2	10
Palanca		30	2	60
Mordazas		25	2	50
Total				S/ 5478,15

Es así que el costo total de los suministros para mantenimiento asciende a S/ 5088,15 al año para todas las máquinas a intervenir.

Por otro lado, para la implementación en el índice de rendimiento el técnico encargado capacitará en los pasos a un operador por máquina para poder optimizar el cambio de suministro como se detalla a continuación:

Tabla 3.21

Costo hora técnico máquina recta

Tipo de desgaste	Tiempo anual mejorado (horas)
Desgaste de la aguja	4
Desgaste de la placa de aguja	1,21
Desgaste de los dientes de arrastre	0,99
Desgaste de la bobina y el casete	0,57
Desgaste de la correa de transmisión	0,54
Total	7,31

Tabla 3.22

Costo hora técnico máquina multiagujas

Tipo de desgaste	Tiempo anual mejorado (horas)
Desgaste de las agujas	5,69
Desgaste del sistema de dientes de arrastre	0,81
Desgaste de la placa de aguja	2,2
Desgaste de la correa de transmisión	0,32
Desgaste de la prensatelas	0,29
Total	9,31

Tabla 3.23

Costo hora técnico máquina ribeteadora Sunstar

Tipo de desgaste	Tiempo anual mejorado (horas)
Desgaste de la cuchilla de corte	1,38
Desgaste de los rodillos de transporte	1,66
Desgaste de la placa de presión	0,64
Desgaste de las cuchillas de arrastre	1,06
Desgaste de la correa de transmisión	1,45
Total	6,19

Tabla 3.24

Costo hora técnico máquina remachadora Sandy

Tipo de desgaste	Tiempo anual mejorado (horas)
Desgaste de las mordazas	0,35
Desgaste del vástago de la remachadora	0,3
Desgaste de la matriz de colocación	0,17
Desgaste de los pernos de la remachadora	0,11
Desgaste de la palanca o manija	0,16
Total	1,09

Es así que la cantidad de horas de apoyo suman 31,21 horas y el costo por hora del técnico es 20 soles, por tanto, el costo total sería S/ 624,20 soles. Por tanto, el costo total para la propuesta de mejora sería de S/ 6 102,40 anuales tomando en cuenta materiales y mano de obra.

3.7 Cronograma de implementación de la propuesta de mejora

Se realizó un cronograma para que los operadores pudieran anotar con una “X” los días que ha realizado el cambio de suministros para obtener un registro.

Tabla 3.25

Programa de mantenimiento

Zona / Máquina	Componente desgastado	Fecha de inicio	Frecuencia	N° Mes del año												
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Visera / Máquina de coser recta	Aguja	15/01/2025	Q	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Placa de aguja	7/03/2025	T			X			X			X				X
	Dientes de arrastre	13/03/2025	T			X			X			X				X
	Bobina y el casete	28/12/2024	S						X							X
	Correa de transmisión	30/12/2024	S						X							X
Tapeteo / Multiagujas	Agujas	14/01/2025	Q	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Sistema de dientes de arrastre	29/12/2024	A													X
	Placa de aguja	9/03/2025	T			X			X			X				X
	Correa de transmisión	25/12/2024	A													X
	Prensateles	27/12/2024	A													X
Unión / Ribeteadora	Cuchilla de corte	4/02/2025	B		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Rodillos de transporte	8/04/2025	C				X				X					X
	Placa de presión	12/06/2025	S						X							X
	Cuchillas de arrastre	13/06/2025	S						X							X
	Correa de transmisión	13/06/2025	S						X							X
Abotonado / Remachadora	Mordazas	28/06/2025	S						X							X
	Vástago	11/06/2025	S						X							X
	Matriz de colocación	23/12/2024	A													X
	Pernos	20/12/2024	A													X
	Palanca o manija	27/12/2024	A													X

Nota. Se usó “Q” para quincenal, “T” para trimestral, “S” para semestral, “A” para anual, “B” para bimestral y “C” para cuatrimestral.

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción del método de validación

Se optó por utilizar el Arena Software para simular dos modelos: uno que represente el proceso de producción en la situación actual y otro que proyecte el proceso con la propuesta de mejora aplicada. En los siguientes cuadros, se presenta una breve introducción acerca de esta reconocida herramienta informática:

Para el primer modelo, la estructura programada se basó en la descripción del proceso de elaboración de gorras publicitarias detallada en el capítulo 2, el cual a su vez fue redactado según lo observado en campo, la toma de tiempos realizada y lo corroborado con el personal tanto administrativo como operativo de la empresa.

Para el segundo modelo, se hicieron modificaciones según los tiempos obtenidos en una prueba piloto de implementación de trabajo estandarizado en dos zonas de trabajo del área de producción. Primero, se redujeron los tiempos de operación y los porcentajes de defectuosos debido a que el nuevo método de trabajo se encontraría mejor diseñado y controlado. Segundo, se incrementó el tiempo disponible para producción, puesto que las máquinas estarían en funcionamiento por mayor tiempo.

Para ambos modelos, se realiza una simulación con 30 réplicas para obtener resultados confiables. Se realizó la simulación detallando todas las zonas de trabajo, máquinas y la secuencia en las operaciones de la empresa. En ambos modelos tienen una igualdad en su estructura debido que no se añade ningún tipo de operación, máquina u operador ni hubo cambio en la secuencia de las operaciones, pero se ha modificado el tiempo de cambio de pieza de cada máquina y eliminado el tiempo de detección del desgaste.

A continuación, se muestra la estructura del modelo global que se programó para validar la viabilidad de la propuesta de mejora:

Figura 4.1

Estructura del modelo de simulación en Arena Software del proceso productivo actual

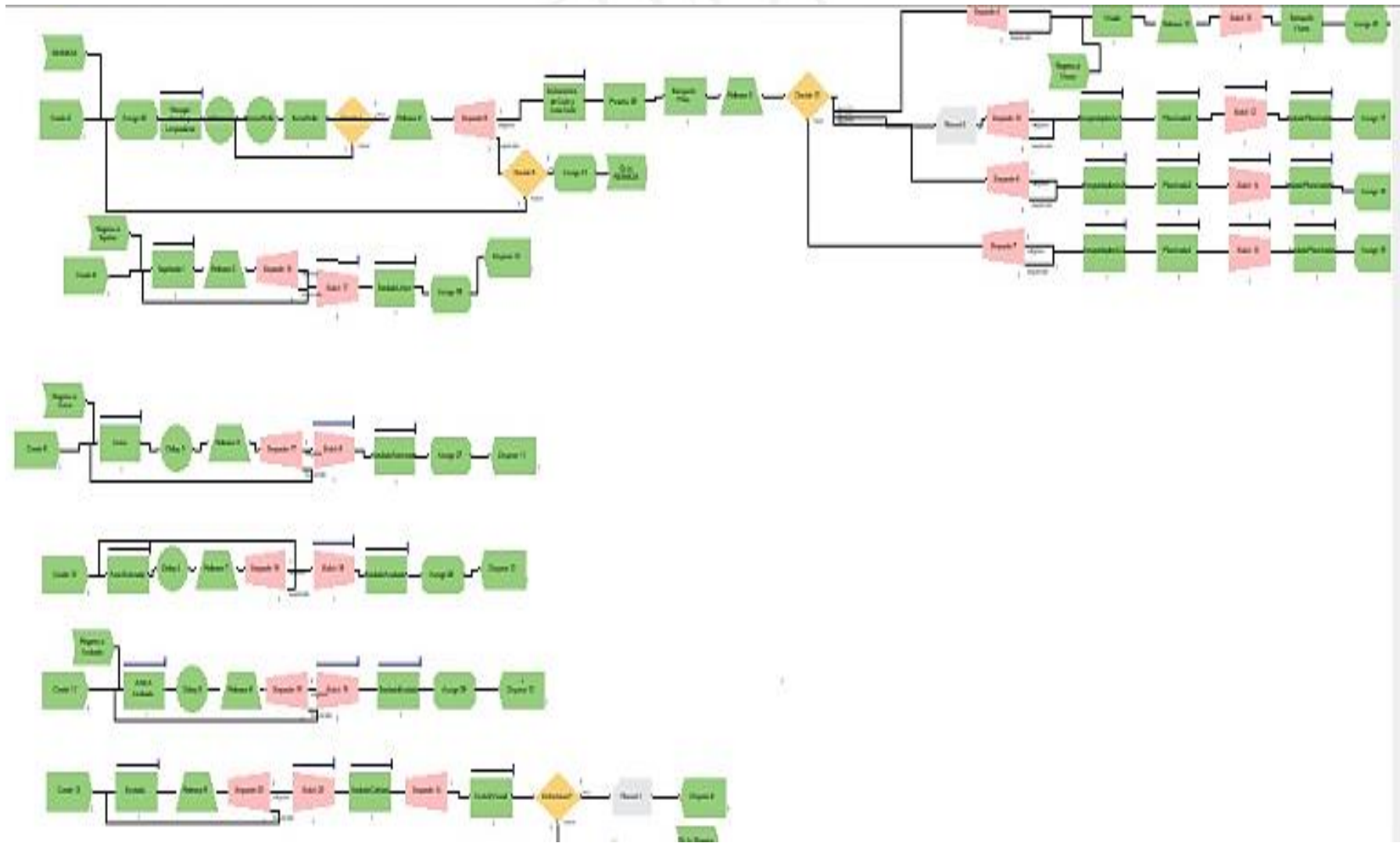
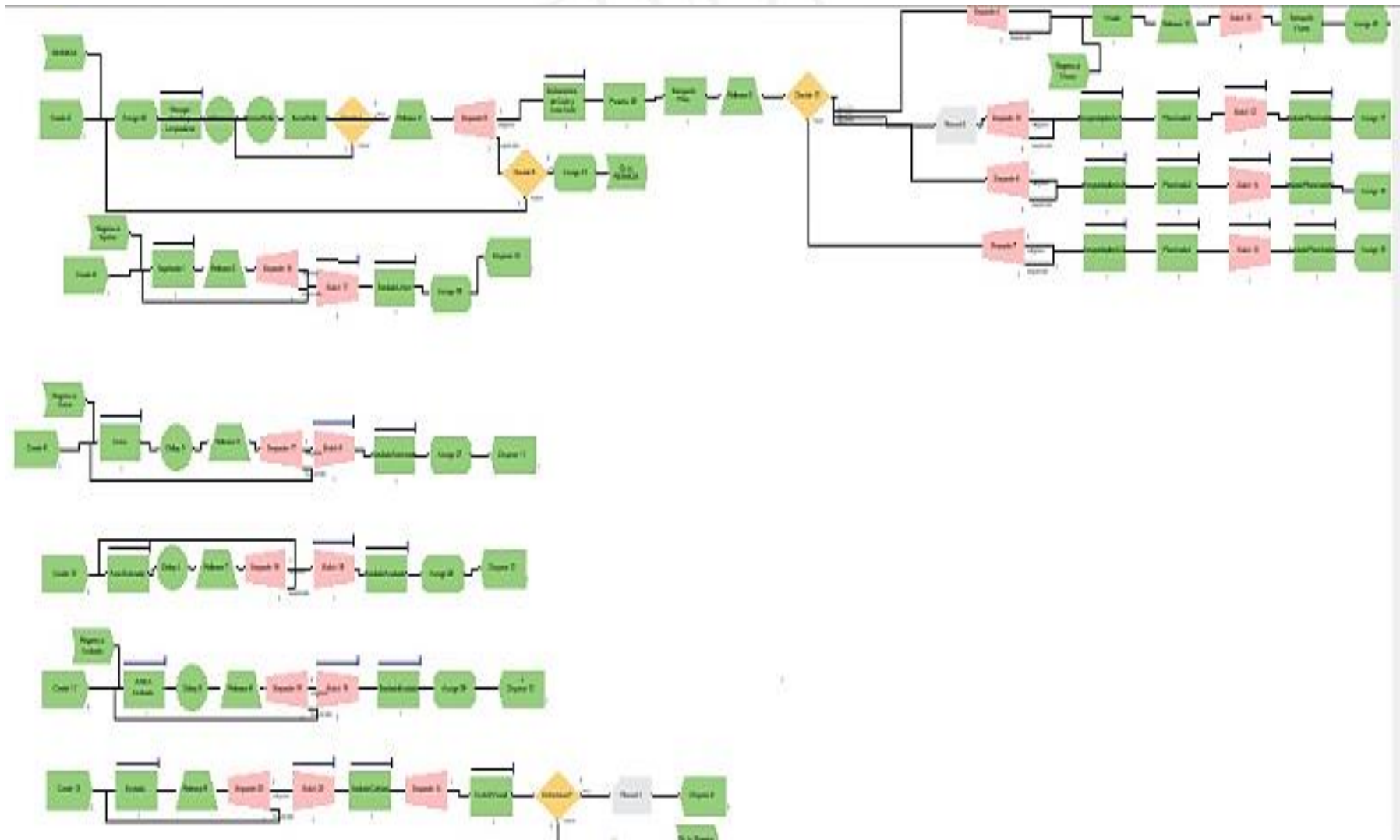


Figura 4.2

Estructura del modelo de simulación en Arena Software del proceso productivo propuesto



4.2 Validación funcional y discusión de resultados

Según los modelos de las situaciones actual y mejorada, se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 4.3

Resultados del modelo en la situación actual en Arena Software

ARENA Simulation Results DUIS - License: 2957005962					
Output Summary for 30 Replications					
Project: Unnamed Project			Run execution date : 2/11/2024		
Analyst: Katyuska Hinostroza			Model revision date: 2/11/2024		
OUTPUTS					
Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
TomarRollo Number Out	7126.1	10.5042	7078.0	7184.0	30
Recoger escoba y LimpiarZona Accum Wait Ti	981.32	.08227	980.79	981.86	30
ControlVisual Accum VA Time	78.036	8.0618E-5	78.036	78.036	30
TrasladoAcabado Accum Wait Time	.00000	.00000	.00000	.00000	30
Planchado4 Number In	8.6071E+5	.00000	8.6071E+5	8.6071E+5	30
Planchado3 Number In	8.0352E+5	215.330	8.0331E+5	8.0520E+5	30
Planchado2 Number In	8.6431E+5	192.219	8.6243E+5	8.6448E+5	30
Visado Accum Wait Time	1.9474E+7	2555.917	1.9464E+7	1.9503E+7	30
Transporte Visera Accum Wait Time	294323.	134.336	292740.	294737.	30
TrasladoBordado Number In	851.00	.00000	851.00	851.00	30
TrasladoAbotonado Accum VA Time	1.13544	9.32E-4	1.13462	1.14280	30
Transporte Visera Number Out	3571.48	0.27890	3567.56	3571.65	30
Transporte Visera Number In	9475.0	0.55776	9475.0	9483.0	30
Planchado4 Accum VA Time	159.386	3.31E-4	159.386	159.386	30
Planchado3 Accum VA Time	148.761	9.81E-4	148.761	148.774	30
Planchado2 Accum VA Time	159.873	0.04288	159.710	160.082	30
TrasladoPlanchadas2 Accum Wait Time	3.05857	6.41E-4	3.05857	3.05857	30
Busquedaplastic2 Accum Wait Time	.00000	.00000	.00000	.00000	30
Busquedaplastic3 Accum VA Time	2390.80	3.53E-3	2390.80	2390.80	30
TrasladoBordado Accum VA Time	23.6379	1.38E-5	23.6379	23.6379	30
Busquedaplastic1 Number Out	8.64E+5	192.219	8.62E+5	8.64E+5	30
ControlVisual Number Out	84279.	.00000	84279.	84279.	30
TomarRollo Number In	7126.1	10.5042	7078.0	7184.0	30
AREA Acabado Number Out	85098.	.00000	85098.	85098.	30
TrasladoPlanchadas Accum VA Time	133.21	0.03694	133.067	133.403	30
Tapeteado1 Number In	247123.	23.5725	247021	247356	30
Busquedaplastic1 Number In	8.64E+5	192.219	8.62E+5	8.64E+5	30
Process 59 Number In	6959.6	0.77508	6955.0	6963.0	30
ControlVisual Number In	84279.	.00000	84279.	84279.	30
AREA Acabado Number In	84160.	56.471	88878.	89410.	30
Planchado4 Number Out	8.61E+5	.00000	8.61E+5	8.61E+5	30
TrasladoBordado Number Out	851.00	.00000	851.00	851.00	30
TrasladoPlanchadas Accum Wait Time	3.33031	9.23E-4	3.32679	3.33513	30
Process 59 Accum VA Time	.00000	.00000	.00000	.00000	30
Instrumentos de Corte y Area Corte Number	6959.6	.77508	6955.0	6963.0	30
Instrumentos de Corte y Area Corte Number	6963.0	.69481	6959.0	6967.0	30
Output 1	74973.	80.677	74504.	75046.	30

Simulation run time: 29.57 minutes.
Simulation run complete.

Figura 4.4

Resultados del modelo en la situación propuesta en Arena Software

ARENA Simulation Results					
DUIS - License: 2957005962					
Output Summary for 30 Replications					
Project: Unnamed Project			Run execution date : 2/11/2024		
Analyst: Katyuska Hinoestroza			Model revision date: 2/11/2024		
OUTPUTS					
Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
TomarRollo Number Out	7290.6	10.7467	7241.0	7350.0	30
Recoger escoba y LimpiarZona Accum Wait Ti	1003.98	0.08417	1003.43	1004.52	30
ControlVisual Accum VA Time	79.838	8.2479E-5	79.838	79.838	30
TrasladoAcabado Accum Wait Time	.00000	.00000	.00000	.00000	30
Planchado4 Number In	8.8058E+5	.00000	8.8058E+5	8.8058E+5	30
Planchado3 Number In	8.2207E+5	220.300	8.2186E+5	8.2378E+5	30
Planchado2 Number In	8.8427E+5	196.655	8.8234E+5	8.8443E+5	30
Visado Accum Wait Time	1.9923E+7	2614.915	1.9913E+7	1.9953E+7	30
Transporte Visera Accum Wait Time	301117.	137.437	299497.	301540.	30
TrasladoBordado Number In	871.00	.00000	871.00	871.00	30
TrasladoAbotonado Accum VA Time	1.16165	9.5371E-4	1.16081	1.16918	30
Transporte Visera Number Out	3653.92	0.28534	3649.91	3654.09	30
Transporte Visera Number In	9694.0	0.57063	9694.0	9702.0	30
Planchado4 Accum VA Time	163.065	3.3882E-4	163.065	163.065	30
Planchado3 Accum VA Time	152.195	1.0035E-3	152.195	152.208	30
Planchado2 Accum VA Time	163.563	0.04387	163.396	163.777	30
TrasladoPlanchadas2 Accum Wait Time	3.12917	6.5594E-4	3.12917	3.12917	30
Busquedaplastic2 Accum Wait Time	.00000	.00000	.00000	.00000	30
Busquedaplastic3 Accum VA Time	2445.98	.00000	2445.98	2445.98	30
TrasladoBordado Accum VA Time	24.1836	1.4117E-5	24.1836	24.1836	30
Busquedaplastic1 Number Out	8.8427E+5	196.655	8.8234E+5	8.8443E+5	30
ControlVisual Number Out	86225.	.00000	86225.	86225.	30
TomarRollo Number In	7290.6	10.7467	7241.2	7350.0	30
AREA Acabado Number Out	87062.	.00000	87062.	87062.	30
TrasladoPlanchadas Accum VA Time	136.29	.03780	136.139	136.482	30
Tapeteado1 Number In	252827.	24.1166	252722.	253066.	30
Busquedaplastic1 Number In	8.8427E+5	196.655	8.8234E+5	8.8443E+5	30
Process 59 Number In	7120.2	.79298	7116.0	7124.0	30
ControlVisual Number In	86225.	.00000	86225.	86225.	30
AREA Acabado Number In	91218.	57.775	90930.	91474.	30
Planchado4 Number Out	8.8058E+5	.00000	8.8058E+5	8.8058E+5	30
TrasladoBordado Number Out	871.00	.00000	871.00	871.00	30
TrasladoPlanchadas Accum Wait Time	3.40718	9.4462E-4	3.40358	3.41212	30
Process 59 Accum VA Time	.00000	.00000	.00000	.00000	30
Instrumentos de Corte y Area Corte Number	7120.2	0.79298	7115.6	7124.0	30
Instrumentos de Corte y Area Corte Number	7124.0	0.71085	7119.8	7128.2	30
Output 1	77102.	82.846	76705.	77467.	30

Simulation run time: 32.57 minutes.
Simulation run complete.

Según lo analizado en el primer modelo, la producción actual es de 74 973 +- 80.677, lo que significa que la producción según las 30 réplicas realizadas en la simulación es de (74 893-75 053) gorras y se puede observar en la última hoja del reporte obtenido de la simulación el dato “output 1”, que indica la producción estimada de la

empresa. Mientras tanto, según lo analizado de igual manera para el segundo modelo, la producción mejorada es de 77 102 +82,846, lo que significa que la producción según las 30 réplicas realizadas en la simulación es de (77 020-77 184) gorras.

4.3 Validación económica y discusión de resultados

Para hallar el costo unitario se necesitan 03 valores: costo de materia prima, costo de mano de obra y costo indirecto de fabricación.

Para el costo de materia prima, se requiere comprar la tela taslán que sirve para elaborar las gorras, se adquiere por su dureza y resistencia, para ello se necesita la compra de rollo. Cabe recalcar que en la muestra del Software Arena se consideró que 12 metros equivalía a 01 rollo de tela. Con el rollo se podía realizar cualquier tipo de molde que son: molde visera, molde lateral, molde posterior y molde frontal. Para realizar una gorra se necesita 2 moldes visera, 2 molde lateral, 2 molde posterior y 1 frontal. Y por cada rollo de 12 metros se pueden obtener: 720 moldes visera, 924 molde posterior, 990 molde lateral, 990 molde frontal.

Para realizar el costo de venta se tomará como base la compra de 1 rollo de 100 metros. Para la elaboración de las 75240 gorras se tenía que usar 26 rollos para molde visera, 20 rollos para molde posterior, 10 rollos para molde frontal y 19 rollos para molde lateral en total necesitando 75 rollos. Cada metro de rollo cuesta 6 soles y puede entrar como máximo 7.5 gorras

Además, se adquiere botones en esencial en el área de botonado por lo que la empresa lo compra por millares a 30 soles costándolo en total S/ 2257. La empresa adquiere etiquetas que va dependiendo del cliente, lo compra por millar a 35 soles costándolo en total S/ 2633. Por último, la empresa adquiere banda de sudor para el área de Unión, lo compra por millar a 100 soles costándole en total S/ 7524. En total, el costo de materias primas sería S/ 57 414,60.

Para el costo de mano de obra, la empresa posee 17 operadores que trabajan con las máquinas que posee la empresa y posee un supervisor que supervisa el trabajo y orden en los operadores. El sueldo de cada operador es de 1 025 soles, el sueldo mínimo del año 2024, y el sueldo del supervisor es de 1 100 soles. En total del costo de mano de obra sería S/222 300

Por último, el costo del CIF está representado por el alquiler del local ubicado en la urbanización de gamarra en La Victoria. Las maquinas que posee la empresa fue adquirido en la fundación de la empresa que es en el año 2015 por lo que la depreciación sería 0.

Además, la empresa en el año 2023 compro los locales ubicados en el piso 17 de la galería San Cristóbal. La luz según un recibo de la empresa sería S/ 200 mensuales o S/ 2400 soles anuales. Por último, la empresa realiza pagos de seguridad y mantenimiento de la galería por S/ 1 440 anuales. Teniendo como CIF igual a S/3 840

Con esos datos se puede hallar el costo de venta que sería 283 555. dividiéndolo con la producción anual de gorras se puede obtener el costo unitario de producción que es 3,77 soles por gorra

La empresa al tener suficiente capital para poder invertir no necesitara una financiación externa del banco así que se eligió el COK, que se define como la tasa de rendimiento de los inversionistas ya sea de la misma empresa o empresas externas y bancos al invertir en un proyecto. Para calcularlo se necesita el riesgo país, el riesgo de mercado y la beta des apalancado (ambos que se pueden encontrar en Damodaran), y el riesgo país que se puede encontrar en los bonos soberanos del Perú.

$$COK_{acc} = R_f + B (R_m - R_f) + \Delta RP$$

Donde:

R_f: rendimiento libre de riesgo

B: beta del sector

R_m: rendimiento del mercado

ΔRP: prima de riesgo país

Tabla 4.1

Obtención del Beta del sector

Industry Name	Number of firms	Beta	D/E Ratio	Effective Tax rate	Unlevered beta	Cash/Firm value	Unlevered beta corrected for cash
Apparel	37	0,99	45,89%	8,08%	0,74	10,86%	0,83

Nota. Obtenido de Aswatd Damodaran, 2025 (<https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>)

Tabla 4.2

Obtención de la Prima Riesgo País

Ene-24	170	
Feb-24	160	
Mar-24	153	
Abr-24	154	
May-24	156	
Jun-24	161	
Jul-24	159	
Ago-24	170	
Sep24	163	
Oct-24	154	
Nov-24	155	
Dic-24	154	
Ene-25	157	1,57%

Nota. Obtenido de EMBIG – Perú, 2025.

Por tanto, se procede a calcular el COK con los siguientes datos obtenidos:

- $R_f = 0.57\%$
- $R_m = 14,11\%$
- $Beta = 0,83$
- $Riesgo\ país = 1,57\%$
- $COK = 13,381\%$

Según el procedimiento de la fórmula, el COK obtenido es 13,381%, lo cual más adelante nos servirá para determinar la rentabilidad del proyecto de mejora.

Asimismo, según los reportes de la empresa, se pudo comprobar que cada año la empresa posee un incremento de ventas del 4,72% anual y, según los datos que nos brindó la empresa, el precio de venta unitario es 5,50 soles.

Tabla 4.3*Tendencia de crecimiento anual de producción*

Año	2025	2026	2027	2028	2029
Produccion mejorada	77 102	80 741	84 552	88 543	92 722
Produccion actual	74 973	78 512	82 218	86 099	90 163
Ahorro cantidad gorras	2 129	2 229	2334	2 444	2 559
Precio Venta Unitario	S/ 5,50				
Costo Venta Unitario	S/ 3,84				

Tabla 4.4*Tendencia de crecimiento anual de ventas*

Año	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Ventas incrementales		S/11 709,50	S/12 259,5	S/12 837,00	S/13 442,00	S/14 074,5
(-) Costo incremental		S/8 175,36	S/8 559,36	S/8 962,56	S/9 384,96	S/9 826,56
(=) EBIT		S/3 534,14	S/3 700,14	S/3 874,44	S/4 057,04	S/4 247,94
(-) Imp a la renta		S/1 042,57	S/1 091,54	S/1 142,96	S/1 196,83	S/1 253,14
(=) Utilidad Neta		S/2 491,57	S/2 608,60	S/2 731,48	S/2 860,21	S/2 994,80
(-) Inversión	-S/ 6 102,40					
Flujo de caja	-S/ 6 102,4	S/ 2 491,57	S/ 2 608,6	S/ 2 731,48	S/ 2 860,21	S/ 2 994,8

El VAN es un valor que calcula los flujos de cajas futuros en un proyecto descontados en una tasa específica. Su valor calculado fue S/ 3 381,4, lo cual significa que el proyecto es rentable al ser mayor a 0, y se espera que el valor adicional sea mayor al costo de la inversión. El TIR representa la tasa de rendimiento esperada del proyecto. Su valor calculado fue 38,71%, lo cual indica que el proyecto es altamente rentable al ser mayor que el COK. El periodo de recuperó indica que la mejora propuesta permite recuperar la inversión en 1 año y 5 meses.

Tabla 4.5*Periodo de recuperó*

Año	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Flujo del Período	-S/ 6 102,40	S/ 2 491,57	S/ 2 608,6	S/ 2 731,48	S/ 2 860,21	S/ 2 994,80
VP de los flujos	-S/ 6 102,40	S/ 2 197,80	S/ 2 030	S/ 1 880,13	S/ 1 746,82	S/ 1 628,80
VP Recuperado	-S/ 6 102,40	S/ 2 197,80				

Para validar económicamente los datos financieros previamente mostrados, se utilizará el método del análisis de sensibilidad, desarrollando los escenarios pesimista, moderado y optimista.

Tabla 4.6

Método del análisis de sensibilidad

Resumen del escenario				
	Escenario base:	Moderado	Pesimista	Optimista
Celdas cambiantes:				
Tasa de crecimiento anual	4,72%	3,50%	1,50%	7,00%
Precio de venta unitario	S/ 5,50	S/ 5,30	S/ 5	S/ 6,00
Costo unitario	S/ 3,84	S/ 3,90	S/ 3,70	S/ 3,50
Celdas de resultado:				
VAN	S/ 3 381,4	S/ 2500	-S/ 800	S/ 6800
TIR	38,71%	30,0%	-2%	65%

Nota. La columna de valores actuales representa los valores de las celdas cambiantes en el momento en que se creó el informe resumen de escenario. Las celdas cambiantes de cada escenario se muestran resaltadas en color gris.

En la situación actual analizada se estima 4,72% de crecimiento anual de la producción y ventas. Dado el volumen de producción se asume que las ventas y las compras se realizan al contado. el precio de venta unitario de las gorras en el mercado es de S/ 5,5 y el costo unitario de producción es de S/ 3,84. Los costos administrativos y otros se consideran irrelevantes, ya asumidos desde la operación actual, no se encuentran más ingresos ni costos incrementales salvo la depreciación de los nuevos equipos incorporados en la producción.

Esta situación actual genera un Valor Presente Neto de 3,38 mil soles para los 5 años de operación como valor añadido por encima de lo mínimo requerido para la recuperación del capital. Lo cual implica una tasa de rendimiento promedio anual de 38,71% para el presente proyecto de mejora del proceso. La recuperación del capital ocurre en 1 año y 5 meses aproximadamente.

Para el análisis de las variaciones de las variables relevantes del modelo se han considerado las 03 siguientes:

- Tasa de crecimiento anual de la producción y ventas
- Precio de venta unitario por gorro
- Costo unitario de producción

Y en función a dichas variables se determinan:

- *Escenario pesimista*: se considera que un crecimiento anual de ventas es de apenas 1,5%, el costo unitario disminuye en S/ 3,70 y el precio unitario disminuye en S/ 5 por la fuerte competencia del mercado. El resultado de dicho escenario es de un VAN negativo de 800 soles, el proyecto incluso deja de ser rentable, se pierde dinero, puesto que la TIR resulta negativa incluso en 2%.
- *Escenario moderado*: se considera un crecimiento anual de ventas de 3,5%, manteniendo el costo unitario en S/ 3,50 y ofreciendo el precio unitario en S/ 5,30. Este escenario arroja un VAN de 2,5 mil soles y una TIR de 30%; la ligera disminución en el crecimiento anual de ventas influye en la diferencia a la baja respecto a los resultados del escenario base.
- *Escenario optimista*: se considera un crecimiento anual de ventas de 7%, con un menor costo unitario en S/ 3,5 y ofreciendo un precio unitario en S/ 6,00, dada la buena aceptación por parte del mercado. El resultado de este escenario es un VAN muy favorable de 6,8 mil soles y una TIR de 65%.

CONCLUSIONES

- Se incrementó el indicador de la eficiencia OEE (Overall Equipment Effectiveness) de la empresa de 56,02% en el estado actual a 57,51% en el estado propuesto. Asimismo, la producción se incrementó de 74 973 a 77 102 gorras publicitarias aproximadamente según las estimaciones del modelo de simulación.
- Los indicadores más importantes fueron los índices de rendimiento y de calidad y el OEE. Se comprobó que los indicadores de rendimiento y calidad fueron importantes para primero identificar las zonas de trabajo críticas, y posteriormente para proponer la mejora, ya que el primer indicador refleja la diferencia del ritmo de producción actual, afectado por las paradas menores de desgaste y por velocidad reducida de máquina, con respecto a la capacidad de producción teórica, mientras que el segundo indicador muestra el porcentaje de defectuosos del total producido, y el tercer indicador interpreta cuántas gorras realmente puede producir la empresa si deseará producir 100 gorras, utilizando los recursos de materiales, mano de obra, maquinaria y tiempo de producción disponible con los que cuenta actualmente.
- Las causas raíz identificadas de paradas menores por desgaste y de defectuosos por mal mantenimiento afectan el ritmo y la calidad de producción, disminuyendo su rendimiento y calidad, que contribuyen a una baja eficiencia. Por tanto, se realizó una toma de tiempos del cambio de las piezas desgastadas de las máquinas críticas a cargo de los operarios solos, y luego se comparó con una toma de tiempos de los mismos operarios guiados por un técnico especializado. Además, se realizó un plan de mantenimiento preventivo y autónomo, en donde se evita el desgaste total de las piezas y en donde los operarios cambian las piezas según un procedimiento estandarizado, así ahorrando tiempo e incrementando la producción, a la vez que disminuyendo los defectuosos por mal mantenimiento.
- Se propuso la técnica de mantenimiento preventivo y autónomo. Lo más importante de las técnicas es que en primer lugar se pudieron eliminar el tiempo de detección del desgaste y reducir tiempo de parada por cambio de piezas, mientras que en

segundo lugar se pudo estandarizar el procedimiento de mantenimiento, todo esto permitiendo que el rendimiento mejore de 66,38% a 67,11% y la calidad mejore de 93,68% a 95,14%.

- Gracias a la implementación del mantenimiento preventivo y autónomo se pudo reducir la producción defectuosa en 1 068 viseras en la zona de visera, 1 374 copas en la zona tapeteo, 541 gorras cosidas en la zona de unión, 287 gorras abotonadas en la zona de botonado y 1 068 gorras pre bordadas en la zona de acabado. y se pudo aumentar la producción en 60 viseras en la zona de visera, 152 copas en la zona tapeteo, 42 gorras cosidas en la zona de unión, 21 gorras botonadas en la zona de botonado y 60 gorras pre bordadas en la zona de visera por cada máquina correspondiente.
- Se pudo comprobar la viabilidad funcional mediante el programa arena primero poniendo los datos actuales que están en la arena actual, indicando la secuencia de procesos, tiempo estándar y los tiempos del desgaste por cada máquina. Por el otro lado se hizo una arena mejorado donde la diferencia del primero es que se modificó los tiempos del desgaste y así se pudo sacar la producción actual que es 74 973 +-80,68 y la producción mejorada 77 102 +-82,85 lo que hubo un incremento de 2 129 gorras. Se pudo comprobar la viabilidad económica mediante el método NOPAT resultó que el VAN del proyecto es S/ 3 381,4 la TIR es 38,71% y el periodo de recupero es 1 año y 5 meses de lo que significa que al invertir la empresa S/ 6 102,4 la empresa no tendrá ningún riesgo al invertir y el periodo de recuperación es menos de 2 años. Asimismo, debido a la eliminación del desgaste se pudo reducir la cantidad de productos defectuosos y en reproceso, por lo que generó que se entregase a tiempo los pedidos a los clientes, y se pudo estimar un incremento en la fidelización de clientes del 90% al 100% y una reducción de la tasa de rotación del personal del 13,33% al 0%.

RECOMENDACIONES

- El proyecto de mejora del proceso de confección de gorros resulta atractivo de llevar adelante puesto que implica una inversión de reducida escala para la cual incluso no es necesario recurrir a financiamiento externo. Por tanto, se recomienda implementar estandarizar las actividades de cada zona de trabajo y replantear la distribución del área de producción para seguir mejorando el índice de rendimiento del 67,11% conseguido hacia un óptimo 95%.
- Se recomienda implementar en cada zona de trabajo tareas de inspección periódicas para identificar y corregir posibles errores humanos antes de que afecten la producción, así como estandarizar las actividades, para buscar incrementar el índice de calidad del 95,14% conseguido hacia un óptimo 99%.
- Se recomienda, considerando que el proyecto de mejora demostró su viabilidad con VAN positivo y TIR mayor al COK de 13,38%, que más empresas pequeñas similares del Centro Comercial de Gamarra implementen las técnicas de mantenimiento preventivo y autónomo para así poder reducir sus costos de operación.
- Dado que el periodo de recuperación del proyecto es de 1 año y 5 meses, se recomienda realizar un seguimiento constante del flujo de caja y los ingresos generados para asegurar que la inversión se recupere dentro del plazo estimado. Además, se sugiere evaluar estrategias para reducir aún más este periodo en futuros proyectos.
- Se recomienda, considerando la creciente importación de productos chinos con bajo precio y mediana calidad, que la empresa se enfoque en una estrategia mixta de diferenciación, mediante la mejora de calidad y la personalización de diseños atractivos, y de liderazgo en costos, empleando economías de escala y automatizando su cadena de producción, para así fortalecerse en el “nuevo” mercado.



REFERENCIAS

- Aguilar Advíncula, E., Ortíz Vigo, J. M., Raymundo Ibañez, C., Rojas García, J., & Torres Sifuentes, C. (2022, december 5-7). Methodology to increase productivity in a production process in a textile company by means of 5S and Standard Work. 2nd LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development (LEIRD 2022): “*Exponential Technologies and Global Challenges: Moving toward a new culture of entrepreneurship and innovation for sustainable development*”. <http://dx.doi.org/10.18687/LEIRD2022.1.1.180>
- Sá, J.C., Pinto, J., Santos, G., Félix, M., Barreto, L., Jiménez-Delgado, G., Rondón-Rodriguez, C., & Vargas-Mercado, C. (2021, july 24-29). Assessing the Impact of Lean Tools on Production and Safety by a Multicriteria Decision-Making Model and Statistical Analysis: A Case Study in Textile Sector. HCI International 2021 - Late Breaking Papers: *HCI Applications in Health, Transport, and Industry: 23rd HCI International Conference, HCII 2021*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-90966-6_42
- Cabana, J., Quino, W., & Ramos, E. (Agosto de 2023). Lean Maintenance Design to Optimize the Manufacturing Process: Case Study of a Peruvian Textile Company. In **Advance in Science and Technology** (Vol. 149, pp. 61-68). <https://doi.org/10.4028/p-peDa6w>
- Camones Caballero, V., Feril Encarnación, F., León Chavarri, C., & Noriega Bardalez, F. (Agosto de 2023). Lean Production Model to Reduce Defects and Achieve Sustainability in a Peruvian Textile SME. Scopus. <https://www-scopus-com.ezproxy.ulima.edu.pe/record/display.uri?eid=2-s2.0-8592899907>
- Castro Rangel, P., Jiménez Ballumbrosio, A., & Rodríguez Herrán, D. (Septiembre de 2023). Improvement Proposal to Increase the Availability of Machines in The Thermoforming Line of a Plastic Industry Applying TPM, SMED And Standardized Work Tools. Scopus. <https://doi.org/10.1145/3629378.3629393>

- Diestra Medroa, C., Flores Pérez, A., & León Ludena, L. (Enero de 2023). Improvement Proposal to Reduce the Total Cycle Time in Production through the Application of SLP, 5S and TPM under a DMAIC Approach in a Peruvian Textile SME. Scopus <https://www-scopus-com.ezproxy.ulima.edu.pe/record/display.uri?eid=2-s2.0-85162874947>
- Fakhrzad, M. B., Fatemi Ghomi, S. M., Fereidouni, S., & Hosseini Nasab, H. (Enero de 2018). Classification of facility layout problems: a review study. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 94*(1-4), 957-977, <https://doi.org/10.1007/s00170-017-0895-8>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (Octubre de 2018). Características de las empresas del Emporio Comercial de Gamarra, 2017. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1555/libro.pdf
- Lobo, F. (2020). En defensa del mercado interno. Importación japonesa y empresarios textiles en el Perú, 1929-1939. *Apuntes* 86, 91-115. <http://www.scielo.org.pe/pdf/apuntes/v47n86/0252-1865-apuntes-47-86-00091.pdf>
- Montilla Montaña, C. (2019). Mantenimiento preventivo (Preventive Maintenance). En C. A. Montilla Montaña, *Mantenimiento industrial y su administración* (págs. 82-84). Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira .
- Nakajima, S. (1991). Maximización de la efectividad del equipo. En S. Nakajima, *Introducción al TPM (Tecnologías de Gerencia y Producción S.A., Trad., págs. 28-29)*. Madrid: Tecnologías de Gerencia y Producción S.A.
- Ramdass, K. (Septiembre de 2015). Integrating 5S principles with process improvement: A case study. Scopus. <https://www-scopus-com.ezproxy.ulima.edu.pe/record/display.uri?eid=2-s2.0-84955607890>
- Industria textil está en peligro: solo 3% de prendas que se venden en el país son peruanas. (2022, 25 de febrero). *Redacción Ojo*. <https://ojo.pe/>
- Rus, E. (2020). *Tipos de investigación*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/tipos-de-investigacion.html>

- Sociedad Nacional de Industrias. (2021). Industria textil y confecciones marzo 2021. <https://sni.org.pe/wp-content/uploads/2021/03/Presentacion-Textil-y-confecciones-IEES.pdf>
- Sociedad Nacional de Industrias. (2023). Desarrollo del sector textil y vestimenta agosto 2023. <https://repositorio.promperu.gob.pe/server/api/core/bitstreams/bbdb0d3a-c95f-4e84-bf13-f6da2092d875/content>
- Bies, M., & Szwed, M. (2015). Autonomous maintenance: An approach for improvement of maintenance effectiveness in production systems. *Procedia CIRP*, 26, 224-229.
- Ghosh, P. K., & Bansal, S. (2014). Preventive maintenance scheduling for manufacturing systems with reliability considerations. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 136(5), 1-9.
- Hegazy, T., & El-Sayed, A. (2017). A framework for preventive maintenance optimization in a dynamic environment. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 10(4), 566-586.
- Jara, M., & Alvarez, E. (2017). *Improving maintenance strategies through autonomous maintenance: A case study*. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 23(4), 391-409.
- Kumar, A., & Sinha, S. (2019). An integrated model for preventive maintenance optimization and scheduling in manufacturing systems. *Computers & Industrial Engineering*, 129, 460-472.
- Li, D., & Zhao, X. (2017). A study on the integration of autonomous maintenance with total productive maintenance: Case study in a manufacturing company. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 91(5), 1751-1762.
- Martínez, L., & Pérez, M. (2018). Implementación de mantenimiento autónomo en un sistema de producción. *Revista de Ingeniería Industrial*, 34(2), 123-135.
- Pandey, A., & Gupta, M. (2016). Enhancing operational efficiency through autonomous maintenance practices in manufacturing industries. *International Journal of Engineering and Technology*, 8(3), 789-796.
- Török, Á., & Orosz, G. (2016). Towards effective predictive maintenance systems for improving reliability in production environments. *Procedia CIRP*, 44, 71-75.

Wang, Z., & Zhang, S. (2021). Predictive and preventive maintenance in industrial systems using machine learning techniques: A review. *Journal of Manufacturing Processes*, 58, 131-141.



ANEXO 1

1. Tiempos de trazado y corte de figuras por pliegue por cada tipo de molde

Tipo de molde	Figuras a lo largo de rollo	Figuras a lo ancho de rollo	Tiempo de trazado de figuras de 1er pliegue (en minutos)	Tiempo de trazado de línea de 1er pliegue (en segundos)	Tiempo de corte de 1er pliegues restantes (en minutos)	Tiempo de apilado de pliegues restantes (en minutos)
Visera	4	9	33	25	5	2
Posterior	4	14	27	25	4.8	1.8
Lateral y frontal	4	15	29	25	4.8	1.8

2. Cantidad total de pilas y figuras y tiempos de corte totales por cada tipo de molde

Tipo de molde	Nº pilas	Figuras por pila	Figuras en total	Tiempo de corte de figuras en total (en minutos)
Visera	36	20	720	44
Posterior	56	17	924	27
Lateral y frontal	60	17	990	29

3. Tiempos de transporte de pilas por cada tipo de molde (en segundos)

Molde	Tiempos de transporte por pila (en segundos)	Tiempos de transporte de pilas en total (en segundos)
Visera	6.21	224
Posterior	5	280
Lateral y frontal	5	300

ANEXO 2

1. Toma de tiempos del área de producción

Actividades	N° de observaciones (tiempo en minutos)										Tiempo promedio	Tiempo normal	Tiempo estándar	TE	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				F	x F
Zona de corte															
<i>Rollo visera</i>															
Verificar estado del rollo	4.	3.	3.	3.	3.	3.	4.	4.	4.	4.	4.11	4.11	4.6	1	4.6
	79	48	78	16	61	97	95	31	18	88					
	34	30	32	30	34	31	33	34	33	31					
Trazar figura	.0	.3	.4	.9	.7	.4	.6	.8	.8	.7	32.81	32.81	36.75	1	75
Poner línea en rollo	5	3	4	5	6	7	7	6	4	27					
	01	17	94	92	95	02	07	22	08	27					
Cortar figura	43	42	42	40	40	43	42	40	43	40	2.07	2.07	2.32	1	2
	.5	.4	.0	.2	.4	.8	.7	.8	.7	.8					
	4	6	6	3	8	2	3	8	3	6					
	42.08	42.08	47.13	1	13										
<i>Rollo taslán posterior</i>															
Verificar estado del rollo	4.	4.	3.	3.	4.	3.	4.	4.	4.	3.	4.14	4.14	4.64	1	4.6
	81	29	82	76	08	46	45	26	64	85					
	20	21	22	20	19	21	20	22	21	21					
Trazar figura	.1	.6	.0	.3	.9	.4	.9	.3	.3	.3	21.22	21.22	23.77	1	77
Poner línea en rollo	1.	2.	2.	1.	2.	2.	2.	2.	1.	1.					
	92	22	17	92	15	13	27	22	24	91					
Cortar figura	24	25	24	26	24	26	23	24	25	.7	2.12	2.12	2.37	1	7
	.7	.9	.9	.5	.5	.0	.5	.7	.8						
	1	3	7	4	3	9	24	5	7	4					
	25.09	25.09	28.1	1	1										
<i>Rollo taslán lateral o frontal</i>															
Verificar estado del rollo	4.	3.	4.	4.	3.	4.	3.	3.	4.	3.	3.91	3.91	4.39	1	4.3
	51	2	2	95	19	15	14	79	03	98					
	23	25	22	25	23	24	25	23	25	24					
Trazar figura	.7	.2	.0	.4	.3	.1	.1	.1	.0	.2	24.15	24.15	27.1	1	1
Poner línea en rollo	7	1	1	9	8	2	7	2	4	3					
	1.	2.	1.	2.	2.	2.	1.	1.	2.	2.					
Cortar figura	96	29	94	16	09	03	05	96	98	05	2.05	2.05	2.3	1	2.3
	29	29	28	29	28	29	28	29	27						
	.0	.29	.4	.6	.9	.5	.7	.8	.5	.8					
	29.08	29.08	32.63	1	63										
Zona planchado															
Seleccionar y poner figura	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.5	0.53	0.59	5	0.3
	51	48	52	51	49	48	49	48	51	51					
	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.					
Planchar	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	0.13	0.14	0.15	5	0.3
	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.					
	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.					
Sacar figura	25	21	21	24	22	2	23	24	22	22	0.22	0.23	0.26	5	0.2
	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.					
	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.					

Zona de viserado														
Visera	2.05	2.01	2.04	1.92	1.2	2.91	1.05	2.95	1.05	2.01	1.99	1.99	2.27	1.7
Zona de tapeteo														
Tapetear	1.93	1.82	1.77	1.97	2.05	1.79	2.02	1.82	1.88	1.89	1.84	1.84	2.1	1.21
Zona unión														
Unir copa y visera	0.96	1.11	1.1	1.07	0.95	0.98	1.17	1.18	0.94	1.04	0.93333333	0.98	1.11	1.1
Colocar banda de sudor	1.06	1.04	1.01	0.96	1.02	1.05	1.05	1.01	0.97	1.01	1.00952381	1.06	1.2	1.12
Zona de abotonado														
Realizar hueco	0.62	0.58	0.64	0.61	0.62	0.62	0.63	0.67	0.66	0.65	0.63157895	0.6	0.67	0.7
Coser botón	1.12	1.12	1.08	1.1	1.13	1.14	1.02	1.06	1.03	1.07	1.08421053	1.03	1.15	1.15
Zona de acabado														
Hacer colita	1.66	1.81	1.55	1.6	1.58	1.73	1.65	1.72	1.71	1.66	1.71578947	1.63	1.84	1.84
Zona de bordado														
Bordado	5.11	5.11	5.11	5.11	5.11	5.11	5.11	5.11	5.11	5.11	5.11	5.11	5.11	5.1
Tiempo total para la fabricación de una gorra											209.994436	209.97	234.55	1.234.55

ANEXO 3

1. Toma de observaciones de desgastes actual

	Tiempo de operación										T. prom.	T. normal	T. est.	Frec.	Te x F
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Coser Recta Yuki															
Desgaste de la aguja	10, 6	10, 32	10, 38	11, 91	11, 67	11, 1	10, 97	10, 81	11, 52	10, 74	11	10, 45	11, 81	1	11, 81
Desgaste de la placa de aguja	26, 29	25, 83	26, 19	27, 28	26, 57	26, 22	27, 28	25, 5	27, 22	27, 38	26, 58	25, 25	28, 53	1	28, 53
Desgaste de los dientes de arrastre	35, 62	35, 28	35, 41	34, 64	34, 72	35, 67	34, 08	35, 54	33, 7	34, 53	34, 92	33, 17	37, 48	1	37, 48
Desgaste de la bobina y el casete	19, 33	20, 51	18, 08	19, 74	21, 38	20, 45	18, 45	20, 55	19, 48	24, 43	20, 24	19, 23	21, 73	1	21, 73
Desgaste de la correa de transmision	16, 79	17, 38	16, 19	16, 95	16, 74	16, 99	17, 18	15, 24	16, 16	16, 96	16, 66	15, 83	17, 89	1	17, 89
Multiaguja Siruba															
Desgaste de las agujas	10, 02	11, 23	11, 14	10, 18	10, 53	10, 17	10, 07	10, 87	10, 74	11, 52	10, 65	10, 65	12, 14	1	12, 14
Desgaste del sistema de dientes de arrastre	22, 67	23, 71	23, 44	23, 94	24, 02	23, 71	24, 43	22, 24	22, 69	24, 71	23, 56	23, 56	26, 85	1	26, 85
Desgaste de la placa de aguja	32, 29	32, 07	33, 47	33, 67	32, 21	33, 22	33, 14	32, 34	33, 98	32, 16	32, 86	32, 86	37, 46	1	37, 46
Desgaste de la correa de transmision	19, 65	20, 38	22, 47	20, 7	21, 28	20, 75	21, 82	19, 23	19, 77	21, 71	20, 71	20, 62	23, 62	1	23, 62
Desgaste de la prensatelas	21, 6	17, 54	19, 87	21, 83	21, 71	19, 36	20, 27	20, 34	21, 4	21, 92	20, 58	20, 58	23, 46	1	23, 46
Ribeteadora Sunstar															
Desgaste de la cuchilla de corte	18, 58	15, 22	16, 89	16, 53	17, 96	17, 93	17, 16	18, 05	17, 12	15, 83	17, 13	17, 99	20, 33	1	20, 33
Desgaste de los rodillos de transporte	34, 08	34, 74	34, 75	36, 07	35, 07	36, 38	36, 38	36, 55	35, 78	34, 85	35, 47	37, 24	35, 38	1	35, 38
Desgaste de la placa de presion	20, 9	22, 43	21, 84	22, 05	20, 29	22, 63	20, 48	20, 73	21, 36	20, 55	21, 33	22, 40	21, 28	1	21, 28
Desgaste de las cuchillas de arrastre	36, 68	34, 23	35, 86	33, 43	36, 42	34, 56	34, 56	36, 06	34, 2	35, 32	35, 13	36, 89	35, 05	1	35, 05
Desgaste de la correa de transmision	30, 81	30, 73	33, 28	34, 59	31, 26	32, 96	30, 77	30, 33	30, 46	30, 56	31, 84	33, 43	31, 76	1	31, 76
Remachadora Sandy															
Desgaste de las mordazas	11, 39	10, 01	11, 33	9.2, 7	11, 2	9.0, 7	9.7, 6	9.6, 9	11, 06	11, 09	10, 39	9.8, 7	11, 05	1	11, 05
Desgaste del vástago de la remachadora	10, 73	13, 27	10, 69	12, 34	13, 44	11, 72	13, 86	10, 55	10, 01	12, 97	11, 96	11, 36	12, 72	1	12, 72
Desgaste de la matriz de colocacion	15, 34	13, 81	12, 43	15, 34	14, 65	13, 23	14, 93	13, 06	15, 04	13, 88	14, 17	13, 46	15, 08	1	15, 08
Desgaste de los pernos de la remachadora	10, 96	9.6, 9	10, 49	8.6, 8	10, 33	11, 47	8.8, 9	10, 04	10, 33	10, 76	10, 16	9.6, 6	10, 81	1	10, 81
Desgaste de la palanca o manija	14, 53	13, 74	14, 18	13, 2	14, 48	11, 83	12, 48	14, 19	13, 57	11, 35	13, 36	12, 69	14, 21	1	14, 21

ANEXO 4

1. Toma de observaciones de desgastes mejorado

	Tiempo de operación										T. prom.	T. normal	T. est.	Frec.	Te x F	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
Coser Recta Yuki																
	8,5	9,3	9,0	9,6	8,4	9,3	8,4	8,9	8,9	8,8	8,9	8,5	9,6	1	9,6	
Desgaste de la aguja	9	6	3	3	5	6	6	8,9	8,9	6	5	1	1	1	1	
Desgaste de la placa de aguja	22,	21,	22,	21,	22,	21,	21,	22,	21,	22,	22,	21,	23,	1	23,	
	45	81	8	91	64	14	92	22	88	38	12	01	74	1	74	
Desgaste de los dientes de arrastre	27,	27,	28,	28,	27,	28,	27,	27,	34,	34,	27,	26,	29,	1	29,	
	92	03	79	38	04	44	21	06	48	92	62	24	65	1	65	
Desgaste de la bobina y el casete	15,	15,	15,	16,	15,	15,	16,	16,	17,	16,	15,	15,	16,	1	16,	
	4	17	61	68	39	22	7	34	48	58	8	01	96	1	96	
Desgaste de la correa de transmision	14,	15,	15,	15,	15,	14,	15,	15,	15,	15,	15,	14,	16,	1	16,	
	31	32	05	54	62	49	25	57	78	06	2	44	32	1	32	
Multiaguja Siruba																
	8,0	8,0	8,6	8,5	7,2	7,3	7,5	8,1	7,4	7,7	7,8	7,8	8,9	1	8,9	
Desgaste de las agujas	6	1	4	1	8	8	7	3	7	4	8	8	8	1	8	
Desgaste del sistema de dientes de arrastre	20,	21,	21,	21,	21,	20,	21,	20,	21,	20,	21,	21,	24,	1	24,	
	54	75	91	25	87	46	54	83	91	69	28	28	26	1	26	
Desgaste de la placa de aguja	28,	28,	29	28,	29,	28,	29,	28,	29,	28,	28,	28,	32,	1	32,	
	2	61	29	84	64	41	89	21	26	97	9	9	95	1	95	
Desgaste de la correa de transmision	16,	15,	17,	17,	17,	15,	17,	16,	17,	17,	16,	16,	19,	1	19,	
	81	34	71	3	89	55	32	44	35	3	88	88	24	1	24	
Desgaste de la prensatelas	15,	14,	14,	15,	15,	15,	14,	15,	15,	14,	15,	15,	17,	1	17,	
	36	6	55	8	62	06	81	97	82	45	2	2	33	1	3	
Ribeteadora Sunstar																
Desgaste de la cuchilla de corte	14.	14.	13.	13.	14.	14.	13.	14.	13.	14.	13.	14.	16.	1	16.	
	27	18	17	51	01	62	49	27	45	71	97	67	58	1	58	
Desgaste de los rodillos de transporte	33.	32.	33.	33.	32.	33.	33.	33.	33.	33.	33.	34.	33.	1	33.	
	83	63	02	34	47	13	7	04	58	53	23	89	15	1	15	
Desgaste de la placa de presion	19.	19.	18.	18.	19.	19.	19.	19.	18.	18.	19.	20.	19.	1	19.	
	02	9	18	95	36	79	28	34	48	94	12	08	08	1	08	
Desgaste de las cuchillas de arrastre	31.	31.	32.	32.	31.	32.	32.	31.	31.	32.	31.	33.	31.	1	31.	
	73	98	98	16	32	29	04	26	51	46	97	57	89	1	89	
Desgaste de la correa de transmision	28.	28.	29.	29.	29.	28.	29.	29.	28.	28.	29.	30.	28.	1	28.	
	09	94	65	64	56	92	45	48	72	18	06	51	98	1	98	
Remachadora Sandy																
	7.6	7.5	7.0	6.1	6.6	6.3	7.1	7.7	6.3	7.9	7.0	6.7	7.5	1	7.5	
Desgaste de las mordazas	1	7	6	4	9	4	9	9	9	2	7	2	3	1	3	
Desgaste del vastago de la remachadora	8.3	8.8	9.1	9.5	8.3	9.4	9.5	8.8	8.4	8.9	8.9	8.4	9.5	1	9.5	
	2	2	1	7	6	8	3	7	2	4	9	1	1	1	1	
Desgaste de la matriz de colocacion	10.	11.	11.	10.	11.	10.	10.	11.	11.	10.	10.	10.	11.	1	11.	
	2	49	78	15	3	43	91	5	3	44	95	40	65	1	65	
Desgaste de los pernos de la remachadora	7.2	7.3	6.9	6.6	7.3	6.7	6.1	7.4	7.8	7.9	7.1	6.8	7.6	1	7.6	
	4	2	4	9	6	9	3	2	6	0	2	2	2	1	2	
Desgaste de la palanca o manija	9.7	10.	9.3	10.	9.9	9.5	10.	9.9	9.4	9.4	9.8	9.4	10.	1	10.	
	9	39	7	62	5	7	33	4	5	6	9	0	53	1	53	

ANEXO 5

1. Documentación de gestión de mantenimiento

a) Plan de trabajo de mantenimiento

N° de plan de mantenimiento:

Fecha de elaboración:

Elaborado por:

Código de maquinaria:

Manual de referencia:

Frecuencia de mantenimiento:

Tiempo de mantenimiento:

Ubicación:

Actividades	Encargado	Inicio	Final	Materiales planeados	H-H planeadas	Costos planeados	Indicaciones especiales
1							
2							
3							
4							
5							

Revisado por:

Aprobado por:

b) Hoja de vida

N° de hoja de vida:

Código de maquinaria:

Marca:

Modelo y serie:

Manual de referencia:

Fecha de fabricación:

Valor de adquisición:

Horas de funcionamiento totales:

Horas de mantenimiento totales:

Fecha de actualización:

Actualizado por:

c) Informe de paralización de maquinaria

Nº de informe de paralización de maquinaria:

Código de maquinaria:

Fecha de elaboración:

Elaborado por:

Fecha y hora de falla o desgaste:

Fecha y hora de reanudación:

Tiempo total de parada:

d) Solicitud de mantenimiento

Nº de solicitud de mantenimiento:

Nº de informe de paralización de maquinaria:

Código de maquinaria:

Fecha de elaboración:

Elaborado por:

Prioridad:

Fecha de inicio:

Fecha de finalización:

Tipo de problema:

Nº de plan de mantenimiento:

Operario asignado:

H-H de paralización:

e) Orden de trabajo de mantenimiento

Nº de orden de mantenimiento:

Nº de plan de mantenimiento:

Fecha de elaboración:

Elaborado por:

Prioridad:

Código de maquinaria:

Fecha y hora de inicio:

Fecha y hora de término:

Ubicación:

Actividades	Encargado	Inicio	Final	Materiales utilizados	H-H utilizadas	Costos reales	Observaciones
1							
2							
3							
4							
5							

Supervisado por:

Aprobado por:

f) Requisición de suministros

Nº de requerimiento de suministros:

Fecha de elaboración:

Elaborado por:

Nº O/T:

Descripción de materiales:

Cantidad de materiales

Valor estimado de materiales:

Posibles proveedores:

g) Hoja de costos

Nº de hoja de costos:

Fecha de elaboración:

Elaborado por:

Nº O/T:

Costo de materiales e insumos:

Costo de mano de obra:

Costo de equipos y herramientas:

Otros costos:

Costo total:

h) Informe de tiempo de mantenimiento

Nº de informe de tiempos:

Fecha de elaboración:

Elaborado por:

Nº O/T:

Operario asignado:

Fecha de mantenimiento:

Fecha y hora de intervención:

Fecha y hora de reanudación:



6% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Quoted Text

Top Sources

- 5%  Internet sources
- 2%  Publications
- 5%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.